

bet

Boletín Estadístico Tecnológico

NANOTECNOLOGÍA

N°3 abril/junio de 2009 - ISSN 1852-3110 - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - Argentina

La Secretaría de Planeamiento y Políticas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva promueve como áreas estratégicas la biotecnología, la nanotecnología y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), para la consolidación de plataformas tecnológicas de alto nivel. En cada una de estas áreas, es prioritario desarrollar capacidades de investigación aplicada y desarrollo de nuevos productos y servicios tecnológicos estrechamente vinculados al sector productivo y social.

Argentina es un país con altas potencialidades científicas y tecnológicas -públicas y privadas-, y está en condiciones de desarrollar diversos proyectos en el campo de las micro y nanotecnologías. Las capacidades están difundidas entre los distintos actores del sistema y son de potencial interés y utilidad para las industrias innovadoras del país.

Este nuevo número del bet presenta en su primera sección una descripción del sector, con indicadores e información cuanti y cualitativa. Se incluye además, información sobre el financiamiento del Ministerio a proyectos nano. La segunda parte, está enfocada al carácter innovador del sector bajo estudio, presentando un análisis de las publicaciones y las patentes solicitadas, junto a un análisis prospectivo de la nanotecnología.

LA NANOTECNOLOGÍA

El término “nano” corresponde a un prefijo del Sistema Internacional de Unidades que indica un factor de 10^{-9} , es decir una milmillonésima parte de algo. Así por ejemplo, un nanómetro (nm) equivale a la milmillonésima parte de un metro.

Si bien el término “nanotecnología” es ampliamente utilizado, no existe un consenso que permita delimitarlo como sector. Se entiende por nanotecnología a la capacidad técnica para modificar y manipular la materia con la posibilidad de fabricar materiales y productos a partir del reordenamiento de átomos y moléculas, desarrollar estructuras o dispositivos funcionales a las dimensiones nano.

Las nanopartículas y las nanoestructuras han sido parte de la naturaleza y de la vida por millones de años; no obstante, la habilidad de los humanos para trabajar, medir y manipular a nivel de nanoescala dichas estructuras a través de disciplinas como la física, química y biología, es relativamente nueva.

Al entender las propiedades de los materiales a nanoescala, es cada vez más factible diseñar y crear materiales totalmente nuevos y productos con novedosas características. Un objetivo importante de la nanotecnología es aprovechar las nuevas propiedades que presentan las partículas a nanoescala, y que son distintas a sus propiedades volumétricas.

La posibilidad de crear nuevas estructuras y productos con precisión atómica abre las puertas de un nuevo horizonte tecnológico. Más aún, los expertos en el tema consideran que con el tiempo “...la nanotecnología nos llevará a una nueva revolución industrial en el siglo XXI...”¹ y que los sucesivos progresos de la nanociencia estarán entre los grandes avances tecnológicos que cambiarán el mundo teniendo un impacto en el ámbito social, cultural y económico de la vida cotidiana.

El área de las nanotecnologías es reciente y pluridisciplinaria. A nivel mundial, se encuentra en una etapa de acumulación de conocimiento y generación de innovaciones en función de un conjunto de potenciales aplicaciones. Dado el nivel científico alcanzado en el tema, la Argentina se encuentra bien posicionada ante este nuevo paradigma productivo. El Estado debe acompañar desde etapas tempranas la promoción y el fortalecimiento de estas tec-

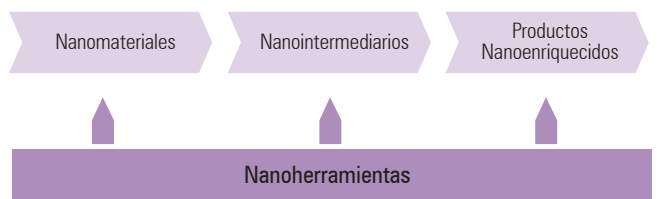
nologías fomentando la rápida vinculación con el sector empresario y el funcionamiento en red para mantener y fortalecer sus capacidades innovativas. Analizando en detalle la cadena de valor implícita en el desarrollo de la nanotecnología, se pueden identificar los siguientes eslabones²:

Nanomateriales: estructuras de la materia desarrolladas artificialmente con dimensiones inferiores a los 100 nanómetros que exhiben propiedades dependientes del tamaño y que han sido mínimamente procesadas. Por ejemplo: nanopartículas; nanotubos; puntos cuánticos; fulerenos; dendrímeros y materiales nanoporosos.

Nanointermediarios: productos intermedios que no caen en la categoría de nanomateriales ni de productos de consumo final, que incorporan nanomateriales o que han sido construidos con características nanométricas: revestimientos; tejidos; memorias y chips lógicos; componentes ópticos; materiales ortopédicos; entre otros.

Productos nanoenriquecidos: productos del final de la cadena de valor que incorporan nanomateriales o nanointermediarios: autos; vestimenta; aviones; computadoras; dispositivos electrónicos; alimentos procesados; productos farmacéuticos; etc.

Nanoherramientas: instrumentos técnicos y software utilizados para visualizar, manipular y modelar la materia a escala nanométrica. Por ejemplo: microscopios de fuerza atómica; nanomanipuladores y equipamiento de nanolitografía.



PANORAMA MUNDIAL

A nivel mundial, se pueden destacar las siguientes características del sector bajo análisis:³

La nanotecnología está fuertemente dinamizada por la investigación científica, al punto tal que la transición en la cadena que involucra a la ciencia–tecnología–innovación es muy rápida. Se trata de un campo intensivo en ciencia, donde también tienen protagonismo los saberes previos de los actores, que ajustan y afinan las búsquedas de nuevo conocimiento.

En los últimos cuatro años, la nanotecnología incorporada en productos creció en promedio un 22%. Se espera que en los próximos años esta tendencia se mantenga.

La nanotecnología ha capturado el interés de empresas, gobiernos e inversionistas de riesgo debido a que la misma permite crear, transformar y mejorar productos. En ese sentido, durante el año 2007 el gasto mundial de I+D en nanotecnología alcanzó los 13.500 millones de dólares.

El 54% de los fondos destinados a I+D del sector en 2007 fueron aportados por empresas, desplazando así al gobierno quien aportó el 46% restante. La empresa BASF, por ejemplo, ha declarado a la nanotecnología como una de sus principales áreas de investigación para los próximos cinco años.

Muchas empresas observan como una alternativa positiva la vinculación con universidades, centros de investigación y organismos de ciencia y tecnología. Por ejemplo, la Universidad de Bonn (Alemania) que se especializa en el “Efecto Loto” (tecnología repelente de agua y suciedad) ofrece estos conocimientos a distintas industrias, entre las que se incluyen

la rama textil, el calzado, los plásticos, las pinturas, los recubrimientos, el papel, las cerámicas, etc.

La estrategia de investigación en nanotecnología a nivel mundial ha variado en el tiempo. Durante el período 2004-2005, la investigación estuvo principalmente focalizada en la creación de nuevos nanomateriales mientras que durante los últimos años, la mayoría se orientó a los nanointermediarios. A futuro se espera que los esfuerzos se orienten a aplicar dichos conocimientos a soluciones específicas, teniendo un impacto mayor en la categoría de productos finales.

En las empresas dedicadas a productos nanotecnológicos de los países centrales, se destacan dos trayectorias básicas de innovación: la hibridación de la base del conocimiento de las grandes empresas ya existentes y la explotación de oportunidades por pequeñas firmas de nueva creación o spin-off (Avenel et al., 2007).

En términos económicos, la última etapa de la cadena de valor posee la mayor relevancia. Los productos finales enriquecidos con nanotecnologías han generado una ganancia de 137 mil millones de dólares en el año 2007 y se espera que alcance los 2,7 billones de dólares en 2015. En tanto, los nanomateriales superaron los 678 millones de dólares de ganancia en 2007 y se espera que crezca a una tasa promedio del 20% hasta el año 2015. Por último, los nanointermediarios alcanzaron una ganancia de 9.800 millones en 2007 y crecerán a una tasa del 60% anual hasta el 2015.

¹ Charles Vest (ex-presidente del MIT). “National Nanotechnology Initiative- Leading to the next industrial revolution”, <http://www.ostp.gov/galleries/NSTC%20Reports/NNI2000.pdf>

² “Sizing Nanotechnology’s Value Chain”, Lux Research Inc., 2004.

³ ARCENAGA, Antonio. Diseño de Políticas de Promoción de Nanotecnología. Buenos Aires, 2009, mimeo.

CLINE, D., et al. Nanomaterials State of the Market Q3 2008: Stealth Success, Broad Impact [en línea]. New York: Lux Research Inc., 2008 [fecha de consulta: junio 2009].

Disponible por suscripción en: www.luxresearchinc.com/

SAXL, Ottília. Nanotecnología: una tecnología clave para el futuro de Europa [en línea]. Informes de tecnologías clave de la CE. Madrid: Sistema madri+d. [fecha de consulta: junio 2009].

Disponible en: www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/Tecnologias-clave/default.asp

LA NANOTECNOLOGÍA EN ARGENTINA

En la última década, la investigación ha avanzado significativamente en el campo de la Nanotecnología, con la expectativa que este nuevo conocimiento brinde a la sociedad grandes beneficios en el ámbito de la salud, los alimentos, la energía, el medio ambiente, la electrónica y la telecomunicación, entre otros sectores.

Los roles público, privado e institucional son cruciales a fin de generar mecanismos e instrumentos que posibiliten la inclusión plena de nuestro país en esta nueva tecnología.

La consolidación de las instituciones de investigación en el campo de la nanotecnología y su mayor asociación en redes de colaboración, son factores claves para favorecer los procesos de transferencia del conocimiento desde la investigación básica a la aplicación industrial. En los últimos años, en el plano legislativo se han tomado iniciativas al respecto.

A través del decreto 380/05 el Poder Ejecutivo Nacional autorizó al entonces Ministerio de Economía y Producción a constituir la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), una entidad de derecho privado y sin fines de lucro con el objeto de sentar las bases y promover el desarrollo de infraestructura humana y técnica para competir internacionalmente en la aplicación de micro y nanotecnologías que aumenten el valor agregado de la producción nacional. Posteriormente, mediante la Ley 26.338/07 modificatoria de la Ley de Ministerios (t.o Decreto 438/92) la FAN pasó a la órbita del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN)

La FAN es una herramienta moderna en manos de un Estado decidido a participar activamente en el fomento de la innovación en nuestro tejido productivo. Así, la FAN sigue una estrategia de apoyo y financiamiento de nichos en base a un análisis "caso por caso".

Por su forma jurídica y legal, la FAN tiene características que le facilitan un enfoque único para la financiación de los distintos proyectos, en una modalidad de capital de riesgo. Se proponen acciones de financiación contingente, pero también de apoyo a actividades estratégicas; a incentivar el aumento del valor agregado de los productos de la industria nacional; a la formación de recursos humanos; a eventos científicos y a reuniones de especialistas del tema, entre otros.

En cuanto a las características de los proyectos en los que participa la FAN, se trata de identificar proyectos emblemáticos, que tengan impacto concreto, que no sean formulaciones en abstracto y donde la innovación no se limite a la creación intelectual. La FAN también apoya actividades de

identificación de prioridades temáticas, nichos de oportunidad para el país y financia áreas de vacancia, en forma total o parcial.

Acuerdos de cooperación

En el año 2005, en el marco de la Reunión Ciencia, Tecnología y Sociedad, la Argentina y Brasil firmaron un acuerdo de cooperación científica y tecnológica que, además de promover el intercambio y promover la integración, aprobó la creación del Centro Argentino-Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología (CA-BNN) con el objetivo de formar recursos humanos altamente especializados.

Entre los objetivos del centro, se encuentran la coordinación para la integración de grupos de investigación y redes de empresas de la Argentina y Brasil a través de proyectos definidos, así como la formación de una masa crítica de recursos humanos en un área interdisciplinaria entre la física, la química, la biología y la ingeniería, para luego implementar proyectos de investigación conjunta.

Aspectos éticos y regulatorios

Con el surgimiento de una nueva tecnología, aparecen opiniones a favor y en contra. La nanotecnología no parece ser la excepción, en especial por tratarse en algunos casos de innovaciones completamente originales y radicales que generan grandes transformaciones en la estructura productiva y en los patrones de consumo social.

Una de las principales dificultades para analizar los posibles riesgos de la nanotecnología es que se trata de un término global y que no se emplea a una sola tecnología o aplicación. Por el momento solamente se ha reconocido que pueden existir riesgos con el medio ambiente y la salud asociados con la emisión no regulada de algunas nanopartículas de diseño durante el desarrollo, la fabricación, incorporación, uso o eliminación de productos. No obstante, también se ha puesto de manifiesto el peligro implícito en algunas nanopartículas creadas por la misma naturaleza.

Si bien la mayoría de estas inquietudes aun no tienen respuesta y continúan bajo debate, se ha planteado la necesidad de generar un marco regulatorio seguro y responsable así como también la importancia de informar al público sobre los posibles beneficios y peligros de la nanotecnología. En este sentido, la Comunidad Europea recomendó a comienzos de 2008 la elaboración de un código de conducta para la investigación responsable en nanociencia y nanotecnología.⁴ Por su parte, Argentina avanzará en la creación de un Código de Ética para la Investigación en Nanotecnología, siguiendo las recomendaciones de la Unión Europea.

EMPRESAS NANOTECNOLÓGICAS ARGENTINAS

Los siguientes datos fueron relevados del listado de empresas argentinas vinculadas a actividades de Nanotecnología provisto por la FAN. De un total de 22 firmas, se obtuvieron las siguientes 18 respuestas que permiten contextualizar la situación nacional de las actividades nanotecnológicas del sector privado.

Referencias:

1 Empresas nacionales; 2 Empresas extranjeras; 3 Universidades; 4 Organismo de Ciencia y Tecnología; 5 Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

Empresa	Área de especialidad	Vinculación					Descripción de actividades relacionadas con la nanotecnología	Patentes solicitadas en Argentina
		1	2	3	4	5		
OVER - Organización Veterinaria Regional S.R.L.	Salud				■	■	Empresa especializada en la síntesis, elaboración, comercialización y distribución de productos para uso en medicina veterinaria de alta calidad principalmente orientada a animales grandes utilizando técnicas a escala nanométrica.	0
Nanotek S.A.	Análisis y medida; energía; medio ambiente; industria y salud			■			Empresa especializada en el desarrollo de productos y procesos orientados al tratamiento de diversos compuestos contaminantes mediante la oxidación nanocatalizada, aplicada a: medio ambiente, construcción, agroindustria, biosensores, industria textil y pintura.	1
Laboratorio Gador S.A.	Salud		■	■		■	Empresa dedicada a la investigación y desarrollo de nuevos productos farmacéuticos que aprovechen las ventajas que las técnicas nanotecnológicas otorgan para reducir la toxicidad en la entrega de los mismos.	1

⁴ Comisión de las Comunidades Europeas (Bruselas). 2008/345/CE: Recomendación de la Comisión de 7 de febrero de 2008 sobre un código de conducta para una investigación responsable en el campo de las nanociencias y las nanotecnologías [en línea]. Bruselas, 2008 [fecha de consulta: junio 2009] Disponible en: www.eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:116:0046:0052:ES:PDF

Referencias:

1 Empresas nacionales; 2 Empresas extranjeras; 3 Universidades; 4 Oficina de Ciencia y Tecnología; 5 Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

Empresa	Área de especialidad	Vinculación					Descripción de actividades relacionadas con la nanotecnología	Patentes solicitadas en Argentina
		1	2	3	4	5		
Melt Gea	Industria	■		■			Empresa productora de recubrimientos de materiales para el sector de autopartes y agroindustria utilizando nanotecnología. Esto permite mejorar la calidad de las superficies de las piezas como por ejemplo protegerlas de la corrosión, disminuir el rozamiento, etc.	0
Red Surcos	Agricultura						Empresa especializada en insumos y servicios agropecuarios. Desarrolla insecticidas para cultivos utilizando nanotecnología a partir de un aceite refinado de soja.	1
Tenaris S.A.	Industria			■			Desarrollará productos que poseen recubrimientos poliméricos con nanopartículas, utilizados en extremos roscados de tuberías, que proveen excelentes propiedades relativas al comportamiento anti-engrane y resistencia a la corrosión en espesores no mayores a los 40 micrones.	1
Laboratorios Romi S.A.	Industria			■	■		Empresa que utiliza técnicas relacionadas con nanotecnología en implantes dentales y prótesis.	1
BELL Export S.A.	Energía y medio ambiente			■	■		La empresa se dedica a la investigación, desarrollo y producción de diferentes usos y aplicaciones de los gases oxígeno, nitrógeno, ozono, argón hidrógeno y sus mezclas, utilizando sus propios equipos generadores que están diseñados para seleccionar y separar moléculas de pocos angstroms (0,1nm).	0
Darmex S.A.C.I.F.I.	Industria			■	■	■	La empresa elabora productos químicos de alta calidad para distintos tipos de industrias en general y la del neumático en particular. Se destaca por el desarrollo, la mejora y la innovación de auxiliares químicos de proceso y bladders. En el campo de la nanotecnología, las investigaciones llevadas a cabo se enfocan en nanomateriales y materiales híbridos.	0
Eriochem S.A.	Salud					■	La empresa fabrica productos inyectables para uso oncológico basados en polímeros sintetizados biodegradables trabajando a nanoescala.	4
Cremital S.R.L.	Alimentos	■			■	■	La empresa elabora productos lácteos. Tras un proceso de nanofiltrado del suero obtiene un producto de suero desmineralizado parcial propicio para la elaboración de productos lácteos destinados al consumo humano.	0
Formulagro S.R.L.	Industria						Empresa especializada en agroquímicos como herbicidas, insecticidas y fungicidas. La nanotecnología se aplica en un agroquímico piretroide que se encapsula para producir una liberación controlada dándole más residualidad con menor dosis por hectárea y un manejo más seguro.	0
Invap S.E.	Análisis y medida					■	La empresa se dedica al desarrollo de tecnología de avanzada en varios campos diferentes como el nuclear, aeroespacial e industrial. En el campo de la nanotecnología, se encuentra desarrollando sensores infrarrojos para utilizar en satélites.	1

A continuación, se listan algunas de las empresas comercializadoras y productoras de nanoherramientas.

Empresa	Microscopios electrónicos			Nanofiltros	Descripción
	Transmisión (TEM)	Barrido (SEM)	Fuerza Atómica (AFM)		
Bio Optic	■	■	■		Comercializadora / Marca: Leica / Origen: Alemania
Carl Zeiss S.A.	■	■			Filial de la Matriz alemana / Marca: Carl Zeiss / Origen: Alemania
Electrargen S.R.L.	■	■			Comercializadora / Marca: FEI / Origen: Holanda - EE.UU
Jenck S.A.		■	■		Comercializadora / Marca: Beneq - Shimadzu - CamScan / Origen: Finlandia, Japón e Inglaterra
GAT S.R.L.				■	Empresa nacional que se dedica al diseño y fabricación de equipos cuyas membranas de filtración permiten retener moléculas a escala nanométrica.

CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)**Capacidades tecnológicas en Nanotecnología: centros y grupos de I+D en Argentina y áreas de trabajo**

En el siguiente cuadro se refleja el panorama actual de algunos de los principales grupos de investigación que se distribuyen en todo el país y que podemos definir como referentes en la investigación y desarrollo de la nanotecnología:

Referencias

Áreas de aplicación:

1 Salud (Humana y Veterinaria); 2 Energía y Medio Ambiente; 3 Alimentos; 4 Industria; 5 Análisis y Medidas

Redes:

A Lab. en red para el diseño, simulación y fabricación de nano y micro dispositivos, prototipos y muestras

B Red Argentina de Nanociencias y Nanotecnología Molecular, Supramolecular e Interfases

C Red Argentina de Nanociencia y Nanotecnología Materiales Nanoestructurados y Nanosistemas (M&N)

D Autoorganización de bionanoestructuras para transmisión de información molecular en neurobiología y procesos biológicos

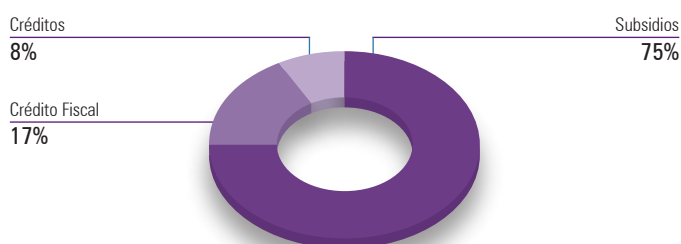
Centros de I+D	Áreas de aplicación					Investigación básica	Áreas de trabajo	Redes
	1	2	3	4	5			
Comisión Nacional de Energía Atómica - Centro Atómico Constituyentes (CNEA - CAC)	■		■	■	■	■	Diseño y Fabricación de Nanobiosensores; Nanoceldas de combustible y MEMS.	A,B,C
Comisión Nacional de Energía Atómica - Centro Atómico Bariloche (CNEA - CAB)		■			■	■	Estudios en magnetismo y transporte; semiconductores; superconductores; superficies; desarrollos teóricos.	A,B,C
Centros del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI): Química; Plásticos; Procesos Superficiales; Electrónica; Física y Metrología; Mecánica; Textiles	■	■	■	■	■		Química: nano y microsistemas de liberación controlada; Física y petrología: nanometrología; Nanotextiles: nanotelas microencapsuladas con sustancias activas; Plásticos: materiales poliméricos nanocompuestos ignífugos; Procesos Superficiales: desarrollo de nanomateriales funcionales Electrónica: lab-on-a-Chip; MEMS/NEMS; procesos superficiales.	
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Instituto de Biotecnología; Instituto de Virología; Centro de Investigaciones en Ciencias Veterinarias y Agronómicas; Grupo de Sanidad Animal				■			Nanobiotecnología.	
Instituto Leloir	■					■	Desarrollo de microchips biológicos; diseño de inmunonanopartículas para tratamiento sistémico de tumores.	
Instituto de Investigación Científica y Técnica para la Defensa (ITEDEF) DEINSO CINSO		■		■	■	■	Síntesis, caracterización y aplicaciones de materiales nanoestructurados.	
Universidad de Buenos Aires (UBA) - Instituto de Química-Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE) - Programa de Investigación y Desarrollo de Fuentes Alternativas de Materias Primas y Energía (PINMATE) (Dpto. Química Orgánica; Dpto. Física; Fac. Cs. Exactas y Naturales)	■	■		■	■	■	Diseño y fabricación de: nanopartículas y películas nanoestructuradas; polímeros conductores; cristales líquidos; sistemas auto ensamblados con nanotubos de carbono; nanocatalizadores; sondas y sensores fluorescentes; celdas de combustible. Estudio de sistemas de cúmulos (clusters) nanoscópicos; fisicoquímica de superficies nanoestructuradas; nanotubos de carbono y sistemas poliméricos; nanofotónica; modificación químico-bioquímico de puntos cuánticos (q-dots) y nanopartículas; nanoscopías de biomoléculas y nanopartículas; teoría y métodos computacionales para el diseño de materiales en nanoescala.	B; C
Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA) - FCE (Depto. de Física) CETMIC-QUINOR- (Lab. de Nanoscopias y Fisicoquímicas de Superficies; Lab. de Técnicas de Luz Sincrotón; Lab. de Corrosión y Protección de Metales; Lab. de Biomateriales; Lab. de Fisicoquímica de Interfaces y Electroquímica, INBIOLP)	■	■		■		■	Nano y microfabricación mediante litografías suaves; diseño y síntesis de materiales nanoestructurados, sensores y biosensores; funcionalización de superficies. Fabricación y estudio de aerogeles nanocompositos, óxidos semiconductores magnéticos diluidos, ferro fluidos; almacenamiento de hidrógeno; conversión fotovoltaica.	B
CINDECA - PLAPIMU (CIC/UNLP)		■		■			Síntesis de micro y nanomateriales híbridos; síntesis y caracterización de nanopartículas de titanio y óxidos magnéticos de hierro; desarrollo de catalizadores basados en óxidos inorgánicos; resolución racémica de productos de interés biológico en nanofilm.	B
Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (CIDEPINT) - (CIC-CONICET) - La Plata				■			Aplicación de materiales nanoestructurados específicamente aplicados a sectores de materiales sintéticos como las pinturas y los plásticos; nanocompósitos de matriz metálica, orgánica, inorgánica entre otras; matrices poliméricas con nanopartículas.	
Universidad Nacional de Quilmes (UNQUI) - Lab. de Diseño de Estrategias de Targeting de Drogas (LDTD)	■					■	Nanomedicinas basadas en drogas conocidas y aprobadas; diseño de nanosistemas de entrega de drogas.	
Universidad Nacional de Córdoba (UNC) - CIBIQ-CEPROCOR - Agencia Córdoba Ciencia						■	Estudios de autoorganización de bionanoestructuras en procesos biológicos.	B;C;D
Universidad Nacional de San Luis (UNSL)						■	Estudios de autoorganización de bionanoestructuras en procesos biológicos; recuperación de metales y obtención de nanomateriales a través de reacciones heterogéneas.	B;C;D
Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER) - Facultad de Ingeniería	■						Microsistema biotecnológico (BioMEMS); nanomateriales en aplicaciones biomédicas.	A
Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) - (Chaco- Corrientes) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura						■	Estudio de propiedades ópticas de nanocristales.	A

Centros de I+D	Áreas de aplicación					Investigación básica	Áreas de trabajo	Redes
	1	2	3	4	5			
Universidad del Litoral (UNL): Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC) II- Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (INCAPE)	■			■		■	Desarrollo de nanoestructuras y superficies por bombardeo iónico; estudio de propiedades optoelectrónicas; desarrollo y caracterización de nanomateriales; sistemas catalíticos estructurados; simulación computacional y desarrollo de modelos; BioMems.	A
Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMP): Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) (Depto. de Catálisis Superficiales)		■		■		■	Biomateriales para la salud; obtención, funcionalización y caracterización de nanocompuestos de matriz polimérica, cerámicas, celulosa, fenólica; servicio de asesoramiento y asistencia técnica.	
Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSBIO) Laboratorio de Física del Sólido (LaFiSo); Instituto de Química Física			■			■	Estudio de las propiedades termodinámicas y de transporte de semiconductores y sistemas magnéticos nanoestructurados; estudios electroquímicos y de superficie de películas formadas sobre metales de interés tecnológico.	D
Universidad Austral	■				■		Diseño y fabricación de nanobiosensores	
Universidad Nacional del Sur (UNS)	■			■		■	Síntesis y caracterización de materiales orgánicos y mixtos nanoestructurados; estudios físicos y químicos de nanomateriales a base de carbono.	
Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) - Fac. de Ciencias Exactas, Físico Químicas y Naturales; Fac. de Ingeniería (Grupo de Mecánica Computacional; Lab. de Máquinas Térmicas e Hidráulicas).				■	■	■	Inmovilización de biomoléculas sobre electrodos nanoestructurados; desarrollo de biosensores basados en carbono vítreo y aplicaciones analíticas.	B
Instituto Tecnológico Buenos Aires (ITBA) - Lab. para Diseño Virtual de Sistemas Micro- y Nanofluidicos; CIMA - Centro de Ingeniería en Medio Ambiente		■		■		■	Microfluídica y nanofluídica; estudio del impacto de la nanotecnología en el medio ambiente; fabricación de membranas poliméricas para sensores.	
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs.As. (UNCPBA) - PLADEMA						■	Nanoreactores para control de calidad.	
Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)	■	■		■	■	■	Fabricación de nanotubos de carbono; microinmunosensores electroquímicos; Lab-on-a-chip.	
Universidad Nacional del Comahue (UNCo) Fac. de Ingeniería (Depto. de Química)		■		■		■	Diseño y fabricación de membranas de matriz mixta con nanopartículas de alúmina de superficie funcionalizada; funcionalización de arcillas naturales.	
Universidad Nacional de Rosario (UNR) - Instituto de Química Rosario (IQUIR) [CCT-ROSARIO]	■					■	Biopolímeros y macromoléculas para drug delivery; desarrollo de dispersiones sólidas, micropartículas, comprimidos y cápsulas.	
Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Centro de Investigación y Tecnología Química (CiTeQ) - Facultad Regional Santa Fe- Facultad Regional Río Gallegos - Facultad Regional La Plata	■	■		■		■	CiTeQ: inmovilización de proteínas y drogas en nanopartículas; F.R. Santa Fe (en relación con la empresa Nanotec): nanometales; desarrollo de pintura con biocidas y de materiales para la remediación ambiental; F.R. Río Gallegos: estudios sobre biomineralización en seres vivos; F.R. La Plata: polímeros coloidales industriales.	

FINANCIAMIENTO FONTAR

El Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR)⁵, a través de sus diferentes instrumentos aprobó 12 proyectos en el sector de nanotecnología durante el período 2006-2008, cuyos montos aprobados alcanzaron los 3,8 millones de pesos (representando el 46% del monto total de los proyectos). El principal instrumento de financiación correspondió a los subsidios, en particular a través de los Aportes no Reembolsables (ANR), una línea con un importante componente de I+D.

Distribución de los proyectos aprobados por el FONTAR según el tipo de beneficio durante el período 2006-2008



Fuente: Elaboración propia en base a datos del FONTAR

De los proyectos seleccionados, el 58% estuvieron orientados a actividades de investigación y desarrollo, fabricación de productos químicos y a la generación de medicamentos y productos farmacéuticos.

Los proyectos aprobados por el FONTAR orientados a la nanotecnología se concentraron en su mayoría en la región Bonaerense (Provincia de Buenos Aires y Ciudad de Buenos Aires) y en menor magnitud en las provincias de Entre Ríos y Santa Fe.

Ramas de aplicación según CIIU Rev. 3 ⁶	Proyectos aprobados
Investigación y desarrollo experimental en el campo de las ciencias médicas	3
Productos químicos	2
Productos farmacéuticos	2
Investigación y desarrollo experimental en el campo de las ciencias agropecuarias	1
Instrumentos y aparatos de medición	1
Equipo médico y quirúrgico	1
Productos lácteos n.c.p.	1
Servicios n.c.p.	1
Total	12

n.c.p.: no clasificados previamente
Fuente: Elaboración propia en base a datos del FONTAR

⁵ Para la identificación de los proyectos financiados por el FONTAR que están relacionados con aplicaciones de la Nanotecnología, se realizó una búsqueda de palabras claves en los títulos y resúmenes de los proyectos aprobados en el período 2006-2008 que indican la utilización de técnicas o instrumentos de trabajo en la nanoescala.

⁶ Clasificación Industrial Internacional Uniforme, Revisión 3, confeccionada por la División de Estadísticas de la Organización de Naciones Unidas

FINANCIAMIENTO FONCYT

Durante el período 1997-2006, el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) financió 103 proyectos orientados al sector de nanotecnología a través de las siguientes convocatorias:

- Idea Proyecto-Programa de Áreas Estratégicas (IP-PAE) 2006
- Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT)⁷
- Proyectos de Modernización de Equipamiento (PME) 2003
- Programa de Áreas de Vacancia (PAV) – Nanotecnología 2004

Datos generales del sector Nanotecnología (período 1997-2005)

Cantidad de proyectos (<i>sin incluir PAE</i>)	103
Monto total financiado (<i>en miles de pesos</i>)	17.723
% sobre el total de monto otorgado	4%
Relación monto/proyecto (<i>en pesos</i>)	172.067

Fuente: Elaboración propia en base a datos del FONCYT

En términos generales, la cantidad de proyectos financiados por el FONCYT en el sector de Nanotecnología entre el período 1997-2005 creció más de un 200%.

Programa de Áreas Estratégicas (PAE)

El principal objetivo de los PAE es promover la integración y el fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, a través de la interacción sinérgica de instituciones dedicadas a la producción de conocimientos en temas prioritarios; la resolución de problemas y/o el aprovechamiento de oportunidades emergentes en los sectores de producción de bienes y prestación de servicios.

A través de esta línea, se financiaron 2 proyectos por un monto cercano a los \$14,6 millones. Las principales Instituciones participantes fueron:

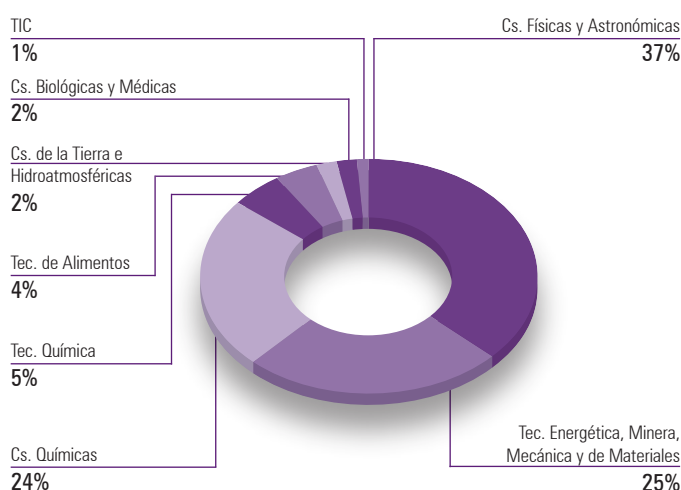
Proyecto	Instituciones
Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología	UBA / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales / INQUIMAE
	CNEA / Instituto Balseiro
	INVAP
	UNLP / CONICET / INIFTA
	Nanotek
	Darmex
	B&W
Red para el diseño, fabricación y caracterización de micro y nanodispositivos para aplicaciones en el área espacial, la seguridad y la salud.	CNEA / Centro Atómico Constituyentes
	CONAE
	Universidad Nacional del Sur
	Universidad Austral
	UNSAM
	INTI
	Laboratorio Craveri
	AUPET SA

Línea PICT

Esta línea tiene por objeto generar nuevos conocimientos en todas las áreas científico-tecnológicas cuyos resultados estén destinados a priori al dominio público.

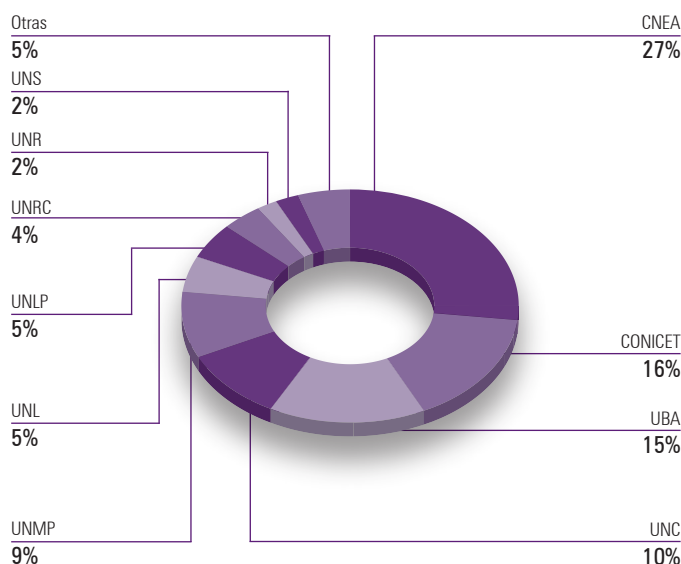
Sobre un total de 99 proyectos nano financiados a través de este instrumento durante el período 1997-2005, más de un tercio de los proyectos estuvieron orientados a las Ciencias Físicas y Astronómicas, mientras que un 25% al área de Tecnología Energética, Minera, Mecánica y de Materiales. Durante el período bajo estudio, todos los proyectos de esta línea fueron ejecutados por instituciones públicas, donde en particular el 56% correspondió específicamente a universidades públicas. Analizadas según institución beneficiaria, la que más proyectos ejecutados tuvo fue la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), con el 27% de los proyectos.

Distribución PICT por área temática



Fuente: Elaboración propia en base a datos del FONCYT

Distribución PICT según institución⁸ beneficiaria durante el período 1997-2005



Fuente: Elaboración propia en base a datos del FONCYT

Líneas PME y PAV

	PME 2003	PAV 2004
Monto financiado (en pesos)	3.600.000	3.553.982
Cantidad de proyectos	2	4

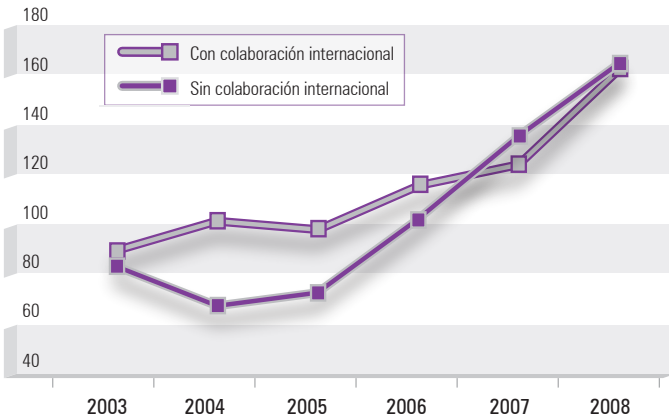
⁷ Incluyen las convocatorias 1997, 1998, 1999, 2000/2001, 2002-2005

⁸ Univ. Nac. de Córdoba (UNC); Univ. Nac. de Mar del Plata (UNMP); Univ. Nac. del Litoral (UNL); Univ. Nac. de la Plata (UNLP); Univ. Nac. de Río Cuarto (UNRC); Univ. Nac. de Rosario (UNR); Univ. Nac. del Sur (UNS)

PUBLICACIONES EN EL CAMPO DE LA NANOTECNOLOGÍA

La producción argentina en nanotecnología muestra una tendencia creciente al analizar la evolución de las publicaciones científicas. Según datos del Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT) para el 2008 más del 4% del total de publicaciones científicas argentinas fueron sobre nanotecnología cuando en el 2003 sólo representaban el 3%. La mitad de esas publicaciones fueron realizadas en colaboración internacional lo que refleja la tendencia a una mayor internacionalización de la ciencia, a partir de las políticas de cooperación internacional en CTI.

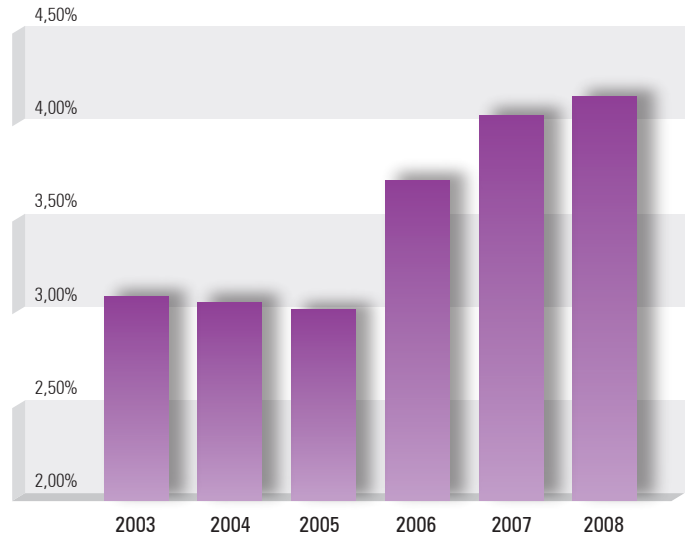
Cantidad de publicaciones



Fuente: Elaboración propia en base a datos de CAICYT

La tasa de crecimiento promedio anual de la producción científica en nano es de 14% para el período analizado, mientras que para el total de publicaciones argentinas llega al 7%, marcando el fuerte dinamismo del sector. Al comparar la producción de 2008 con respecto a la de 2005, se observa un marcado ascenso, pasando de 169 publicaciones a 327 respectivamente⁹.

Participación de producción nano sobre total de publicaciones

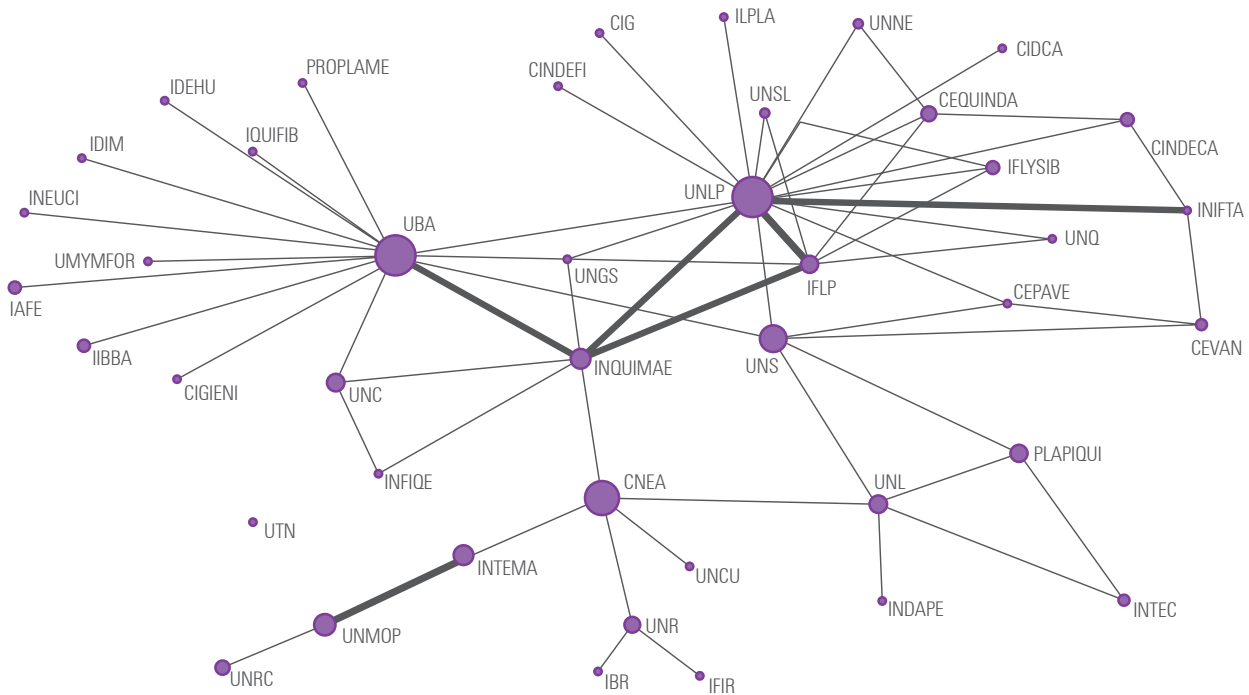


Fuente: Elaboración propia en base a datos de CAICYT

Redes de colaboración

Las siguientes figuras muestran la evolución de la conformación de redes de colaboración a través de la firma conjunta de artículos de nanotecnología entre instituciones argentinas. Los nodos representan instituciones, cuyo diámetro está dado por la cantidad de artículos publicados, mientras que las líneas dan cuenta de la firma conjunta de trabajos. El grosor de las líneas representa la cantidad de artículos en colaboración registrados entre las instituciones que vinculan¹⁰.

Redes de instituciones científicas argentinas con producción científica en nanotecnología (2000):



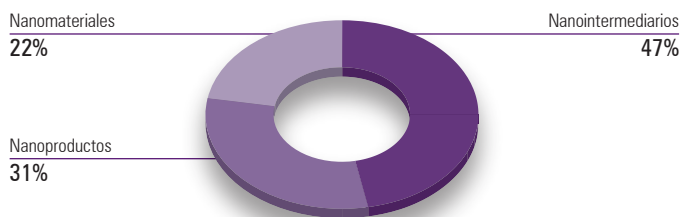
Fuente: CAICYT

⁹ Fuente: CAICYT sobre datos de ISI Web Science.

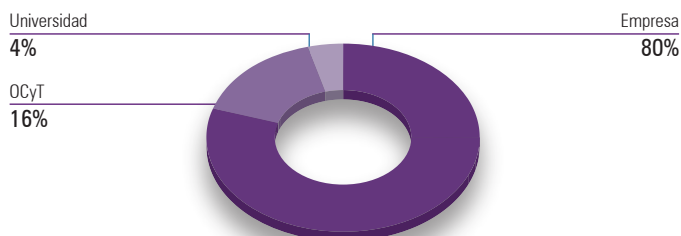
¹⁰ "Nanotecnología: Tendencias recientes en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D)", CONICET-CAICYT, AGENCIA, Octubre 2008. Disponible en <http://www.caicyt.gov.ar/bases-de-datos-e-indicadores/documentos-1/nanotecnologia.pdf>

	Nº Publicación	Solicitante	País origen	Título	Contenido técnico	
Nanomateriales	3	AR061992	UNILEVER N.V.	Holanda	MEJORAS REFERIDAS A NANODISPERSIONES.	Procedimiento para preparar nanodispersiones solubles en forma contraria de materiales a lo sumo levemente solubles en un material portador soluble, que comprende las siguientes etapas: (i) proporcionar una mezcla de una única fase, y (ii) secar la mezcla para remover el solvente.
	4	AR061901	CHEMISCHE FABRIK BUDENHEIM KG.	Alemania	PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE FOSFATOS METÁLICOS NANOFINOS, FOSFATO NANOFINO PRODUCIDO MEDIANTE DICHO PROCESO Y SU USO.	Proceso para la producción de fosfatos metálicos nanofinos.
Nanoherramientas	1	AR060172	GADOR S.A.	Argentina	COMPOSICIONES FARMACÉUTICAS CONTENIENDO NANOPARTÍCULAS PARA ADMINISTRACIÓN NASAL DE AGENTES TERAPÉUTICAMENTE ACTIVOS O AGENTES DE DIAGNÓSTICO POR TRANSLOCACIÓN NEURONAL HACIA EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL, PROCESO PARA PREPARAR DICHAS NANOPARTÍCULAS.	La presente se relaciona con composiciones farmacéuticas conteniendo agentes terapéuticos o de diagnóstico nanoparticulados o incluidos en nanopartículas apropiadamente diseñadas en términos de tamaño, naturaleza superficial, forma y estructura química o composición que las contenga de forma de evadir parcial o completamente, mediante la vía de translocación neuronal u otra que aún no hubiera sido elucidada, los problemas inherentes a la existencia de la BHE y el líquido cefalorraquídeo.
	2	AR062700	CONICET	Argentina	MÉTODO Y APARATO PARA LA FABRICACIÓN DE PARTÍCULAS MICROSCÓPICAS Y NANOSCÓPICAS MEDIANTE CHORRO DE FLUIDO.	Método y aparato para la fabricación de partículas microscópicas y nanoscópicas mediante chorro de fluido, pudiendo las mismas ser metálicas y no metálicas, y en el cual se utiliza un chorro de fluido a presión con o sin aporte de partículas abrasivas.
	3	AR063330	SOLVAY PHARMACEUTICALS B.V.	Holanda	NANOPARTÍCULAS MICELARES INCRUSTADAS.	La presente se refiere a una composición sólida termoestable que comprende micelas nanodimensionadas de una sustancia química pobremente soluble, tal como una sustancia biológicamente activa disuelta en un material auxiliar, estando dichas micelas incrustadas en un portador soluble en agua. La presente se relaciona adicionalmente a un proceso para preparar dicha composición sólida y a formas de dosificación farmacéuticas preparadas a partir de esta composición.
	4	AR064084	TENARIS CONNECTIONS A.G.	Liechtenstein	RECUBRIMIENTOS DE NANOCOMPUESTOS PARA CONEXIONES ROSCADAS.	Sistemas de recubrimiento que proveen resistencia a la corrosión y, opcionalmente, lubricación, para conexiones roscadas. Las composiciones comprenden una primera composición de recubrimiento que comprende matrices poliméricas de poliimidas o epoxis que se modifican con pequeñas cantidades de un polímero que contiene flúor. Los sistemas de recubrimiento pueden comprender además una segunda composición de recubrimiento, que comprende un lubricante sólido disperso dentro de una resina epoxi y un solvente.
Nanoproductos	1	AR057475	COLGATE-PALMOLIVE COMPANY	EEUU	COMPOSICIÓN ORAL QUE CONTIENE NANOPARTÍCULAS DE ZINC NO AGREGADAS.	Una composición oral que comprende un vehículo y una fuente de iones de zinc en la forma de nanopartículas que son sustancialmente no agregadas y métodos para el uso de dichas composiciones. La composición provee al usuario beneficios antiplaca y contra el mal aliento, y la inclusión de nanopartículas permite una reducción en la cantidad de iones de zinc presentes en la composición a la vez que mantiene la eficacia.
	2	AR063940	ELAN PHARMA INTERNATIONAL LIMITED.	Irlanda	FORMULACIONES DE POSACONAZOL NANOPARTICULADO.	Composiciones que comprenden posaconazol nanoparticulado, o una sal o un derivado de éste, que tienen una biodisponibilidad mejorada. Las partículas de posaconazol nanoparticulado de la composición tienen un tamaño de partícula efectivo promedio menor que aproximadamente 2000 nm, y son útiles en la prevención y el tratamiento de infecciones fúngicas y enfermedades relacionadas. Las partículas de posaconazol pueden formularse como una forma de dosificación parenteral.
	3	AR059635	BAYER HEALTHCARE LLC	EEUU	DETERMINACIÓN DE ANALITOS CON AJUSTE DE TEMPERATURA PARA SISTEMA BIOSENSOR.	Un sistema biosensor determina concentración del analito a partir de una señal de salida generada por una reacción de oxidación/reducción del analito. El sistema biosensor ajusta una correlación para determinar concentraciones del analito a partir de señales de salida a una cierta temperatura para determinar concentraciones del analito a partir de señales de salida a otras temperaturas.
	4	AR054459	THE TRUSTEES OF PRINCETON UNIVERSITY	EEUU	DISPOSITIVO OPTOELECTRÓNICO ORGÁNICO FOTOSENSIBLE.	Un dispositivo optoelectrónico fotosensible orgánico que comprende un sustrato que tiene una superficie proximal y una superficie distal; al menos una capa de electrodo en relación superpuesta sobre dicha superficie proximal de dicho sustrato, donde la capa de electrodo más alejada de dicho sustrato es transparente; y dos capas orgánicas fotoconductoras dispuestas entre al menos una capa de electrodo y dicho sustrato; donde dicha capa orgánica fotosensible se selecciona para formar una heterounión fotovoltaica con la otra capa orgánica fotosensible, para que la heterounión tenga sensibilidad espectral en una región específica del espectro electromagnético.

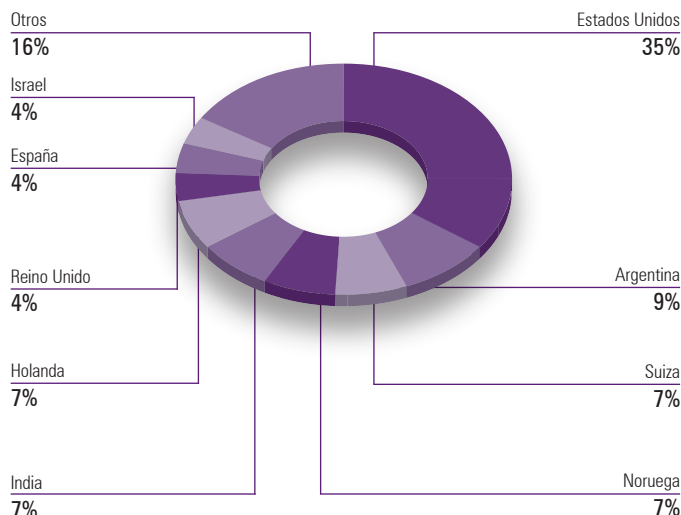
Solicitud de patentes por eslabones de la cadena de valor



Solicitud de patentes por entidad solicitante



Solicitud de patentes por nacionalidad de los solicitantes



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INPI

PROSPECTIVA EN NANOTECNOLOGÍA

En el marco de los estudios de prospectiva del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, se realizó un análisis de las principales tendencias previsibles hasta el año 2020. Para ello, se recogió información disponible en distintos estudios de prospectiva a nivel mundial, y se hicieron consultas a expertos de Argentina y Brasil, presentando aquí un resumen de dicho estudio. Las nanopartículas son actualmente usadas en las industrias que producen materiales electrónicos, magnéticos y optoelectrónicos, biomédicos, farmacéuticos, cosméticos, catalíticos y en materiales para uso en generación y transformación de energía.

Entre las industrias que experimentarán un impacto importante de la nanotecnología podemos citar la industria química y la industria farmacéutica. A nivel mundial, las nanotecnologías aplicadas a la biomedicina -conocidas como nanobiotecnología o nanomedicina- cuentan con mayor proyección de futuro porque permitirán una interacción más eficaz entre los remedios y las áreas-problema. Algunas de las nuevas aplicaciones comerciales esperadas en los próximos años, en estas y otras industrias, son:

Sistemas avanzados para la administración de medicamentos, incluyendo dispositivos implantados que administren los medicamentos automáticamente y contengan sensores que detecten el nivel de los mismos en el organismo.

Herramientas para diagnóstico médico, como identificación de cáncer y "lab-on-a-chip".

Dispositivos de enfriamiento de estado sólido que no utilicen productos químicos ni tengan partes móviles, para reemplazar compresores en autos, congeladores, aire acondicionado y otras aplicaciones del frío.

Sensores para la detección y rastreo de toxinas y productos químicos presentes en el aire y en el agua para aplicaciones en control ambiental.

Nanodispositivos para la industria de defensa.

Energías alternativas, energía del hidrógeno (células de combustible), pilas, baterías, dispositivos de ahorro energético, células fotovoltaicas (generación de electricidad solar), sistemas portátiles para la generación de energía limpia y barata.

Nuevos materiales de alta eficiencia más leves y más resistentes para objetivos de defensa, industrias aeronáutica, automotriz y aplicaciones médicas. Se prevén nuevas aplicaciones industriales muy diversas en: tejidos, deportes, cosméticos, pinturas, construcción, envasado de alimentos, pantallas planas, etc.

En general, se piensa que la nanotecnología facilitará la producción de computadoras de menor tamaño, con mayor velocidad para procesar datos y capaces de almacenar enorme cantidad de información.

El aporte desde las nanociencias al sector energético probablemente es uno de los retos más exigentes y trascendentales junto con los temas de salud, dado el fuerte impacto industrial y social que implicaría. Asimismo, el desarrollo de la nanotecnología es relevante en países como Argentina porque permitiría a futuro solucionar algunos problemas estructurales como la producción de energía y su almacenamiento; la potabilización del agua y el cuidado del medio ambiente; así como aumentar la productividad en el sector agroindustrial y mejorar la eficiencia y competitividad de las industrias.

De este modo, la nanotecnología es crecientemente percibida como una oportunidad de reducir la brecha con los países desarrollados dado su naturaleza revolucionaria y disruptiva sobre algunas de las actuales tecnologías.

COMENTARIOS FINALES

El uso de nanotecnologías para desarrollar productos con nuevas y mejores propiedades está despertando grandes expectativas por su potencial capacidad para generar innovaciones radicales. Las innovaciones basadas en la nanotecnología darán respuesta a gran número de los actuales problemas y necesidades de la sociedad, constituyendo a la vez una oportunidad para obtener productos de alto valor agregado que mejoren la competitividad de las industrias y les permita acceder a nuevos nichos de mercado. Esta situa-

ción exigirá una adaptación y reestructuración de muchos sectores industriales para desarrollar procesos más eficientes y de menor impacto medioambiental, y productos que satisfagan las expectativas de los consumidores.

La Argentina se encuentra en una posición favorable para el desarrollo de la actividad nanotecnológica. Actualmente, se cuenta con recursos humanos de alta capacidad científica y técnica y se dispone de laboratorios de investigación y desarrollo de primer nivel. A la vez, existe una

creciente red de colaboración científica a nivel nacional.

Aun es difícil predecir a ciencia cierta cuál será el nivel de aplicabilidad industrial y el impacto de la nanotecnología en la estructura productiva argentina. Sin embargo, la nanotecnología y sus productos no están fuera de nuestro alcance. Al igual que en otros países que cuentan con desarrollos en nanoaplicaciones industriales, el papel del Estado se torna fundamental para promover e incentivar nuevas acciones en el área.

nano

bet

ISSN 1852-3110

Elaborado por
Dirección Nacional de Información Científica
y Dirección Nacional de Estudios
Subsecretaría de Estudios y Prospectiva



**Secretaría de
Planeamiento y Políticas**

Ministerio de Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva



**Ministerio de
Ciencia, Tecnología
e Innovación Productiva**

Presidencia de la Nación

Contacto: bet@mincyt.gov.ar
Av. Córdoba 831 (C1054AAH)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
www.mincyt.gov.ar

bet