

# **INFORME A LA SOCIEDAD**



Ciencia, Tecnología e Innovación  
en Uruguay en los últimos años

Mayo 2012

PROYECTOS APROBADOS DESDE LA CREACIÓN DE LA ANII:

**310** de  
investigación y desarrollo

**290** de innovación

**98** de fortalecimiento  
de los recursos humanos

**54** en fondos  
sectoriales

EN LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA:

**559** grupos de  
Investigación a marzo de 2010

**51** nuevas carreras de  
posgrado creadas entre 2005 y 2010

**4** polos de  
desarrollo universitario  
en el interior del país en 2011

**374** nuevos  
posgraduados en el  
año 2010 en UdelAR

TAMBIÉN:

**1.504** investigadores  
categorizados en el Sistema  
Nacional de Investigadores en 2011

**925** publicaciones científicas  
de investigadores nacionales en revistas  
referenciadas en Scopus en 2011

**57** proyectos de inversión con  
componente de innovación promovidos  
en el marco de la ley de inversiones

**535** clubes de ciencias  
de 99 localidades de todo el país en 2011

**630.000** computadoras  
entregadas por el Plan Ceibal

**25.000** docentes  
capacitados en el Plan Ceibal

**5.345** productos de  
investigaciones elaborados por el INIA

**1.750** exámenes realizados  
por el ciclotrón PET de CUDIM

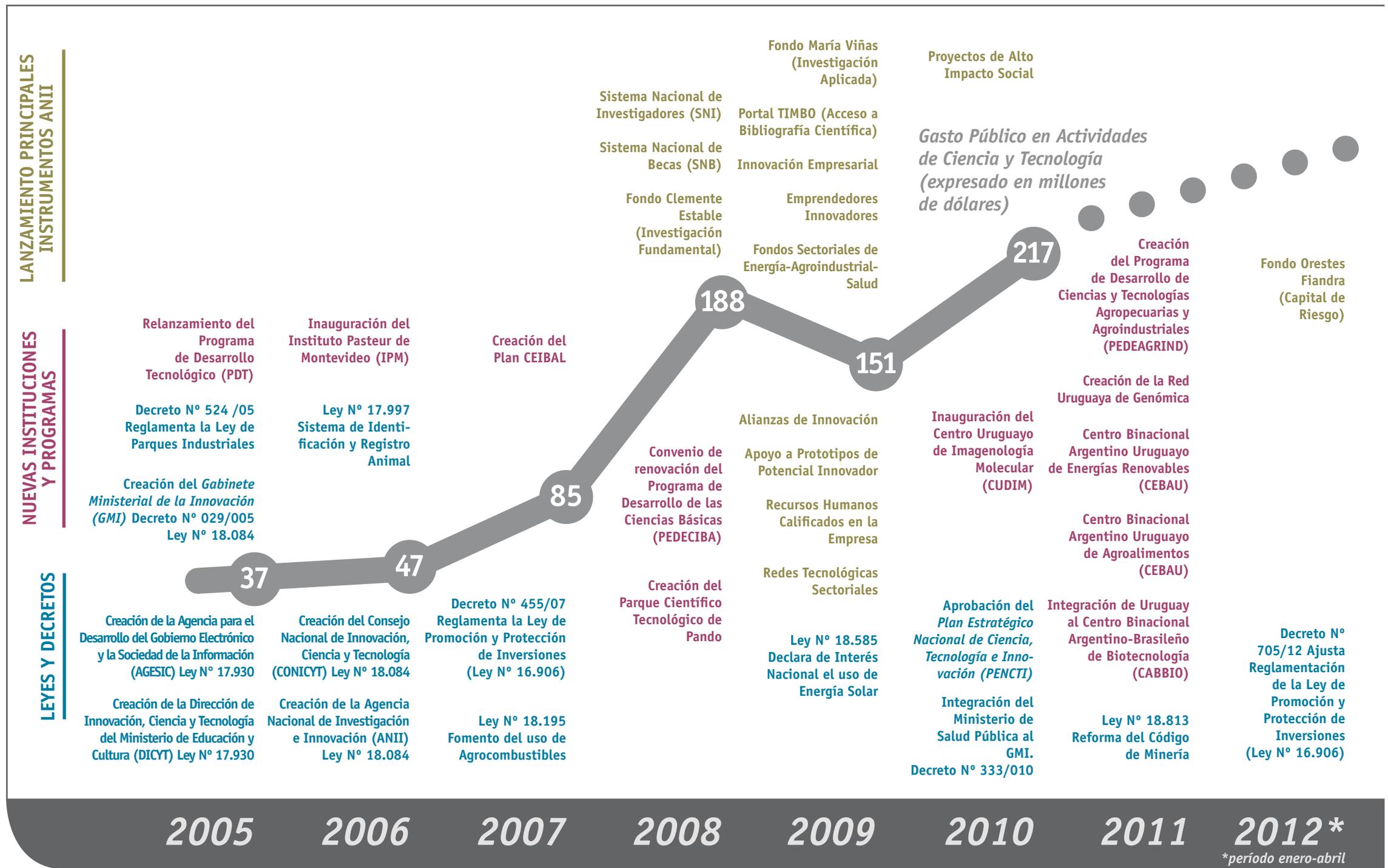
**650** pymes asistidas  
con transferencia tecnológica  
por el LATU en período 2005-2010

**500.000** descargas  
de artículos científicos  
en el Portal TIMBO

**15** jóvenes  
científicos repatriados por  
el Instituto Pasteur de Montevideo

**765** investigadores en  
el Programa de Desarrollo de  
la Ciencias Básicas

# EVENTOS SIGNIFICATIVOS RELACIONADOS A LA POLÍTICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



El gráfico representa la evolución del Gasto Público en Actividades de Ciencia y Tecnología. Está expresado en millones de dólares e incluye investigación y desarrollo, servicios científicos y tecnológicos, y actividades de apoyo. La información surge de la encuesta de inversión en actividades de ciencia y tecnología realizada en 2005 y 2006 por DICYT y en 2007-2010 por ANII. El pico del año 2008 se explica por la importante inversión inicial del Plan CEIBAL. La información de 2011, si bien se estima una tendencia creciente, aún no está disponible.



GABINETE MINISTERIAL DE LA INNOVACIÓN  
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

**Dr. Ricardo Ehrlich**

Ministro de Educación y Cultura

**Ec. Fernando Lorenzo**

Ministro de Economía y Finanzas

**Ing. Quím. Roberto Kreimerman**

Ministro de Industria, Energía y Minería

**Dr. Jorge Venegas**

Ministro de Salud Pública

**Ing. Agr. Tabaré Aguerre**

Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca

**Ec. Gabriel Frugoni**

Director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto



**Dr. Ricardo Ehrlich**  
Ministro de Educación y Cultura

**Mtro. Oscar Gómez**  
Subsecretario de Educación y Cultura

**Sr. Pablo Alvarez**  
Director General

**Ing. Gerardo Agresta**  
Director de Innovación, Ciencia y Tecnología



<b>Prólogo. Ricardo Ehrlich</b> .....	5
<b>Presentación. Gerardo Agresta</b> .....	7
<b>Las nuevas instituciones en la política de innovación, ciencia y tecnología</b> .....	11
<b>Capítulo I. Consolidando el sistema científico-tecnológico y su vinculación con la realidad productiva y social</b> .....	15
Agencia Nacional de Investigación e Innovación .....	17
Centro Uruguayo de Imagenología Molecular .....	25
Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable .....	31
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria .....	41
Instituto Pasteur de Montevideo.....	53
Laboratorio Tecnológico del Uruguay.....	63
Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas .....	73
Universidad de la República .....	79
Universidades privadas.....	107
<b>Capítulo II. Incrementando la competitividad de sectores productivos en el escenario de la globalización</b> .....	119
Agencia Nacional de Investigación e Innovación .....	121
La Aplicación de la Ley de Inversiones .....	131
Programas destacados .....	137
Evolución de las exportaciones y su contenido tecnológico .....	147
Informe preliminar de encuestas de innovación .....	149
<b>Capítulo III. Desarrollando capacidades y oportunidades para la apropiación social del conocimiento y la innovación inclusiva</b> .....	153
Resolución de problemas sociales y la inclusión social.....	155
Divulgar los avances científico-tecnológicos.....	165
Fomentar el espíritu científico, tecnológico y emprendedor de niños y jóvenes .....	169
<b>Anexos</b> .....	177
Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación .....	179
Siglas y Acrónimos .....	203



Venimos recorriendo un largo camino para construir capacidades en ciencia, tecnología e innovación, con el objetivo de convertirnos en un país de conocimientos. Trabajamos para un país cuyas riquezas principales sean las capacidades y talentos de su gente: creatividad y condiciones para explorar nuevos territorios, habilidades e inteligencia de las manos y fuerza emprendedora. Muchos esfuerzos han ido jalonando el camino: políticas públicas en distintos momentos; el apoyo generoso de políticas de cooperación internacional, destacándose a ese nivel la apertura y permanente acompañamiento de los sistemas de ciencia y tecnología de los países de la región; los esfuerzos de numerosas instituciones nacionales que han ido ciñendo el viento en tiempos distintos; muy destacados aportes de científicos y tecnólogos que

han hecho suyo este desafío y, finalmente, generaciones de jóvenes que han osado recorrer estos caminos, buscando construir su y nuestro futuro.

En áreas muy diversas se fue mostrando que era posible asumir el desafío y alcanzar altos niveles localmente. En todas las horas se buscaron formas de acercar la creación de conocimiento a la resolución de problemas del país, a la creación de riqueza, estimulando el acercamiento de los distintos actores cuya confluencia es necesaria para crear e innovar; la formación de las nuevas generaciones y su lugar en el país fue siempre un desafío central. Fue necesario construir confianza y contextos de generosidad y optimismo para avanzar en las distintas circunstancias por las que fue viviendo el país en las últimas décadas.

En años recientes se fortalecieron las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. Se creó una nueva institucionalidad, se realizó un esfuerzo mayor a nivel del financiamiento y estímulo público a las actividades, se crearon nuevas instituciones y se fortalecieron las existentes, se crearon nuevos instrumentos para alentar iniciativas a nivel empresarial, se desarrolló la actividad académica y se abrieron nuevas oportunidades para los jóvenes. Hoy es posible asumir un desafío mayor, es necesario y posible un cambio de pendiente, un cambio de la velocidad en las actividades de ciencia, tecnología e innovación, que conduzcan a un impacto creciente en la vida del país, en la creación de riqueza y bienestar y en el apoyo al desarrollo de nuestra cultura y educación.

El pasar a una nueva etapa requiere renovar el compromiso con la sociedad. En esa dirección se inscribe el presente informe: es una rendición de cuentas de la ciencia, la tecnología y la innovación, un resumen del camino recorrido a partir del esfuerzo que realizó el país en los últimos años, buscando alcanzar metas superiores. Ello necesariamente requiere el acompañamiento de la sociedad, a quien está destinado este informe.

Esperamos que estas páginas contribuyan a realizar nuevos y mayores esfuerzos, abrir nuevos caminos y seguir ensanchando el horizonte para las nuevas generaciones.

**Ricardo Ehrlich**  
**Ministro de Educación y Cultura**



El decidido impulso a las políticas de ciencia, tecnología e innovación debe ser conocido y acompañado por la sociedad. El poner énfasis en esa dirección tiene implícita una mirada del país a largo plazo, que muchas veces hace que sea difícil transmitir en términos no académicos y con hechos concretos cual es el impacto de esas orientaciones.

Es responsabilidad de los actores que participan en la implementación de dichas políticas hacer una comunicación adecuada de los resultados a los que se aspira y los que se obtienen en ese camino. Quienes estamos convencidos de que generar una cultura de innovación es importante para nuestro país, debemos crear las herramientas de comunicación que permitan ejemplificar claramente de qué estamos hablando. La responsabilidad se multiplica cuando

además de procurar avanzar en un camino, se dedica a ello mucho tiempo de funcionarios públicos y se invierten crecientes sumas de dinero. Éste es el caso.

La vocación de comunicar es evidente cuando se revisa la información generada por diferentes centros académicos y organizaciones que promueven la cultura científica o emprendedora. Existe una multiplicidad de publicaciones e iniciativas de comunicación que llegan en mayor o menor medida a diferentes sectores de nuestra sociedad. En la mayoría de los casos se trata de iniciativas aisladas, centradas en una única institución o en algunos casos en temas específicos. Adicionalmente a esas iniciativas, es necesaria una mirada general del sistema y tratar de enfocar los diferentes avances en torno a los objetivos estratégicos definidos por el país. Es en este sentido que la

presente publicación se propone realizar un aporte, con la perspectiva de generar en el futuro herramientas de mayor alcance.

El informe se estructura en torno a los tres objetivos iniciales planteados en el Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI), el cual se anexa al final por considerarlo clave para comprender los puntos de partida, el rumbo tomado y los avances en las líneas estratégicas. La selección que hemos hecho de la información a presentar, muchas veces nos ha planteado dificultades en cuanto a cual objetivo del PENCTI vincularla y por lo tanto en qué capítulo del informe debía aparecer. Preferimos evitar compartimentar demasiado la publicación, entendiendo que mucha de la información que aparece particularmente en el capítulo I podría estar incluida en los capítulos II o III.

El capítulo I se propone dar cuenta de la consolidación del sistema científico. En el buscamos mostrar en qué manera los equipos humanos en los últimos años han encontrado un ambiente propicio para su consolidación y desarrollo. Estos grupos de investigadores y científicos han avanzado notoriamente en materia de producción científica. Pero también se han volcado a analizar cuáles son las demandas de la sociedad y de manera creciente dan muestras de ello a través de ejemplos concretos. Es por ello que hemos realizado una serie de destacados a diferentes proyectos y resultados que ha sido de los aspectos de edición más difíciles de la publicación. Hemos seleccionado estos casos por la calidad o el

impacto de los trabajos, así como también por la posibilidad de comunicarlos en un lenguaje no técnico en pocas palabras. Hemos recurrido para estos destacados a información publicada en prensa y publicaciones especializadas en divulgación, además de elaborar varios textos en base a resúmenes publicables o informes de resultados. Si bien en todos los casos se hace referencia clara a las fuentes utilizadas, hemos evitado el uso de comillas para expresar la copia de texto expreso a efectos de facilitar la lectura. Desde ya agradecemos la indulgencia de los autores de documentos que hemos utilizado de esa forma.

La consolidación de los grupos de investigación a la que nos referíamos anteriormente, también permite a los emprendedores que buscan innovar, contar con interlocutores cercanos que les permitan resolver muchos de los problemas que surgen en la implementación de procesos o elaboración de productos novedosos. Esa capacidad de analizar localmente muchos de los temas que se plantean en el sector productivo, conjugado con un instrumento de promoción de inversiones cada vez más focalizado y una serie de herramientas de promoción de la innovación, está colaborando para que los emprendedores sean más dinámicos. Eso lleva a que nuestro país se encuentre actualmente en niveles históricos en materia de inversión en actividades de ciencia y tecnología, llegando al 0,99% del PBI en el año 2010 y a 0,41% específicamente destinado a actividades de investigación y desarrollo (\*). Estos guarismos, si bien son bajos comparados con los países vecinos –más aún con los países

de mayor desarrollo-, representan un crecimiento para nuestro país cercano al doble de lo invertido antes de 2005 en términos relativos al PBI.

El capítulo II busca presentar los instrumentos utilizados, algunos programas que han puesto el énfasis en la innovación empresarial e indicadores que muestran en qué forma ha evolucionado el sistema en el sentido propuesto. También se presentan varios casos de resultados exitosos que principalmente se han seleccionado en base a la posibilidad de comunicarlos.

En el capítulo III hemos destacado programas orientados a generar innovación inclusiva, y divulgación del conocimiento tal como está planteado en el PENCTI. Son, claramente, áreas de trabajo muy diferentes a las que además del sistema académico de generación de conocimiento, se agregan otras organizaciones que trabajan en la divulgación científica, de las cuales damos muy resumida cuenta.

Existen aspectos que no están contemplados en este documento o lo están muy parcialmente. Uno de ellos es la formación de recursos humanos que está planteado como cuarto objetivo del PENCTI para generar las capacidades humanas que sostengan los objetivos anteriores. Existe anualmente una publicación –el “Anuario Estadístico de Educación”- elaborada por la Dirección de Educación del Ministerio de Educación y Cultura, que presenta detalladamente la forma en que el país va evolucionando en ese camino. A efectos de conocer cuáles son las carreras que se están dictando, can-

tidad de estudiantes y egresados, se sugiere remitirse a dicho documento.

Tampoco hemos hecho referencia expresa a las iniciativas vinculadas a un sistema de evaluación de políticas públicas en ciencia y tecnología, ni a temas de vigilancia y prospectiva tecnológica, tal cual lo plantea el objetivo quinto del PENCTI. Esto se debe a que si bien existen iniciativas que muestran que se han dado avances en ese sentido, aún no se ha conformado un sistema que vincule esas iniciativas para trabajar coordinadamente. Es aún un tema en el que se está trabajando en aspectos operativos en la Agencia Nacional de Investigación e Innovación, el Laboratorio Tecnológico del Uruguay, la Universidad de la República, el Ministerio de Educación y Cultura y a nivel de coordinación en el Consejo Nacional de Innovación Ciencia y Tecnología y en la Dirección de Innovación Ciencia y Tecnología.

Otro aspecto que no hemos destacado pero que tiene gran relevancia en el sistema científico nacional es el de la cooperación internacional. Nuestro país está en los primeros niveles en los indicadores (\*\*\*) que muestran trabajos científicos colaborativos y tiene gran importancia para el sistema porque, también en este caso, el tamaño del país cuenta a efectos de conformar las masas críticas que permitan un desarrollo académico sólido. Existe una gran red de vinculación con el exterior, donde juegan un papel muy importante los científicos uruguayos radicados en otros países. También se han creado últimamente centros virtuales de cooperación científica con Argentina y Brasil y existen muy interesantes

proyectos que proponen consolidar el relacionamiento existente tanto con los países limítrofes como a nivel de MERCOSUR. Creemos que la información sobre este tema es un deber en esta publicación y adelantamos que consideramos sumamente importante continuar invirtiendo en esa línea a través de diferentes instrumentos.

Hemos asumido el desafío de presentar en un texto que sea lo más amigable posible, el despliegue realizado por nuestro país en la promoción de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Dar cuenta de lo actuado, de los esfuerzos realizados, de las personas involucradas y

comprometidas ha resultado una tarea sumamente gratificante que nos ha permitido ahondar en el conocimiento de nuestro sistema de innovación. No habríamos podido hacerlo sin la colaboración que las diferentes instituciones han brindado para la realización de esta tarea, a las que agradecemos profundamente. Esperamos que esta publicación sea un paso positivo en la efectiva comunicación de ésta línea política que de manera tácita incorpora una importante visión de futuro.

**Gerardo Agresta**

**Director de Innovación, Ciencia y Tecnología  
Ministerio de Educación y Cultura**

(\*) Informe de Seguimiento de Actividades 2011- ANII

(\*\*) Véase por ejemplo: "Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe. Un compendio estadístico de indicadores", del Banco Interamericano de Desarrollo. 2010

## Las nuevas instituciones en la política de Innovación, Ciencia y Tecnología en Uruguay

El sector de ciencia, tecnología e innovación, es uno de los sectores clave identificados por Uruguay desde 2005, para impulsar el desarrollo económico y social sustentable en el contexto de la globalización y la economía basada en el conocimiento. Para ello se diseñaron nuevas instituciones que se reseñan a continuación.

El punto de partida tiene lugar el 14 de abril de 2005, cuando se crea el Gabinete Ministerial de la Innovación (GMI) que tiene como rol central la “coordinación y articulación de las acciones gubernamentales vinculadas a las actividades de innovación, ciencia y tecnología para el desarrollo del país”. Posteriormente, a través de la Ley N°18.084 se establece que “al Gabinete Ministerial de la Innovación, le compete la fijación de los lineamientos políticos y estratégicos en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación”.

El GMI está integrado desde el inicio por el Ministro de Educación y Cultura, que lo preside, y los Ministros de Ganadería Agricultura y Pesca; de Industria, Energía y Minería; de Economía y Finanzas y el Director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Posteriormente, en noviembre de 2010, se integró el Ministro de Salud Pública. Ésta conformación de tipo transversal reconoce el carácter multidisciplinario y la complejidad institucional de los asuntos que aborda.

El decreto de creación del GMI (Decreto 136/005) determina que el Ministerio de Educación y Cultura brindará el apoyo técnico así como los recursos materiales y humanos necesarios para su funcionamiento. En ese sentido, la Ley 17.930 establece en su artículo 262, la creación de la Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (DICYT) con el cometido de ela-

borar e impulsar las políticas, lineamientos, estrategias y prioridades del Ministerio de Educación y Cultura en materia de innovación, ciencia y tecnología. Además, a la DICYT le corresponde articular las acciones de este Ministerio con los restantes Ministerios, así como con otros organismos públicos y privados, vinculados directa o indirectamente con estas políticas, oficiando como soporte del sistema en materia de elaboración técnica, evaluación y seguimiento y generación de información relevante para la toma de decisiones. La DICYT, desde marzo de 2010, ejerce la secretaría ejecutiva del GMI.

También la Ley N°17.930 crea la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), siendo la Ley N°18.804 que establece sus cometidos y competencias.

La Agencia Nacional de Investigación e Innovación es definida como una persona jurídica de derecho público no estatal y sus principales objetivos son:

A) Preparar, organizar y administrar instrumentos y programas para la promoción y el fomento del desarrollo científico-tecnológico y la innovación, de acuerdo con los lineamientos político-estratégicos y las prioridades del Poder Ejecutivo.

B) Promover la articulación y coordinación de las acciones de los actores públicos y privados involucrados, en sentido amplio, en la creación y utilización de conocimientos, de modo de potenciar las sinergias entre ellos y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

C) Contribuir, de forma coordinada con otros organismos del sistema nacional de

ciencia, tecnología e innovación, al desarrollo de los mecanismos efectivos de Evaluación y Seguimiento de Programas y demás instrumentos de Promoción en la materia. Este sistema de evaluación se constituirá en un insumo central para el diseño de incentivos a los agentes públicos y privados que participen.

La Agencia tiene los siguientes cometidos:

A) Asesorar al Poder Ejecutivo en materia de planes, programas e instrumentos orientados al desarrollo científico-tecnológico y al despliegue y fortalecimiento de las capacidades de innovación.

B) Preparar y ejecutar planes, programas e instrumentos, en los que se privilegiarán los mecanismos concursables, de acuerdo a los lineamientos político-estratégicos y las prioridades del Gabinete en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación.

C) Generar un ámbito de coordinación entre las instituciones, públicas o privadas, que desarrollen acciones dirigidas al desarrollo científico-tecnológico y de la innovación.

D) Estimular y apoyar la vinculación efectiva entre los sectores productivos y académicos a través de diversos tipos de asociaciones con participación pública y privada.

E) Apoyar las políticas públicas fomentando el desarrollo de investigaciones científico-tecnológicas que les den sustento.

F) Contribuir, de forma coordinada con otros organismos del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, al desarrollo de un Sistema de Evaluación y Seguimiento de los Programas que patrocine la

Agencia, u otros actores, así como de evaluación de los resultados y de su adecuada difusión.

G) Promover la difusión e incorporación del conocimiento en las organizaciones, orientado a la actualización tecnológica de todos los actores.

H) Identificar y promover la demanda social y productiva vinculada con Ciencia, Tecnología e Innovación y su articulación con las capacidades nacionales en dichos ámbitos.

I) Establecer relaciones de cooperación recíproca con instituciones públicas y privadas, nacionales o extranjeras y con organismos internacionales que permitan el óptimo aprovechamiento de recursos disponibles en beneficio del país.

J) Promover la vinculación de científicos y tecnólogos uruguayos en el exterior con el sistema científico-tecnológico nacional.

La dirección y administración superior de la ANII es ejercida por el Directorio, integrado por siete miembros, designados por el Poder Ejecutivo, cinco de ellos a propuesta de los Ministros integrantes del Gabinete Ministerial de la Innovación, los que ejercerán la presidencia en forma rotativa, y dos a propuesta del Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT).

La Ley N°18.084 establece también la integración y cometidos del Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT). Allí se lo define como una institución asesora del Poder Ejecutivo y el Poder Legislativo. Está integrado por representantes de distintas organizaciones institucionales o sociales vinculadas a la

ciencia, la tecnología y la innovación. Una de sus acciones previstas es propender a buscar formas de cooperación entre dichas organizaciones.

El Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT) tiene los siguientes cometidos:

A) Proponer planes, lineamientos de políticas generales y prioridades relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Innovación al Gabinete Ministerial de la Innovación, al Poder Ejecutivo y al Poder Legislativo, según corresponda. En particular, se recabará su opinión previa sobre el Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI) elaborado por dicho Gabinete así como sobre los planes y programas que instrumentará la Agencia, para lo cual recibirá la información pertinente durante su elaboración y puesta en práctica.

B) Elaborar propuestas de bases y estrategias, áreas de interés e instrumentos de políticas de ciencia, tecnología e innovación.

C) Proponer la creación y reglamentación de programas de ciencia, tecnología e innovación.

D) Promover y estimular el desarrollo de las investigaciones en todos los órdenes del conocimiento.

E) Promover acciones conducentes al fortalecimiento del sistema nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

F) Efectuar el seguimiento del funcionamiento de los diferentes programas de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación, en particular del PENCTI. Revisar, cuando lo considere conveniente y por razones fundadas, las diferentes etapas del

PENCTI y lo actuado por la Agencia, quien a esos efectos informará en tiempo y forma de todas sus resoluciones. En caso de formularse observaciones, ellas serán comunicadas al Gabinete Ministerial de la Innovación.

G) Homologar la integración de los comités técnicos que funcionarán en la órbita de la Agencia. El Consejo podrá proponer la remoción de dichos comités.

H) Contribuir, de forma coordinada con otros organismos del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, al desarrollo de un Sistema de Evaluación y Seguimiento de los Programas que patrocine la Agencia, u otros actores, así como de evaluación ex-post de los resultados y de su adecuada difusión a los actores.

I) Elegir su Presidente de entre sus integrantes.

J) Elevar al Poder Ejecutivo la propuesta de sus delegados al Directorio de la Agencia.

K) Designar a su Secretario Ejecutivo quien recibirá una remuneración con fondos propios del CONICYT.

El Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT) está integrado de la siguiente manera:

- cinco representantes del Poder Ejecutivo;

- un representante de los Entes del Estado a los que refiere el Artículo 221 de la Constitución de la República;

- siete representantes del sector académico-científico, designados cuatro de ellos por la Universidad de la República, un investigador activo electo por sus pares dentro de los categorizados por el respec-

tivo sistema, y dos por las universidades privadas;

- cinco representantes del sector productivo, designados por las organizaciones empresariales representativas;

- un representante del Congreso de Intendentes, designado por el mismo;

- un representante de los trabajadores, designado por el PIT-CNT;

- un representante de la ANEP, designado por la misma;

- su Presidente, elegido por el propio CONICYT y cuyo suplente ocupará el lugar de aquél en el Consejo.

# I.

## Consolidando el sistema científico-tecnológico y su vinculación con la realidad productiva y social

Consolidar el sistema científico-tecnológico y su vinculación con la realidad productiva y social es el primer objetivo planteado en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia y Tecnología (PENCTI). Para ello se propone conformar o consolidar masas críticas para la investigación científica y tecnológica en las áreas de mayor relevancia para el desarrollo del país, con un enfoque de corto, mediano y largo plazo, dinamizar la interacción entre instituciones de investigación y desarrollo (I+D) y otros agentes de los ámbitos afines a la ciencia, tecnología e innovación (empresarial, gubernamental, y de formación profesional y técnica), vinculando la oferta con la demanda de conocimientos. También incrementar la participación de Uruguay en redes regionales e internacionales de investigación, construir espacios laborales para jóvenes investigadores y para la inserción de investigadores radicados en el exterior y

contribuir a la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos.

Actividades comunes de ese objetivo y el segundo objetivo del PENCTI, -que se orienta a incrementar la competitividad de los sectores productivos en el escenario de la globalización,- son las de disponer de un marco regulatorio adecuado para las actividades de ciencia, tecnología e innovación, incluyendo un régimen y servicios de asesoramiento sobre propiedad intelectual, así como incentivos para aumentar la participación del sector privado en la creación de conocimientos. Asimismo, se busca contar con organizaciones y personas capacitadas para la gestión de las interfaces o articulaciones entre oferta y demanda de conocimientos.

El propio PENCTI plantea una serie de debilidades y restricciones del sistema iden-

tificadas en el año 2005 sobre las que se plantea trabajar para superarlas. Entre ellas se destaca la inversión en I+D muy baja y mayormente realizada por el sector público; Una infraestructura científico-tecnológica altamente concentrada, casi exclusivamente en la Universidad de la República (Ude-laR), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) y en el ámbito analítico industrial, el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU); Una comunidad académica muy reducida en términos absolutos y relativos con escasa participación del sector privado, tanto en el ámbito académico como productivo; Una cantidad limitada de posgrados nacionales. También la débil articulación público-privada y escaso desarrollo de redes de innovación, provocando bajo nivel de aplicación de los conocimientos generados a la esfera productiva e insuficiente generación de conocimientos orientados a resolver problemas tanto locales como sociales.

El presente capítulo busca presentar los avances que se han dado en la consolidación del sistema. En particular puede constatar a través de su lectura, de qué manera se han tomado acciones para disminuir las restricciones y debilidades mencionadas anteriormente.

# AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

La Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) responde, instrumenta y pone en práctica las definiciones tomadas en el ámbito del Gabinete Ministerial de la Innovación. A su vez, el Consejo Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología (Conicyt) funciona como asesor de los Poderes Ejecutivo y Legislativo y tiene la potestad de homologar los comités técnicos que funcionan en la ANII y emitir opinión sobre los programas e instrumentos.

Los objetivos principales de la ANII incluyen el diseño, organización y administración de planes, programas e instrumentos orientados al desarrollo científico-tecnológico y al despliegue y fortalecimiento de las capacidades de innovación. Es también objetivo estratégico de la ANII fomentar la articulación y coordinación entre los diversos actores involucrados en la creación y utilización de conocimientos,

de modo de potenciar las sinergias entre ellos y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

Los objetivos de la ANII son:

- 1) Promover articulación y coordinación de actores públicos y privados involucrados en creación y utilización de conocimientos.
- 2) Potenciar sinergias entre ellos y aprovechar al máximo los recursos disponibles.
- 3) Contribuir, coordinadamente, al desarrollo de mecanismos evaluación y seguimiento de programas y demás instrumentos de promoción en ciencia, tecnología e innovación (CTI).
- 4) Mediante inversión de fondos públicos, incentivar la inversión privada en I+D+i, promoviendo un crecimiento socioeconómico sustentable en el mediano y largo plazo.

Se presentan a continuación los principales avances procesados en los últimos años con referencia a las actividades relacionadas con el objetivo 1 del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI): consolidar el sistema científico-tecnológico y su vinculación con la realidad productiva y social.

### **Sistema Nacional de Investigadores**

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue creado por el artículo 305 de la ley 18172 del 2007, en la órbita de la ANII, con el objetivo de fortalecer, expandir y consolidar la comunidad científica nacional, acompañado de las tareas de categorizar y evaluar periódicamente a todos los investigadores y establecer un sistema de incentivos económicos. Es conducido por una comisión honoraria, de acuerdo al reglamento general aprobado por el Gabinete Ministerial de la Innovación en el 2008.

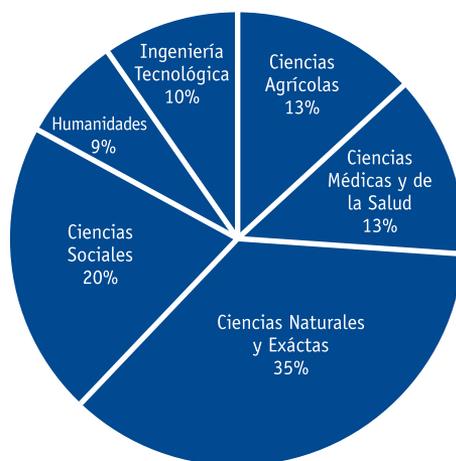
Se creó un sistema de información (CVUy), que hace pública la información de los antecedentes de los investigadores a través de la página web. Esta herramienta facilita la actualización de la información por parte de los investigadores, la evaluación de los antecedentes y la generación de indicadores, lo que permite disponer de los datos necesarios para elaborar políticas en ciencia y tecnología.

La base de datos generada por el SNI, que se continúa desarrollando y mejorando, es una potente plataforma que permite conocer mejor y articular actores nacionales entre sí y con el resto del mundo, y dar respuesta a diversas demandas productivas y sociales. Lo más importante es que se ha mejorado el conocimiento sobre qué se in-

vestiga, quiénes lo hacen, cuáles son los productos de esa labor, qué redes al interior del país y con el exterior dan cuenta del trabajo, y cuáles son las necesidades del sistema y las necesidades de ayuda y apoyo.

El SNI abrió su primera convocatoria en el 2008 y al 30 de junio del 2011, luego de tres convocatorias y una revisión, tiene categorizados 1472 investigadores. De ellos, el 39 % corresponde a candidatos a investigador, 29 % a investigadores nivel 1, 15 % a investigadores nivel II, 4 % a investigadores nivel III y 13 % a investigadores asociados, a lo que se suman 4 investigadores eméritos. Del total de investigadores categorizados, el 35 % corresponde al área de Ciencias Naturales y Exactas, 20 % a Ciencias Sociales, 13 % a Ciencias Médicas y de la Salud, 13 % a Ciencias Agrícolas, 10 % a Ingeniería y Tecnología y 9 % a Humanidades.

### **Investigadores categorizados en el SNI según área de conocimiento**

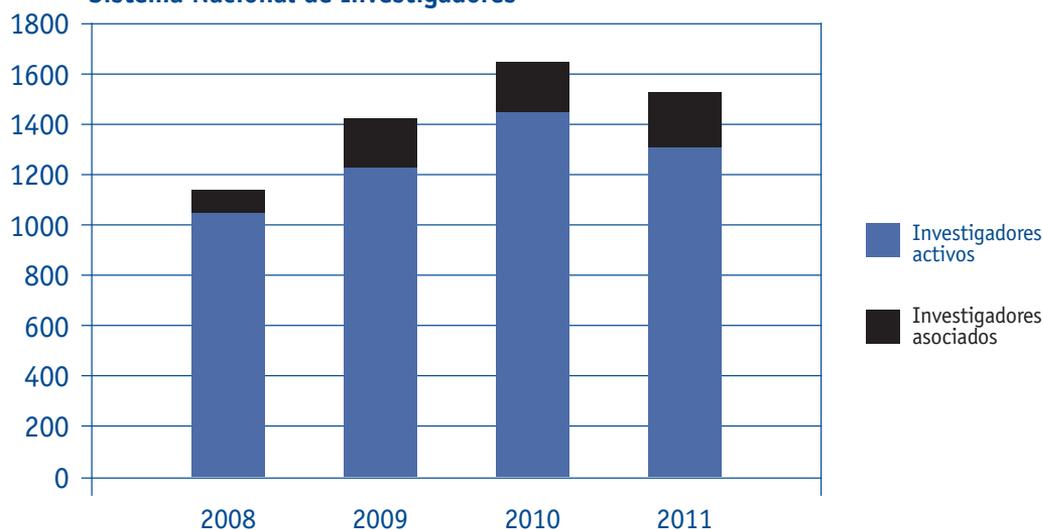


Fuente: ANII

*Algunos aportes del SNI al desarrollo de una sistema nacional de innovación*

El SNI es el principal instrumento del que dispone la ANII para consolidar una comuni-

## Sistema Nacional de Investigadores



Fuente: ANII. Los investigadores categorizados como Asociados son aquellos que no residen en el país

dad de investigadores y fortalecer las capacidades científico-tecnológicas nacionales.

Si bien el SNI apenas tiene tres años de vida, es posible notar cómo su existencia ha impactado en el desarrollo científico nacional:

1) Se ha constituido un sistema que permite reconocer los recursos humanos capacitados que tiene el país y en qué áreas del conocimiento los posee. Esto es particularmente relevante a la hora de definir políticas o realizar negociaciones con otros países. Por ejemplo, el país está encarando una serie de emprendimientos, en materia energética, minera, forestal, en salud con la creación del Fonasa, entre otros. En todos ellos hay importantes necesidades de innovación y ciencia. El sistema permite reconocer capacidades y realizar consultas a expertos que pueden resultar cruciales a la hora de la toma de decisiones. Un antecedente que muestra la relevancia de la participación de científicos en negociaciones internacionales es el reciente acuerdo pesquero con la República Argentina. El co-

nocimiento de los recursos humanos disponibles también favorece las alianzas entre los sectores productivos y los académicos.

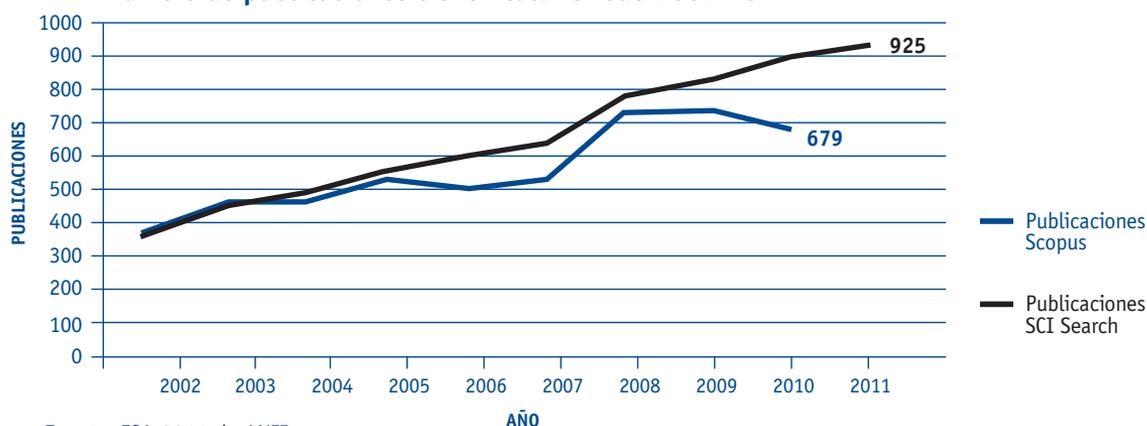
2) Hace más atractiva a la investigación frente a la actividad profesional permitiendo consolidar grupos de investigación e innovación en áreas de gran relevancia estratégica como las ciencias agrarias, las ingenierías y las ciencias de la salud que tradicionalmente han tenido dificultades en retener recursos humanos.

3) Ha contribuido a facilitar el retorno de científicos que residen en el exterior y favorecido la retención de los aquí formados.

4) Contribuye a la mejora de la calidad de los posgrados nacionales al exigir que los orientadores de becarios del Sistema Nacional de Becas (SNB) sean miembros del SNI. Ello permite ordenar el sistema de posgrados y proporcionar controles sobre la calidad de las formaciones que se ofrecen.

5) El efecto combinado de un SNI que premia a la producción y publicación científica y de la existencia de fondos para proyec-

### Número de publicaciones científicas. Período 2002-2011



Fuente: ISA 2011 de ANII

tos en investigación aplicada (María Viñas y sectoriales) promueve las investigaciones de interés nacional. Muchos investigadores que hacían investigación fundamental hoy están trabajando en temas aplicados.

6) En la medida que conduce a un incremento del número los investigadores y docentes con alta dedicación, fortalece al sector más comprometido y transformador de las universidades. Este punto es particularmente importante en la UdelaR.

7) Estimula la investigación en las universidades privadas que no tienden a remunerar las actividades de investigación.

8) Contribuye a crear una cultura de investigación en áreas donde ésta era muy débil o no existía.

#### **Fondos de investigación**

El apoyo a la investigación de excelencia permite la generación de capacidades en el Sistema Nacional de Innovación, a efectos de consolidar el potencial nacional de investigación para la producción de conocimiento endógeno.

#### *Investigación fundamental-Fondo Clemente Estable*

En el sistema de innovación no se da necesariamente una relación lineal evidente entre la generación de conocimiento y la puesta de productos o servicios en el mercado. Por este motivo muchas de las investigaciones fundamentales que se realizan, y que actualmente producen conocimiento con aparente potencial económico escaso, pueden a futuro transformarse en fundamentos para importantes invenciones científico-tecnológico con alto impacto socioeconómico.

El Fondo está dirigido al financiamiento de la investigación básica en todas las áreas del conocimiento. La investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada. Con este instrumento se procura la generación de capacidades de investigación, la formación de recursos humanos en la metodología y el fomento de la producción científico-técnica

evidenciada por la producción de publicaciones científicas de calidad.

La CTI requieren de investigación fundamental y aplicada de alto nivel en todas las áreas del conocimiento.

Este fondo financia proyectos presentados por investigadores pertenecientes a instituciones públicas o privadas, de acuerdo a las siguientes modalidades:

1) Proyectos de excelencia con alto requerimiento de gastos e inversiones.

2) Proyectos de excelencia en disciplinas con bajo requerimiento de gastos e inversiones.

3) Proyectos de jóvenes investigadores, particularmente tesis de posgrado.

Los proyectos aprobados por la ANII tienen como requerimiento que sean de un nivel de calidad equiparable al internacional.

El Fondo Clemente Estable fue creado en 1994 y nunca dispuso de más de 500.000 dólares. Transferido a la ANII por la rendición de cuentas del 2007, se le destinó originalmente 1.200.000 dólares, pero a finales del 2008 se aprobaron 121 proyectos de investigación fundamental, por un monto cercano a los 2.000.000 dólares. En el 2009 se aprobaron 77 proyectos por un monto de 1.770.894 dólares.

#### *Investigación Aplicada-Fondo María Viñas*

Frecuentemente es difícil realizar una separación entre investigación fundamental y aplicada. El Fondo María Viñas tiene objetivos similares al Fondo Clemente Estable en cuanto a que busca generar un incremento en las capacidades del Sistema Nacional de Innovación para producir conocimiento científico.

El Fondo María Viñas tiene tres modalidades, análogas a las del Fondo Clemente Estable. También en este caso los resultados obtenidos potencian la formación de recursos humanos y muchas veces se produce conocimiento con alto potencial para generar valor social y económico.

Hasta el momento se adjudicó una sola convocatoria en el año 2009, donde se aprobaron 65 proyectos por un monto de USD 1.318.452.

#### *Fondos Sectoriales*

Siguiendo la lógica expuesta en los fondos anteriores y una vez generadas las capacidades de producción de conocimiento científico-tecnológico en el Sistema, mediante los fondos sectoriales se busca aplicarlas a la solución de problemas productivos y sociales del país, que son priorizados según la agenda definida por los generadores de políticas sectoriales mandatados por la ley.

#### *Fomento a la resolución de problemas productivos y sociales actuales*

En el 2009 comenzaron a funcionar los Fondos Sectoriales, instrumento que representa una metodología innovadora en la gestión de los recursos para la innovación y la investigación en sectores identificados, ya que se tienden puentes entre las políticas en distintas áreas y las políticas en CTI.

Estos fondos se constituyen con recursos de la propia ANII (provenientes de rentas generales o de préstamos internacionales), de fondos provenientes de cooperación internacional y de fondos de distintos organismos públicos o privados cuyo fin sea la promoción de los sectores identificados.

La ANII aporta su experiencia en la gestión de los procesos de administración, evaluación y ejecución de proyectos.

El objetivo de los Fondos Sectoriales es promover la resolución de problemas actuales o el desarrollo de oportunidades en cada uno de los sectores definidos. En tal sentido, se financian proyectos de investigación orientados a temáticas estratégicas definidas para cada convocatoria pública, así como proyectos de innovación demandados por el sector productivo.

En el 2009 comenzaron a funcionar: el Fondo Sectorial Energía (ANII-UTE-ANCAP-MIEM) de USD 3.600.000, el Fondo Sectorial Agroindustrial (ANII-INIA) de USD 1.900.000 y el de Salud (ANII-MSP) con USD 500.000.

**Portal Timbó: acceso universal desde Uruguay a las mejores publicaciones del mundo**

El acceso al conocimiento científico disponible a nivel global es esencial para los investigadores como insumo para la producción de conocimiento original o para la adaptación tecnológica del que está dis-

ponible como bien público. Por este motivo, durante el 2009 se consolidó el Portal Timbó, cuyo objetivo es brindar acceso a las principales publicaciones científicas y bases de datos de patentes al Sistema Nacional de Innovación.

El Portal Timbó permite a los investigadores e instituciones de todas las áreas del conocimiento disponer de información científico-tecnológica abundante y de calidad.

La ANII firmó contratos de suscripción con las principales editoriales de publicaciones científicas internacionales, como Elsevier, DotLib, EBSCO, IEEE, entre otras, lo que se traduce al acceso de los textos completos o resúmenes de más de 15.600 revistas científicas especializadas a las que hoy puede acceder la comunidad científica uruguaya.

El costo anual para la ANII es de USD 2.000.000. El uso del portal es monitoreado por la ANII con el objetivo de disponer de estadísticas que permitan un mejor aprovechamiento de la herramienta.

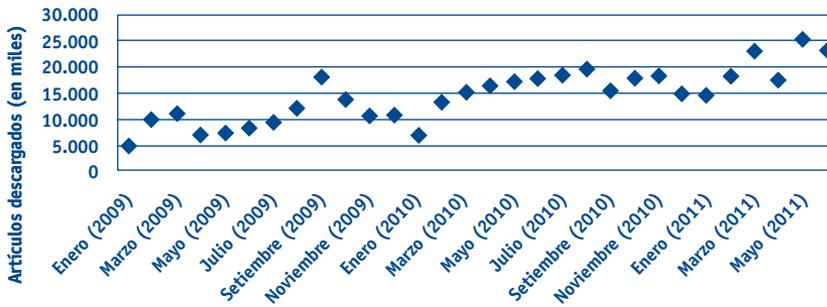
Al día de hoy el 60 % de los artículos fueron descargados por usuarios de univer-

**Proyectos aprobados**

Fondo	Modalidad	Nº proyectos aprobados	Subsidio (USD)
<b>Fondo Sectorial Innovagro</b> MGAP-MIEM-INIA	Modalidad I: grupos de investigación	14	813.661
	Modalidad II: Empresas	4	359.178
	Subtotal Innovagro	18	1.172.839
<b>Fondo Sectorial Energía</b> ANCAP –MIEM-UTE	Modalidad I: grupos de investigación	25	2.408.750
	Modalidad II: Empresas	2	238.541
	Subtotal Energía	27	2.647.291
<b>Fondo Sectorial Salud MSP</b>	Modalidad I: grupos de investigación	12	566.032
<b>Total Fondos Sectoriales</b>		<b>57</b>	<b>4.386.162</b>

Fuente: ANII

## Evolución de descargas 2009-2011



Fuente: ANII

sidades y centros educativos, con el 55 % correspondiente a la UdelaR y el resto a universidades privadas. El restante 40 % de los artículos corresponde a descargas de usuarios provenientes del Sindicato Médico del Uruguay, el INIA, el IIBCE y otros organismos del Estado.

### **Fondo Prof.Dr Orestes Fiandra**

La Agencia Nacional de Investigación e Innovación conjuntamente con el Banco de la República Oriental del Uruguay en calidad de fideicomitentes, junto con República AFISA en calidad de fiduciaria, han acordado constituir un Fideicomiso denominado Fideicomiso Financiero Orestes Fiandra para la Inversión en Innovación.

Este instrumento está dirigido a la promoción de la innovación empresarial con el fin de apoyar el desarrollo de empresas intensivas en conocimiento, con potencial para realizar una expansión significativa, en principio en el contexto internacional, a partir del otorgamiento de financiamiento asociado al riesgo empresarial y a los resultados generales de la firma.

A través del instrumento se participará en el financiamiento de empresas, asociándose en los resultados y en el riesgo, de manera tal de recuperar la inversión con ganancia en caso que el desempeño de la firma así lo permita.

El instrumento está dirigido a empresas privadas radicadas en el país, de perfil innovador o intensivo en conocimiento. Las empresas deberán encontrarse en una etapa de desarrollo adecuada para ser apoyadas en forma integral y deberán mostrar un liderazgo acorde a los desafíos de la propuesta. Se apoyarán empresas con productos/servicios intensivos en conocimiento, lo cual descarta la comercialización de servicios profesionales genéricos.

El instrumento se dirige a empresas donde se identifica como obstáculo relevante para su desarrollo la restricción de acceso al capital, y donde los formatos de acceso a fondos normales para empresas no resultan aplicables por el perfil de riesgo asociado.

Se dirige a empresas de porte mediano, de facturación anual mayor a 500.000 dóla-

res y menor a los 4.000.000 de dólares. El tamaño de la empresa se evaluará tomando en cuenta todas sus filiales o dependencias, dentro y fuera del país. No obstante, se considerarán excepciones para apoyar “start ups” de potencial excepcional y/o a “spin offs” de otras empresas

A partir del proceso de evaluación de propuestas se podrá aprobar un monto total de financiamiento y un plan de desembolsos. El monto máximo de financiamiento a otorgar por propuesta será de hasta US\$ 1.000.000.

## CENTRO URUGUAYO DE IMAGENOLOGÍA MOLECULAR

El Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM) es la más nueva de las instituciones académicas del país, inaugurada en el año 2010. Fue creado por la ley N.º 18172 del 31 de agosto del 2007 y tiene por objetivos:

- 1) Brindar asistencia a la población en forma de diagnóstico y monitoreo de terapias vinculadas con su especialidad.
- 2) Constituirse en un centro de formación de profesionales y científicos en el área, estimulando la formación de los estudios de posgrado.
- 3) Realizar tareas de investigación para desarrollar nuevos marcadores de diagnóstico.
- 4) Establecer lazos de colaboración, coordinación e intercambio académico con centros científicos similares en el mundo.
- 5) Llevar a cabo los demás cometidos y funciones que se encuentren dentro de sus competencias por razón de especialización.

El Consejo Honorario de Administración y Coordinación Académica está integrado por cinco miembros: el director general del Centro, quien lo preside, un representante del Ministerio de Salud Pública (MSP), un representante de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), un representante de la Universidad de la República (UdelaR) y un representante de la Universidad de Upsala (Suecia).

Se ha planteado como cometidos el desarrollo de la investigación, capacitación y aplicaciones en ciencias de la salud:

- 1) Diagnóstico: exámenes clínicos a pacientes con cobertura de salud pública y privada, fundamentalmente en las áreas de oncología y neurología.
- 2) Capacitación: a fin de promover el perfeccionamiento docente, profesional y técnico.
- 3) Investigación clínica y biomédica: evolución del impacto del ciclotrón-PET en

diversas patologías y en la evaluación de nuevas drogas en investigación y desarrollo.

### **Antecedentes**

Sus antecedentes datan desde el año 2006, cuando la UdelaR crea la Comisión Universitaria Ciclotrón/PET, integrada por representantes de las Facultades de Ciencias, Medicina, Ingeniería y Química, con los siguientes cometidos:

1) Asesoramiento científico y técnico para la implementación del proyecto nacional de creación de un Centro Ciclotrón/PET.

2) Promoción de la capacitación de recursos humanos en ámbitos internacionales de excelencia en la temática ciclotrón, radiofarmacia y PET.

3) Establecimiento de contactos con instituciones nacionales e internacionales en esta temática.

4) Promoción de la realización de actividades de difusión al medio científico nacional sobre sus aplicaciones.

En el mismo año 2006 se elaboró el Documento de Proyecto Creación de un Centro de Tomografía de Emisión de Positrones (PET) en el Uruguay, el cual concluye en priorizar en Uruguay la creación de una nueva estructura, que incluya la infraestructura de última generación en estas áreas estratégicas (generación de radionucleidos emisores de positrones, radioquímica, radiofarmacia, imagenología), que apoye el esfuerzo que se realiza en el país en investigación y desarrollo de tecnologías en el área química y médica, estímulo a emprendimientos de alta tecnología, así como la formación de recursos humanos de alto nivel, con una clara

inserción y proyección regional. Esta iniciativa debería contribuir, asimismo, a generar condiciones favorables a la permanencia y retorno de científicos de alto nivel.

Posteriormente se constituyó la Comisión Nacional del Proyecto de Creación de un Centro de Tomografía de Emisión de Positrones (PET) en el Uruguay, que funcionó bajo la órbita del MSP y que fue la encargada de las decisiones estratégicas del proyecto.

En el 2007 se aprobó la ley de creación. En el 2008 se designó al director general y, a partir de allí, se montó la infraestructura (edilicia y equipos) que permitieron la inauguración en el 2010.

### **Funcionamiento**

El CUDIM trabaja en el área de la medicina nuclear, que es una especialidad médica que emplea pequeñas cantidades de sustancias radiactivas, los radiofármacos, para obtener información funcional y anatómica de los órganos y así diagnosticar y tratar enfermedades. Uno de los procedimientos más importantes en medicina nuclear es el PET o tomografía por emisión de positrones.

El ciclotrón, único y de reciente instalación en el país, es un acelerador de partículas, especialmente iones, que interactuando con blancos no radiactivos los transforman en nucleidos inestables, los que por decaimiento dan lugar a positrones. Se prevé la producción principalmente de los radionucleidos:  $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$  y  $^{15}\text{O}$ .

La radiofarmacia del CUDIM implica sistemas automatizados que constan de los recipientes, las válvulas y las conexiones necesarias para la preparación de los radiofármacos, sin necesidad de operación manual

por parte del personal. Este sistema es fundamental, dado el corto período de semidesintegración de los radionucleidos empleados en PET y las normas internacionales de seguridad radiológica en este campo.

El PET es el escáner o la cámara combinada en la cual se hacen imágenes de los pacientes usando radiofármacos previamente preparados en el Centro. Esas imágenes son posteriormente analizadas por los médicos

## Ciclotrón - PET

Si bien la instalación de un ciclotrón y cámaras PET tiene un elevado costo, la misma, además de brindar un mejoramiento a la salud de los pacientes portadores de patología oncológica, neurológica y cardiovascular, es autosustentable del punto de vista económico.

Esto se basa en consideraciones tales como la selección adecuada del tratamiento a aplicar y el consiguiente ahorro en otros métodos diagnósticos y/o terapéuticos que no reportarían un beneficio a la salud del paciente. Cualquier evaluación socioeconómica de una tecnología médica debe sustentarse en dos principios básicos de los servicios de salud: primero, el acceso a la atención sanitaria es un derecho de todos los ciudadanos que no debe depender de la riqueza o del salario del individuo, y segundo, el objetivo de los servicios de salud es maximizar el impacto sobre la salud de la población con los recursos que la sociedad coloca a disposición de dichos servicios. Una evaluación socioeconómica trata de analizar la relación entre el consumo de recursos (costos) y las consecuencias (resultados) producidos por cada una de las tecnologías alternativas con vistas a su comparación.

En la actualidad resulta clave analizar el valor de las técnicas en relación con los costos implícitos en prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades y en qué medida se pueden traducir en ahorro creciente de recursos. Por ello, se ha incluido la información encontrada en la literatura que se relaciona con este aspecto, en especial, en estudios oncológicos.

El PET resulta ser un ahorro significativo de recursos, variable según la patología, pero aproximadamente, en promedio, de USD 1500 por paciente. No obstante, hay que considerar con cautela la extrapolación de estos resultados a otros sistemas de salud. El ahorro mencionado se debe fundamentalmente al uso más efectivo de otros métodos diagnósticos y terapéuticos. El ejemplo más claro es el uso racional de la cirugía exploratoria, evitando procedimientos quirúrgicos innecesarios o inapropiados a la luz de los hallazgos del PET.

Extraído de Documento del Proyecto Ciclotrón/PET en Uruguay, setiembre 2006.

a efectos del diagnóstico de pacientes.

El PET tiene aplicaciones clínicas relevantes en tres grandes áreas: oncología, cardiología y neurología. Las aplicaciones oncológicas constituyen la mayor parte de su uso actual, de forma que esta tecnología representa una herramienta fundamental en el manejo clínico de pacientes con cáncer. En oncología los aspectos más importantes a valorar son el diagnóstico inicial y precoz, la estadificación tumoral y la determinación del grado de malignidad (pronóstico), la planificación y monitoreo del tratamiento, la determinación de recurrencia de la enfermedad (evolución), entre otros.

Uno de los radiofármacos más utilizados en oncología es la FDG, cuya aplicación se basa en que las células neoplásicas presentan un gran aumento del metabolismo de la glucosa y, en consecuencia, una mayor captación del radiofármaco. Asimismo, la FDG puede evidenciar cambios metabólicos en aquellos tejidos en los que la glucosa es la principal fuente energética, por ejemplo, cerebro y músculo cardíaco, y de allí surgen sus aplicaciones en neurología y cardiología. En la actualidad el único radio-trazador con un bien establecido rol en la práctica clínica es, entonces, la FDG.

En forma general, la tomografía PET se puede usar en la evaluación de pacientes oncológicos para:

1) Distinguir entre tumores benignos y malignos: nódulo pulmonar solitario, lesiones cerebrales, etc.

2) Establecer el grado de malignidad de un tumor: tumores cerebrales, tumores de partes blandas, etc.

3) Establecer el estadio de la enfermedad: cáncer broncopulmonar, linfoma, etc.

4) Evaluar la existencia de enfermedad recurrente o residual: linfoma, teratoma, seminoma, etc.

5) Establecer la topografía de las lesiones metastásicas en pacientes con niveles elevados o en ascenso de marcadores tumorales: tumores de colon y recto, de células germinales, etc.

6) Identificar el sitio primario de un tumor para biopsia cuando este es desconocido, pero con elementos clínicos claramente sugestivos (síndrome paraneoplásico) o con fines terapéuticos.

7) Evaluar la respuesta a la terapia.

8) Planificación de radioterapia.

En neurología, la fijación biológica de la FDG en el cerebro es directamente proporcional al metabolismo cerebral y a la actividad neuronal y, además, es muy intensa, debido a la baja proporción de glucosa 6-fosfatasa en los tejidos cerebrales y a que la glucosa es su única fuente de energía. Esto es determinante para que una de las principales indicaciones del PET en epilepsias sea la localización prequirúrgica del foco epileptógeno.

### **Primeros pasos**

En el 2011, su primer año de funcionamiento, el CUDIM se ha convertido en precursor de investigaciones y tratamientos de enfermedades neurológicas y oncológicas en el país y la región. Más de 1700 exámenes realizados y avances significativos en el diagnóstico de tumores y de la enfermedad de Alzheimer lo evidencian.

Entre los trabajos de investigación que se realizan en la institución se encuentran

el estudio de una sustancia llamada quercetina, con propiedades protectoras en casos de falta de oxígeno.

De comprobarse fehacientemente su efecto, la quercetina será aplicada a recién nacidos, pacientes con afecciones cardíacas y enfermedades neurológicas.

Otras sustancias, como la metionina, utilizada para tratar tumores cerebrales, y la colina, para el cáncer de próstata, también están bajo análisis y en breve comenzarían a aplicarse.

En cuanto a los avances de las investigaciones sobre el mal de Alzheimer, se destaca la realización del primer diagnóstico de Alzheimer con PiB en Sudamérica. El CUDIM dio a conocer en el 2011 que había producido 11C-PiB (Compuesto Pittsburgh B), que es la sustancia idónea para el diagnóstico imagenológico de Alzheimer. De esta forma se puede detectar precozmente el depósito de placas de amiloide a nivel encefálico, características de esta enfermedad.

Este hallazgo permitiría detener el avance del mal y Uruguay podría posicionarse ante las compañías de medicamentos como un centro de prueba para nuevas medicinas contra el Alzheimer.

El CUDIM ha alcanzado una ubicación privilegiada en la región. Hoy recibe pacientes de Argentina, que llegan a Montevideo a realizarse exámenes neuroendócrinos, revirtiendo los procesos anteriores cuando eran los uruguayos los que debían ir a Buenos Aires con ese fin. Posee un método que no existe en Argentina y ahora desde allí se están enviando pacientes hacia Uruguay, invirtiendo la tendencia anterior.

Las técnicas PET que se aplican en el CUDIM están dirigidas a pacientes deriva-

dos de salud pública, mutualistas con convenio con el Fondo Nacional de Recursos y el Hospital Militar. El resto de las mutualistas deben pagar por los exámenes realizados a sus usuarios.

### ***Objetivos priorizados en el 2011***

1) Completar planes de infraestructura de obra civil y equipamiento.

2) Consolidar el equipo básico de recursos humanos: reclutar, organizar y capacitar.

3) Producir los radiofármacos más comunes para la realización de diagnósticos.

4) Cubrir la demanda de exámenes con buena calidad diagnóstica, con coordinaciones a plazos no mayores a dos semanas y entrega de informes dentro de la semana de realizado el examen.

5) Poner en funcionamiento el Área de Investigación y Desarrollo.

6) Mejorar la gestión administrativa.

### ***Principales logros alcanzados en el 2011***

1) Todas las áreas del Centro están funcionando satisfactoriamente.

2) Se realizaron 1750 exámenes.

3) Se ha ensamblado un equipo humano competente y totalmente compenetrado con los objetivos del Centro.

4) Se concluyó la inversión planeada en infraestructura edilicia y equipamiento sin desviaciones significativas del flujo de fondos proyectado.

5) Se comienza a tener presencia regional. Se atiende a pacientes nacionales en Uruguay y se comienza a recibir pacientes de países de la región.

***Objetivos principales, líneas de trabajo a priorizar durante el 2012***

- 1) Incrementar el número de exámenes.
- 2) Producir nuevos radiofármacos.
- 3) Profundizar la cooperación en líneas de investigación con los Institutos Clemente Estable y Pasteur.
- 4) Elaborar un plan de negocios que garantice la sustentabilidad económica y financiera del Centro.
- 5) Completar y ejecutar, de acuerdo al calendario, el plan de mantenimiento de instalaciones y equipos.

# INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS CLEMENTE ESTABLE



El Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE) es una institución pública sin fines de lucro dependiente del Ministerio de Educación y Cultura (MEC), que reúne un importante número de grupos dedicados a la investigación en diferentes campos de las ciencias biológicas.

Fundado en 1927 por el Maestro Clemente Estable, el IIBCE es actualmente una fecunda institución dedicada a la investigación biológica fundamental y a las aplicaciones biotecnológicas del conocimiento, orientadas al apoyo a los sectores productivos y a la solución de los problemas sociales del país.

El IIBCE constituye un ámbito científico de excelencia que ha recogido un amplio reconocimiento nacional e internacional y ha logrado importantes contribuciones al conocimiento científico universal en el área biológica. La institución ha formado varias generaciones de investigadores que ocupan

cargos de destaque, tanto en Uruguay como en el exterior.

Entre sus objetivos se destacan: la generación y desarrollo de investigaciones científicas en el campo de la vida y áreas afines; la formación de investigadores y la contribución al desarrollo científico y cultural del país, así como a la planificación de su política científica. Desde el 2005 se lo ha venido dotando de mayores recursos económicos para potenciar sus aportes al conocimiento básico y a la tecnología para sectores productivos.

El IIBCE está dirigido por un Consejo Directivo de seis miembros (uno de ellos delegado del MEC) asesorado por un Consejo Consultivo. Los grupos de investigación se hallan agrupados en las Áreas de Neurociencias, Microbiología y Genética y Biología Molecular. Se encuentra en formación un Área de Ecología.

Cuenta con un equipo integrado por 160 personas; 60 de ellos, investigadores presupuestados, el resto becarios de maestrías y doctorados, investigadores jóvenes e investigadores asociados pertenecientes principalmente a la UdelaR.

### ***División Microbiología***

Esta División ha ido adaptando su conformación en los últimos años.

El refuerzo de recursos, el nivel de excelencia académica y la importancia de la investigación en este tema para el país hicieron posible la creación del Departamento de Microbiología en el 2007, basado en la continuidad de la División de Microbiología y, posteriormente, del Laboratorio de la misma especialidad, que contaban con una larga trayectoria.

Las principales líneas de investigación se han ido diversificando de acuerdo a los nuevos intereses del departamento, para ofrecer respuesta a demandas académicas y del sector productivo.

Estas líneas de investigación incluyen: la ecología microbiana acuática; los patógenos que afectan a las abejas melíferas (temática de enorme actualidad en todo el mundo, debido a la pertinaz desaparición de estos insectos, esenciales para polinizar plantas y cultivos); los factores de virulencia asociados a infecciones urinarias; el estudio de biotas microbianas nativas y el análisis de diversidad y virulencia de patógenos causantes de enfermedades del ganado, como queratoconjuntivitis infecciosa bovina y mastitis.

La política de refuerzo económico del Instituto también hizo posible la creación del Departamento de Bioquímica y Genómi-

ca Microbianas en el 2008, que tiene como temática central de investigación el estudio de sistemas que permiten mantener la homeostasis de ciertos metales de transición en bacterias, en particular los mecanismos empleados por bacterias para captar hierro y manganeso de las plantas y la implicancia de estos mecanismos en la interacción bacteria-planta.

Por su parte, el Laboratorio de Ecología Microbiana se centra en el estudio de las bacterias nativas, con capacidad de promover, directa o indirectamente, el crecimiento vegetal de cultivos de interés para el país. Creado en el 2000, el grupo se potenció estos últimos años, lo que ha permitido aportar al desarrollo tecnológico del sector agrícola.

El grupo de Microbiología Molecular se creó en el 2008 y desarrolla líneas de investigación básicas y aplicadas orientadas al estudio de microorganismos del suelo, incluyendo algunos de relevancia biotecnológica, enzimas para su uso en la industria papelera; análisis de comunidades microbianas en la Antártida; enzimas para la industria láctea y textil; mecanismos de homeostasis a metales pesados en bacterias y microorganismos para el crecimiento de leguminosas, entre otros.

### ***Área Biología Molecular y Genética***

El Área ha presentado una evolución importante basada en sus posibilidades académicas y orientada a los nuevos problemas que se plantean.

El Departamento de Biología Molecular ha venido creciendo desde su constitución en 1980 y la temática central de su investigación —que incluye la genética molecular de levaduras, los estudios de expresión génica en la respuesta de defensa vegetal

## Prospección y estudio de bacterias mejoradoras del crecimiento vegetal asociadas a cultivos de interés agrocomercial

Una de las líneas de trabajo está orientada a la obtención de bacterias nativas con capacidad de promover, directa o indirectamente, el crecimiento vegetal de cultivos de interés agronómico nacional, para su uso como bioinoculantes.

En ese marco existen una serie de proyectos. Entre ellos:

«Producción sustentable en caña de azúcar: bacterias promotoras del crecimiento vegetal y su aplicación agronómica en cultivos comerciales». Financiado por INIA-FPTA (Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria) en asociación con ALUR S. A., empresas de inoculantes nacionales, productoras de caña. Busca la generación de inoculantes bacterianos para promover el crecimiento de cultivos de caña de azúcar con la finalidad de disminuir parcial o totalmente el uso de fertilizantes químicos.

«Optimización del crecimiento de una leguminosa nativa con alto potencial forestal (*Parapiptadenia rigida*), mediante el empleo de microorganismos promotores de su crecimiento». Financiado por INIA-FPTA/PDT/ANII-Becas iniciación y en asociación con Weyerhaeuser (empresa forestal), empresas de inoculantes nacionales y productores. Estudia la implantación de una especie forestal nativa como cultivo multipropósito: refugio para el ganado, recuperación de suelos degradados, extracción de madera de calidad.

«Caracterización de una cepa de *Pseudomonas fluorescens* para su aplicación como biofertilizante de alfalfa». Financiado por la ANII, Fondo Clemente Estable y en asociación con empresas de inoculantes nacionales. Procura la generación de inoculantes bacterianos biocontroladores de fitopatógenos para promover el crecimiento de cultivos de alfalfa (praderas artificiales) sin emplear pesticidas.

«Control integrado de plagas y enfermedades en cultivos protegidos». Financiado por el INIA y en asociación con el INIA y productores agropecuarios. Trabaja en el empleo de microorganismos nativos para el control biológico de plagas agrícolas.

«Bacterias solubilizadoras de fósforo: abundancia y diversidad en suelos agrícolas del Uruguay bajo diferentes sistemas de producción». Cofinanciado por la ANII y en asociación con el INIA y productores. Estudia el empleo de microorganismos promotores del crecimiento vegetal como biofertilizantes.

y el diagnóstico molecular, epidemiología y control de patógenos de cítricos— ha logrado acrecentar sensiblemente conocimientos que se transfieren a los sectores productivos.

El Departamento de Genética, que posee una extensa trayectoria en el campo de la citogenética, ha hecho contribuciones relevantes. Actualmente ha desarrollado una nueva línea de investigación con técnicas citogenético-moleculares de avanzada, en colaboración con investigadores de la Ludwig-Maximilians Universität de Munich.

En el departamento se investiga sobre la arquitectura nuclear de mamíferos, los mecanismos de inducción de daño genético, la relación entre expresión génica y aberraciones cromosómicas y el mapeo molecular de daño genético en modelos no convencionales de arquitectura nuclear.

El grupo de Genética Humana ha profundizado en la investigación sobre la diabetes en Uruguay, apuntando a la medicina predictiva. Sus líneas de investigación comprenden la genética de la diabetes y la epidemiología de la enfermedad. Este grupo fue creado en el 2008.

El grupo de Genética de la Conservación, también creado en el 2008, está dedicado a dilucidar los patrones de evolución de especies de mamíferos neotropicales, así como las relaciones filogenéticas y filogeográficas.

Utilizando como modelos a cérvidos y cánidos y empleando técnicas de ecología y genética molecular, que se han demostrado como herramientas poderosas para la conservación de especies, se han desarrollado métodos que constituyen un gran aporte para los programas de manejo y conservación de la biodiversidad en el país.

El Laboratorio de Epigenética e Inestabilidad Genómica, creado en el 2008, tiene como temática central estudios relacionados con la reparación de daños producidos en el ADN.

Actualmente se trabaja en un proyecto conjunto con la Universidad italiana de Toscana, financiado por la Comunidad Europea. Entre las líneas de investigación han cobrado relevancia la epigenética y el cáncer, la evaluación de personas expuestas a radiaciones ionizantes y la genotoxicidad en biomonitoreos humanos y ambientales.

### **Área Neurociencias**

Esta área cuenta con una amplia organización en cuatro departamentos, tres unidades de investigación y dos laboratorios.

El Departamento de Neurofisiología trabaja sobre las señales de comunicación que produce el sistema nervioso y, para ello, se sirve de peces eléctricos autóctonos que producen descargas débiles como parte de su sistema sensorial. Esta temática de investigación ha generado amplia difusión en los medios, dadas sus especiales características. Las líneas de investigación seguidas por el departamento en torno a esta temática son: las modulaciones esteroideas, neuropépticas y sociales sobre la generación de señales comunicativas; la estacionalidad y diferencias sexuales en la expresión; el comportamiento social de las especies autóctonas de peces eléctricos; el estudio de la conducta agonística; el funcionamiento basal y los factores ambientales y fisiológicos, además de sus mecanismos celulares.

En el 2006 se creó la Unidad de Neurofisiología Celular y Molecular, que trabaja

sobre células madre neurales, neurogénesis y regeneración, estrategia terapéutica clave en el mundo para tratar enfermedades del sistema nervioso. La Unidad se desempeña igualmente en el estudio de los mecanismos celulares y sinápticos de la integración sensorio-motora. Las líneas de investigación seguidas son: la biología de las células pro-

genitoras en la médula espinal; la regeneración de la médula que sufre una lesión; la neurogénesis posnatal en el cerebro de los peces del género *austrolebias*; la plasticidad de las motoneuronas en la regeneración de la médula; el rol de las propiedades neuronales en el regeneramiento de la información y la regulación de la eficacia sináptica.

## Estudio de bacterias con funciones potencialmente útiles en el proceso de generación de biocombustibles

Esta línea de investigación del IIBCE tiene por objetivo la búsqueda de mecanismos fisiológicos aún inexplorados o de nuevos productos de interés, sin la necesidad de aislar y caracterizar previamente al organismo (metagenómica). También la optimización de mecanismos fisiológicos para la producción de etanol en base a biomasa, a través de la identificación de enzimas hidrolíticas en la microbiota intestinal de termitas.

El proyecto «Viabilización de la producción de etanol en base a biomasa a través de la identificación de enzimas hidrolíticas en la microbiota intestinal de termitas», financiado por INIA-FPTA, se aplicará a la producción de enzimas para su empleo industrial en la fabricación de biocombustibles.

También buscando la misma aplicación se desarrolla el proyecto «Obtención de nuevas enzimas para la producción de biodiesel y bioetanol mediante técnicas metagenómicas», financiado por la ANII, Fondo Sectorial de Energía.

«Aplicación de la ingeniería metabólica para la producción de polihidroxicanoatos por *Herbaspirillum seropedicae* Z69 a partir de hemicelulosa residual» es un proyecto financiado por la ANII, Fondo Sectorial de Energía que procura la producción de bioplásticos a partir de residuos vegetales provenientes de la producción de azúcar y biocombustibles.

El proyecto «Determinación de los cambios físicos, químicos y biológicos en suelos cultivados con caña de azúcar en Bella Unión por aplicación de vinaza», financiado por Vinculación Ancap-UdelaR, busca como resultado aplicable la optimización del empleo de la vinaza como fertilizante.

Tomado del informe realizado por el Instituto.

Por su parte, el grupo Bases Neurales de la Conducta, creado en el 2008, utiliza un enfoque neuroetológico que combina aspectos evolutivos y el análisis de influencias ambientales, estudiándolos en dos especies de peces eléctricos autóctonos. Se trata de una unidad de investigación asociada a la Facultad de Ciencias.

Neurociencias Integrativas y Computacionales trabaja sobre el procesamiento de la información por el sistema nervioso desde 1999, jerarquizando la relación entre distintos niveles de organización e integración de la información neural. La génesis, transducción y codificación de imágenes sensoriales; los filtros sensoriales adaptativos, el papel de las propiedades y conexiones neuronales y las bases neurales del reconocimiento y la construcción de significados son sus líneas de investigación.

El departamento creció significativamente a partir de la dotación de más recursos. En el 2006 se generó la propuesta de una unidad en formación, enfocada a la anatomía y el desarrollo del sistema nervioso, incubada dentro del departamento para dar origen a una unidad independiente. Actualmente esta unidad trabaja en plasticidad y desarrollo de los circuitos neurales.

Otro grupo se integró al departamento hace un año, trabajando sobre identificación y caracterización de células del sistema nervioso con potencial neurotóxico; papel de los astrositos en el neurodesarrollo: el modelo de la academia glutárica y el alcoholismo materno y neurodesarrollo: sus efectos sobre las células gliales.

Proteínas y Ácidos Nucleicos es un departamento creado hace más de cuarenta años, que procura demostrar la existencia de

síntesis proteica axonal, demostración que ha cambiado la interpretación de la fisiología de los axones, así como la localización específica de toda la maquinaria de síntesis de proteínas. El departamento investiga: neuropatías en ratones; alteraciones moleculares periféricas en la enfermedad de Alzheimer; terapia nutricional para desórdenes neurogenerativos y optimización del diagnóstico molecular, entre otras líneas de trabajo.

En el 2000 se creó el Laboratorio de Neurociencia Molecular y Farmacología, para avanzar en la comprensión de diversas señales moleculares que gobiernan el desarrollo, empleando vertebrados modelo como el pez cebra. Además, se procura dilucidar mecanismos de acción por los cuales los agentes tóxicos ambientales producen lesiones durante el desarrollo embrionario.

El Laboratorio de Señalización Celular y Nanobiología es de reciente creación. Se constituyó en el 2008. Estudia: el papel del calcio en el metabolismo celular, su transporte y regulación; las proteínas y ácidos nucleicos en el metabolismo del sistema nervioso; la señalización en el núcleo celular, las biomembranas artificiales y temas nanobiológicos, novísima disciplina, a través de la microscopía de fuerza atómica.

Biología del Neurodesarrollo es un departamento que se creó en el 2005, para estudiar temas fundamentales pertenecientes a la ciencia, justamente definida como desarrollo del sistema nervioso (Developmental Neurosciences).

El Departamento de Neuroquímica se concentra en el estudio de las enfermedades neurodegenerativas, como Parkinson, Alzheimer y las enfermedades cerebrovasculares que carecen de tratamiento especí-

fico. Trabaja con moléculas de plantas nativas nacionales y regionales y productos del mar, como algas en su potencial, como herramientas terapéuticas para enfermedades neurológicas de gran prevalencia.

El departamento ha sido designado como Cátedra Unesco para el Cerebro y los Productos Naturales. Existe desde 1983, y su desarrollo y crecimiento han sido considerables, potenciándose en estos últimos años con mayor presupuesto, lo que lo ha convertido en uno de los departamentos que cuenta con mayor número de investigadores.

### ***Ecología***

Se trata de un área aún en formación, con el Laboratorio de Ecología del Comportamiento creado en el 2008 y el Laboratorio de Etología, Ecología y Evolución, gestado a principios de siglo. Este laboratorio se dedica prioritariamente a estudiar de for-

ma integrada el comportamiento, ecología y evolución de arácnidos neotropicales. Sus líneas de investigación incluyen: la biología y sistemática de arañas migalomorfas; las estrategias reproductivas, selección sexual y sistemática de licósidos; la selección sexual en arañas tejedoras, entre otras.

En Ecología del Comportamiento se analizan los papeles de las arañas en las redes tróficas, como grupo megadiverso en Uruguay y en la región neotropical. Redes, hábitats, posible utilización como controladores de insectos plaga.

### ***Plataformas tecnológicas***

El Instituto dispone de plataformas tecnológicas de apoyo a investigadores en áreas básicas o aplicadas, instituciones y empresas del ámbito público y privado que requieran la realización de estudios como, por ejemplo, la clasificación de poblaciones de células o

## **Producción animal**

Con el objetivo de conocer las causas de distintas enfermedades provocadas por microorganismos, tanto de abejas melíferas como del ganado vacuno, y desarrollar estrategias para mejorar el estado sanitario de estas sin emplear sustancias antimicrobianas, se trabaja en: la «Puesta a punto de un método de evaluación de la respuesta inmune generada por la vacunación contra querato-conjuntivitis infecciosa bovina», en asociación con el Laboratorio Santa Elena, y en el proyecto: «Despoblación de colmenas: determinación de sus causas en Uruguay», con la financiación del INIA (FPTA) y en asociación con el INIA, División Laboratorios Veterinarios (Dilave) y la Sociedad Apícola del Uruguay.

En el ámbito de la promoción de la salud animal y con el objetivo de desarrollar estrategias (uso de probióticos y prebióticos) para modular la fermentación en rumiantes, se participa en un proyecto orientado a los sistemas de cría semiintensiva, con financiación de la ANII-Fondo María Viñas y en asociación con la Facultad de Veterinaria de la UdelaR.

partículas subcelulares a alta velocidad. Para ello dispone del Servicio de Clasificación Celular y Citometría de Flujo (SECIF), plataforma que sirve para la realización de numerosos proyectos de investigación, en el país y la región, donde es centro de referencia para citometría de plantas.

En el SECIF se forman numerosos recursos humanos, por medio de cursos a nivel nacional e internacional (con el Pasteur, ya que coordina con este Instituto).

La Microscopía Confocal es una técnica de vanguardia y fue introducida por el Instituto hace ocho años y en ella se han capacitado más de medio centenar de investigadores.

La Microscopía de Fuerza Atómica es única en el país y permite el análisis topográfico de todo tipo de materiales en escala manométrica, incluyendo material biológico vivo. Permite múltiples posibilidades para la investigación biológica y médica, como la imagenología de células vivas, la imagenología de alta resolución de moléculas y diversos estudios funcionales.

La Microscopía Electrónica del Instituto permite el estudio por transmisión de la ultraestructura de los tejidos vivos o de materiales. Se utiliza en anatomía, bioquímica, botánica, biología celular y medicina forense, pero también en industrias, como el acero, hormigones, vehículos, cerámicas y ciencias de los materiales en general.

La plataforma de Bioquímica Analítica y Proteómica se origina en el Departamento de Bioquímica Analítica y actualmente se ubica en el Instituto Pasteur, para proveer a grupos de investigación y empresas de asesoramiento y entrenamiento en el área de la espectrometría de masa y la proteómica.

El Servicio de HPLC y Espectrofotome-

tría es para estudios analíticos y preparativos en matrices de origen biológico. Se trata de un servicio fundamental en numerosos proyectos de carácter básico y aplicado con investigadores de la institución e instituciones vinculadas al sector productivo y de la salud, tanto del país como de la región.

La Biodosimetría es una plataforma que determina la dosis de radiación ionizante absorbida en diferentes escenarios de sobreexposición, individual o a gran escala, reciente o lejana en el tiempo. Este servicio se constituyó en el 2005 y es el laboratorio de referencia en el país del Plan Nacional de Emergencias Radiológicas, integrando la Red Latinoamericana de Laboratorios de Dosimetría Biológica y la Red Internacional BioDosNet.

En el 2011, el Instituto logró adquirir nuevos y relevantes equipos, gracias al refuerzo presupuestal para el desarrollo de investigaciones de avanzada como Lector de Geles (150.000 dólares); Cromatógrafo de Gases acoplado a un detector de espectrofotometría de masas (100.000 dólares); una Ultracentrífuga a un costo de 40.000 dólares y un Crióstato de 28.000 dólares.

### **Patentes y Divulgación**

El Instituto y sus investigadores tramitan cuatro patentes desde el 2006 a la actualidad, las que se encuentran en diversas fases de consolidación y aprobación.

Estas son:

1) *Post-translational modification of neurotrophins*. Inventores: M Pehar (IIBCE), P Cassina, L Barbeito (IIBCE), P Alzari. Proceso iniciado en el 2006, aprobada y en fase de consolidación en el 2011.

2) Inventor: Capoano CA (IIBCE, 2009).

Titular de la patente de invención 31869 por el desarrollo de un kit para la detección y genotipificación de translocaciones Bcr-Abl.

3) Solicitud de patente en Argentina (P20100103498), en el marco del Consorcio Biotecsur Soja. La invención es un equipo automático para el fenotipado de cultivares vegetales en respuesta a la sequía. Uno de los titulares de la patente es el IIBCE.

4) *Isolation and use of a new type of glial cells with neurotoxic properties*. Inventores: P Díaz-Amarilla (IIBCE), S Olivera (IIBCE), S Ganz, L Barbeito (IIBCE). Proceso iniciado en el 2009. Aplicación provisional.

Asimismo, se desarrolla una profusa actividad de divulgación de la ciencia en la comunidad, en la que se destacan las visitas escolares y liceales, alineándose así con la

## Diversidad microbiana

Entre los recursos biológicos y genéticos que son parte del patrimonio natural se encuentran los microorganismos. Conocer la diversidad microbiana nativa de distintos ecosistemas del Uruguay contribuye no solo a su conservación, sino también al descubrimiento de nuevas herramientas biotecnológicas (enzimas, bioindicadores de contaminación, etc.). La diversidad microbiana sirve como fuente de recursos para la industria y como indicadora de la calidad ambiental.

En ese marco se han ejecutado proyectos de diversos tipos:

1) Selección y caracterización de cepas en ecosistemas de la Antártida para la producción de enzimas, biopolímeros y metabolitos, como forma de conservación y desarrollo biotecnológico de los recursos genéticos. Financiación: Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC). Asociaciones: Instituto Antártico Uruguayo.

2) Estudio de comunidades microbianas en suelos y lagos de la península Antártica e isla Rey Jorge: distribución y diversidad de organismos diazótrofos. Financiación: Instituto Antártico Uruguayo.

3) Análisis de causas de la dispersión de cianobacterias tóxicas en lagos someros de Uruguay. Estudio de los factores ambientales que disparan la producción de toxinas. Financiación: ANII-Fondo Clemente Estable. Asociaciones: Dirección Nacional de Medio Ambiente (Dinama), OSE y Facultad de Ciencias.

4) Estudio del efecto del glifosato en la comunidad microbiana del río Santa Lucía. Búsqueda de bacterias indicadores de contaminación por dicho herbicida.

5) Existe una gran biodiversidad de levaduras no-Saccharomyces asociadas a la uva, que pueden tener aplicaciones para mejorar los aromas de un vino, como organismos de control biológico de hongos fitopatógenos o como fuente de enzimas de interés industrial.

figura de su fundador, el maestro que le da su nombre al Instituto.

También se han institucionalizado unas jornadas abiertas a la comunidad, sobre el final de cada año, que incluyen conferencias didácticas.

Desde el 2001 se participa en una actividad mundial: la Semana del Conocimiento del Cerebro, para la que se programan talleres para maestros y profesores de enseñanza secundaria, con el objetivo de actualizar conocimientos en el área de las ciencias biológicas.

En el 2010 se organizó el II Encuentro de Arte y Ciencia, con la participación de artistas de la Asociación de Pintores y Escultores del Uruguay e investigadores del Instituto. La muestra fue itinerante: se exhibió primero en el Instituto, luego en el atrio municipal, en la Facultad de Ciencias y en el interior del país.

# INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA



En el 2009, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) cumplió 20 años de labor. A partir del 2005, elaboró un nuevo plan estratégico y redefinió su misión, visión y valores. Fue en ese mismo año que concretó un rediseño institucional y, luego, pudo plasmar sus definiciones estratégicas en múltiples proyectos de investigación vinculados a cada programa nacional.

## ***Un poco de historia***

El INIA tiene un siglo de evolución preinstitucional detrás, ya que fue en 1911 que se crearon seis estaciones agronómicas para trabajos de mejoramiento agropecuario. Un científico de origen alemán, contratado por el gobierno de la época, Alberto Boerger, fue quien condujo los trabajos de mejoramiento genético en el país, hasta la

liberación, en 1918, de las primeras variedades locales de trigo.

En 1919, La Estanzuela se convierte en el Instituto Fitotécnico y Semillero Nacional, centro estatal de estudios y experimentación agronómica, pionero en América del Sur. En 1957 falleció Alberto Boerger, quien había insistido en la necesidad de evaluar variedades en diferentes regiones del territorio. Boerger fue promotor de innovaciones y líder de la evolución institucional en este campo. En 1961 se creó el Centro de Investigaciones Agrícolas que lleva su nombre.

El INIA fue creado por ley N° 16.065 del 6 de octubre de 1989, como persona jurídica de derecho público no estatal, con centro en el departamento de Colonia y con la facultad de establecer dependencias en todo el territorio nacional.

Sus objetivos implican la formulación y ejecución de programas de investigación

en el ámbito agropecuario, la generación y adaptación de tecnologías, así como la participación en el desarrollo de un acervo científico y tecnológico en el área agropecuaria, articulando la transferencia tecnológica con organizaciones de asistencia técnica y extensión, públicas y privadas.

De acuerdo a la Ley de creación del INIA, al Poder Ejecutivo le compete la fijación de la política nacional en materia de generación y transferencia del sector agropecuario contando para ello con el asesoramiento del Instituto. A esos efectos se establece que “éste adecuará su actuación a dicha política nacional”, asesorando al Ejecutivo por medio del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Su junta directiva incluye representantes de las gremiales de productores (Asociación Rural, Federación Rural, Cooperativas Agrarias Federadas, Comisión Nacional de Fomento Rural y FUCREA).

El INIA está dividido en tres áreas: Política, Gerencial y Programática Operativa. Las direcciones regionales corresponden a los establecimientos de La Estanzuela, Las Brujas, Salto Grande, Tacuarembó y Treinta y Tres. Los programas nacionales de investigación que pone en marcha se dividen en aquellos vinculados a cadenas de valor y los referidos a áreas estratégicas.

En Colonia, sobre el kilómetro 11 de la ruta 50 y a 11 km de la ruta 1, se encuentra la estación experimental Alberto Boerger, más conocida como INIA La Estanzuela, con una zona de influencia que abarca varios rubros de explotación y comprende los departamentos de Colonia, Soriano, San José, Río Negro, parte de Florida, Flores, Paysandú y Canelones.

Por su parte, la estación Wilson Ferreira Aldunate o INIA Las Brujas se ubica en el

kilómetro 10 de la ruta 48, en Canelones, y comprende como área de influencia este departamento, la parte rural de Montevideo y parte de San José, Colonia, Florida, Lavalleja y Maldonado, con especial referencia a los rubros de granja.

La estación experimental Salto Grande cuenta con 112 hectáreas en la colonia Gestido de Salto Grande, con un área de influencia en el litoral del país, Artigas, Salto y Paysandú.

El INIA Tacuarembó está en las afueras de esa ciudad, sobre la ruta 5, y desde su creación, su cometido básico fue el de formular sistemas de producción mejorados y diversificados, estableciendo en suelos aptos rotaciones que integren cultivos y pasturas para la ganadería.

La estación experimental del este o INIA Treinta y Tres, a 8 km de la capital de ese departamento, cuenta, entre otras instalaciones, con laboratorios y plantas procesadoras de semillas, y extiende su influencia a Rocha, Maldonado, Lavalleja y parte de Cerro Largo.

### ***Programas nacionales de investigación***

Once programas nacionales integran la matriz programática operativa de la institución, junto a las direcciones regionales de cada estación y las unidades técnicas. Se definen como un grupo coherente de proyectos de alcance nacional que abordan áreas específicas de investigación. Los programas por Cadenas de Valor y por Áreas Estratégicas son gestionados por los directores de programas nacionales y distribuyen sus actividades en las estaciones experimentales.

Los proyectos de investigación constituyen las unidades básicas y creativas de

cada programa nacional y son interdisciplinarios. Las unidades técnicas, en tanto, son plataformas de trabajo de diferentes proyectos en áreas específicas del conocimiento y cumplen una función transversal a los programas nacionales, a las direcciones regionales y a la institución en su conjunto.

### ***Investigación en producción de carne y lana***

Los niveles productivos de la ganadería se mantenían incambiables a finales de los ochenta y fueron estables durante tres décadas, con una faena anual de un millón y medio de cabezas, con un 90 % de novillos de boca llena. La trayectoria tecnológica generada por el volumen de información para

los sistemas de invernada y cría sirvió para ir construyendo el despegue productivo. Un sostenido aumento en la productividad ganadera fue producto de la contribución del INIA, sobre todo en estos últimos años. Dada la escasa población del país y el elevado consumo internacional, los volúmenes adicionales se vuelcan a la exportación y son en buena medida condicionados por el mercado externo. Desde el 2004, la curva de exportaciones de carne vacuna se fue disparando y el crecimiento se tornó exponencial.

El INIA desarrolla proyectos de investigación (algunos en conjunto con otras instituciones) referentes a la selección en ganado de carne, estrategias de alimentación y manejo de las diferentes categorías en distintos sistemas productivos, alternativas de

## **Producción de Lanos Finas y Superfinas: La Propuesta para los Suelos más Marginales del Uruguay**

Desde 1998, el INIA, la Sociedad de Criadores de Merino Australiano (SCMA), el SUL y la ARU desarrollaron la tecnología de producción de lanos finas y superfinas, mediante la creación del Núcleo Fundacional de la Unidad Experimental Glencoe, consolidándose un paquete tecnológico probado.

Se han distribuido más de 500 carneros y más de 7.000 dosis de semen de reproductores entre los 37 integrantes del citado Núcleo.

Se afianza esta nueva opción tecnológica y comercial a través de iniciativas como el Proyecto Merino Fino del Uruguay, el Club de Merino Fino y emprendimientos individuales que involucran a cientos de productores, con un mercado que premia la calidad del producto. Esta opción es una respuesta para un importante número de productores ovinos y para el sector rural en general, en zonas marginales de producción (por ejemplo, Basalto superficial), donde en solo 10 años se pasó de producir 40.000 kg a más de 1.500.000 kg de lanos por debajo de 20 micras.

Tomado de la Revista INIA N°19. Setiembre 2009.

control de la reproducción para el incremento de cantidades y calidad. Para la invernada se puso el énfasis en la productividad, se investigó en los subproductos de la fase agrícola (fardos de paja de cereales), como en la reserva de forrajes y rastros para pastoreo directo, y se complementó el trabajo con el uso estratégico de granos, fardos y ensilajes.

Igualmente, se trabaja en el fortalecimiento de la cría y en la calidad de la carne (integrando conceptos tales como carne y salud, carne tierna y evaluación sensorial del producto). Así nació el criterio «del campo al plato».

Con el Instituto Nacional de Carnes (INAC) y la Universidad estadounidense de Colorado se relevó la calidad del ganado, y con el apoyo de diversas instituciones se mejoró la competitividad de la cadena cárnica en el país, con una notable mejora genética.

El trabajo institucional apunta a la ganadería de precisión, que incluye productividad, calidad e impacto ambiental.

En ovinos, la sostenida caída internacional de los precios de la fibra hizo que se plantearan, con las organizaciones productivas, alternativas como la obtención de carne de calidad, creándose el Programa Cordero Pesado, con la colaboración del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), Central Lanera, los frigoríficos y la UdelaR. Por otra parte, el Proyecto Merino Fino promueve la producción de lana superfina, de alto valor en el mercado.

### ***Investigación en producción de leche***

A nadie escapa que el país ha tenido un extraordinario crecimiento de la producción lechera en estos últimos años, con cifras

sorprendentes: 1682 millones de litros en datos del 2009, con una remisión a plantas industriales del 88 %, proveniente de 3371 tambos. Desde la implementación de un programa de pago por calidad acordado con la industria, cayó el conteo de bacterias totales, que refleja el manejo higiénico de los equipos de ordeño, redundando en la calidad de la materia prima.

El Programa Nacional de Investigación en Producción de Leche propuso el concepto de trayectorias tecnológicas en función de definir modelos de productividad creciente, que trabaja para generar propuestas integrales y considera las variables de mayor impacto económico y ambiental, con la integración de rotaciones forrajeras, estrategias de utilización de pasturas, suplementación con reservas y concentrados, manejo reproductivo, crianza de vaquillonas, composición de la leche y manejo de efluentes.

El INIA creó el Laboratorio de Calidad de Leche, lo que aportó a los productores el primer servicio público de cobertura nacional y les permite monitorear la permanente evolución de los parámetros de calidad del producto. El mejoramiento genético se hace con la cooperación del Instituto Nacional de Mejoramiento Lechero, la Asociación Rural del Uruguay (ARU), la Sociedad de Criadores de Holando y la Facultad de Agronomía.

Otra forma de visualizar esta evolución y el aporte institucional es que hace veinte años, a tres años de la fundación del INIA, se estaba validando un sistema que apuntaba a producir 8000 litros de leche/ha de vaca masa. Desde el 2008 se trabaja en la validación de un sistema que apunta a llegar a 12.500 litros, es decir, más del doble de producción. El INIA ha financiado 30 proyectos

en sanidad animal (en lechería, bovinos para carne, ovinos y avicultura), ejecutados por distintas instituciones, sobre todo la UdelaR, a través de las Facultades de Veterinaria, Medicina, Ciencias, Química y Agronomía.

En estos últimos años se han profundizado las acciones de colaboración institucional con buenos resultados. El INIA Tacuarembó posee un laboratorio de apoyo a la investigación y transferencia de tecnología en sanidad animal y, últimamente, se ha fortalecido la cooperación con la instalación en su predio del Laboratorio de Dilave-MGAP, además de coordinar acciones con la Facultad de Veterinaria, la Sociedad de Criadores de Ovinos, las cooperativas agropecuarias y los productores privados. En el 2009, un acuerdo entre todas las instituciones del sector permitió el lanzamiento del Plan Nacional de Investigación en Salud Animal (Planisa).

### ***Investigación en cultivos de secano***

La agricultura de granos es el subsector con mayor crecimiento relativo. En los últimos años, la producción se ha triplicado en volumen, alcanzando 2.500.000 toneladas, no solamente por el *boom* sojero, ya que todos los cereales han crecido y se han expandido en su producción. La necesidad de dedicar al cultivo suelos de menor calidad, obligada por la expansión, se compensa con los mayores rendimientos por hectárea y el acompañamiento de la investigación.

El objetivo del Programa Nacional de Investigación en Cultivos de Secano es desarrollar alternativas tecnológicas que permitan mejorar el rendimiento de cultivos en forma estable y sustentable para los recursos

naturales, además del beneficio económico para los productores y la adecuada calidad industrial y alimentaria. El crecimiento de los rendimientos por hectárea de estos cultivos (2,92 % anual) refleja la altísima adopción de tecnologías, ya que es un crecimiento mucho más alto que el de la región y el del mundo (1,8 %).

En las últimas dos décadas, la productividad uruguaya de trigo y cebada creció a un ritmo de 47 y 54 kilos por hectárea y por año, respectivamente gracias al mejoramiento genético, el manejo sanitario de los cultivos, los sistemas preventivos de alarma y la nutrición mineral de los cultivos. Se liberaron más de diez cultivares exitosos de trigo en el período y el mejoramiento genético de la cebada, de larga data, ha permitido incrementar la siembra de las variedades del INIA, que en la actualidad son del 40 % del trigo sembrado y del 52 % de la cebada que se siembra.

El Proyecto Manejo Sanitario que se implementó permitió brindar conocimientos de epidemiología de las diversas enfermedades, incorporar y diversificar la resistencia genética a enfermedades y difundir información sobre funguicidas e insecticidas eficientes y con menores efectos colaterales negativos.

Una importante contribución del Instituto ha sido en relación con las herramientas para la aplicación de fertilizantes nitrogenados y el impacto de la siembra directa, ya que con su incorporación (que hoy alcanza al 90 % de la agricultura de secano) se adoptó masivamente la tecnología.

El INIA promovió la creación y funcionamiento de las Mesas Tecnológicas, que nuclea a empresas e instituciones públicas y privadas que actúan en las cadenas agroin-

dustriales y generan un ámbito de interacción entre la investigación y la producción. En 1992 se fundó la Mesa Nacional de Entidades de Cebada Cervecera y en 1998, la Mesa Nacional del Trigo. En estos últimos años se concretó la Mesa Tecnológica de los Oleaginosos (soja, girasol y canola).

### ***Investigación en producción de arroz***

El arroz es otro rubro que ha tenido una importante expansión en estos años, con aumentos en el área sembrada, crecientes rendimientos por hectárea y la percepción del grano uruguayo en los mercados internacionales como un cereal de calidad.

En los noventa se sembraban 100.000 hectáreas y los rendimientos promediaban los 4700 kilos por hectárea. Entre el 80 y el 90 % de la superficie se plantaba con variedades introducidas, predominantemente *Bluebelle*. Se usaba un exceso de agroquímicos, se regaba tardíamente, había un área mínima dedicada a la siembra directa. Al organizarse el Programa Nacional de Investigación en Producción de Arroz, se enfatizó el manejo integrado del cultivo con un enfoque multidisciplinario, monitoreo de impacto ambiental, viabilización y optimización de la siembra directa, ajuste de nuevos y selectivos herbicidas.

Fue fundamental que la institución, desde hace veinte años, procesara la generación de nuevas variedades y las fuera liberando para su cultivo. En 1995 se liberó la variedad INIA Olimar, de gran rendimiento en la zona norte y, hoy día, tres variedades del INIA representan el 95 % del área arroceera cultivada. En las últimas zafas, los rendimientos por hectárea rompen un récord tras

otro, alcanzándose actualmente los 8500 kilos por hectárea.

La rotación de arroz con praderas, sembradas en cobertura sobre el rastrojo, generó un impacto muy grande en la producción ganadera, la dinamizó y potenció el sistema arroz-ganadería, ya que permite la recuperación del suelo y el aumento de la producción de ganado.

### ***Investigación en producción frutícola***

Este sector ha vivido cambios estructurales muy fuertes en las dos últimas décadas, ya que se trataba de un mercado local protegido y cerrado y la globalización lo ha llevado a interactuar necesariamente en lo regional y extrarregional. La supresión de aranceles de importación y la aparición del supermercadismo y las grandes superficies impulsaron exigencias de calidad por parte de los consumidores, pero además la necesidad de consolidar exportaciones para superar las limitaciones del mercado interno.

El INIA apoya a productores y técnicos con información y productos para lograr mejores resultados, enmarcados en el respeto ambiental y la preservación de los recursos naturales. Así, se introdujeron nuevas variedades de durazno, manzana, pera, ciruela y otras; se ajustaron los manejos de plagas y enfermedades para minimizar daños y se diseñaron propuestas tecnológicas con vistas a la eficiencia.

La introducción de nuevas variedades permitió aumentar las opciones de tipo de planta por medio de alternativas de portainjertos, que además de variar el tamaño y vigor, hacen posible plantar bajo diferentes condiciones de suelo. También se logró

ampliar el período de cosecha y diversificar la oferta. Otro esfuerzo que ha dado buenos resultados es la prospección e identificación de materiales superiores en especies nativas, esto es, guayabo del país, arazá, pitanga, guabiyú, ubajay y otros. En los rubros vitícola y olivícola, la investigación tiene una integración vertical, que cubre todos los aspectos, desde los materiales a plantar hasta los vinos y aceites producidos.

### ***Investigación en producción citrícola***

Este sector, orientado a la exportación para consumo en fresco, se ha organizado en gremiales de productores y exportadores, con representación en la Comisión Honoraria del Plan Citrícola. El área de citrus tiene 16.000 hectáreas y brinda unos 15.000 puestos de trabajo en el país.

## **El Arroz como Rubro de Exportación**

Destinando más del 90% del arroz producido a la exportación, Uruguay ocupa el 7º lugar entre los exportadores de arroz en el mundo. En la actualidad, esto representa 1:200.000 toneladas, cuando en la década del 90 ese volumen era de 500 mil toneladas. El arroz representa el 9,3% del valor de las exportaciones agropecuarias y el 6,2% del valor de las exportaciones totales (DIEA, 2008).

### **Desafíos del Programa**

Un gran desafío es buscar alternativas para incrementar el potencial de rendimiento. Actualmente el rendimiento promedio del país es muy bueno, con 8.500 kg/ha, a pesar de ciertas limitantes climáticas, fundamentalmente variabilidad de luminosidad y temperatura, pero algunos productores alcanzan rendimientos de 9 - 10.000 kg, por lo que la brecha respecto al rendimiento potencial (aproximadamente 12.000 kg/ha) es escasa. Existe preocupación por disponer de alternativas que permitan superar ese techo. Esto implica la búsqueda de nuevas opciones, desde el mejoramiento genético (tipo de planta, híbridos), así como de factores de manejo.

Otro aspecto que requerirá esfuerzos es seguir progresando para aprovechar las ventajas de nuestro sistema productivo, de baja intensidad, que le permite al arroz insertarse en el mercado internacional con buena competitividad, a pesar de no tener subsidios.

Existe la oportunidad de evolucionar hacia un sistema de certificación que permita capitalizar las ventajas del sistema productivo y mejorar el acceso a los mercados. En este sentido, próximamente se editará una Guía de Buenas Prácticas de Manejo, realizada en conjunto con diversos actores del sector (ACA, Gremial de Molinos Arroceros, UdelaR, LATU e INIA).

En estos últimos años, la producción ha tenido un formidable crecimiento: pasó de 80.000 a 145.000 toneladas en el 2008, por un valor de 70 millones de dólares al año, gracias a la incorporación de tecnología. El INIA aportó las respuestas a tres grandes retos: la adecuación de la reconversión varietal, la adecuación de los sistemas productivos y el concepto de control integrado de plagas y enfermedades.

Los mercados demandan cada vez más y las condiciones han cambiado. En los ochenta se podía exportar cítricos pequeños y hasta con algún tipo de daño menor en el exterior. Hoy la fruta debe ser perfecta y superior a los 67 mm de calibre, que se pele con facilidad y no tenga semillas. Y, desde luego, sin residuos de pesticidas. El INIA hizo un esfuerzo importante para introducir nuevos materiales: prospecciones en conjunto con empresas privadas, acuerdos de colaboración con instituciones extranjeras para intercambio y colaboración de material genético nuevo.

El Banco de Germoplasma del INIA Las Brujas cuenta con más de 700 materiales y constituye una reserva genética local e internacional de gran relevancia. Los avances en manejo, fertilización y riego, los trabajos para incrementar el cuajado de frutos que elevaron la productividad por hectárea, el georreferenciamiento de la citricultura nacional de exportación, que permitió la trazabilidad fitosanitaria y de calidad comercial de las 16.000 hectáreas de montes, fueron esenciales para cubrir las exigencias de mercados europeos. Del mismo modo, se trabajó en la evaluación sensorial de los frutos.

El control biológico de plagas, realizado junto a la Facultad de Agronomía, y la im-

plementación del Programa de Saneamiento constituyen aportes esenciales de la institución para el sector.

### ***Investigación en producción hortícola***

Este es un sector clave, por ser el principal abastecedor de producto fresco: unos 100 kilos per cápita al año, lo cual resulta fundamental por sus implicancias en la salud y el bienestar de la población. El valor bruto de la producción hortícola es de 150 millones de dólares anuales. Pero, además, el sector tiene una relevancia adicional, ya que utiliza intensivamente mano de obra familiar y comprende diversos rubros y sistemas de producción a escala nacional.

Actualmente, existen unos 4000 productores hortícolas, que siembran unas 23.000 hectáreas al año, 70 % de ellos en el sur del país y el 20 % en el litoral norte. La región noreste tiene características específicas por sus condiciones agroclimáticas y sus sistemas de producción, por lo cual el INIA contempla las tres regiones con sus respectivas estaciones experimentales. Como es una producción volcada casi por completo al mercado interno, el área plantada se ha venido reduciendo en los últimos años, pero el rendimiento de los cultivos ha sido mayor.

El INIA priorizó la investigación en evaluación, selección y desarrollo de variedades y sistemas de producción para semillas para lograr el autoabastecimiento. En cebolla y ajo, rubros considerados con posibilidades de exportación, con el apoyo de la cooperación japonesa, se desarrollaron semillas mejoradas a partir de materiales locales. Con el Centro Internacional de la Papa se iniciaron actividades de mejoramiento en papa y boniato.

El mejoramiento genético fue acompañado por manejo de cultivo, suelos y riego, sobre todo este último, teniendo en cuenta la alta variabilidad climática, cada vez más acentuada. Complementariamente, el INIA ha realizado trabajos para identificar mecanismos adecuados de control de plagas y desarrolló métodos alternativos, como el control biológico. Un ejemplo exitoso es la práctica de solarización de suelos, que se inició en invernáculo y se extendió a cultivos de campo y almácigos.

El INIA ha trabajado en el concepto de producción integrada y gran parte de la información generada posibilitó la implementación de sistemas de producción orgánica.

### ***Investigación en producción forestal***

En octubre de 1987 se promulga la ley 15939 de desarrollo forestal y en el cuarto de siglo transcurrido la superficie plantada pasó de 50.000 a 800.000 hectáreas. En el marco del Plan Nacional de Forestación se priorizó la conservación de los bosques nativos y ampliar las zonas de forestación a áreas marginales para la agricultura. La forestación se consolidó, atrajo inversores y, asegurando la masa crítica en materia prima, se desarrollaron industrias como pulpa y celulosa, chipeado, tableros de madera contrachapada y aserrado, industrias todas con altos grados de desarrollo tecnológico.

El INIA ha trabajado en el mejoramiento genético de eucaliptus, primero, luego incluyó a los pinos y actualmente cuenta con huertos semilleros de segunda generación y cosecha una semilla de eucaliptus que es muy demandada por su calidad y probada adaptación a nuestras condiciones producti-

vas. En pinos, se instaló un huerto semillero hace siete años y hoy esta especie ocupa un tercio del área forestada.

En cuanto al manejo, el INIA trabaja con ensayos propios y de empresas forestales en raleo y poda, para elaborar el primer Sistema de Apoyo a la Gestión de montes, el SAG Grandis. Así se pueden modelar escenarios de producción forestal.

Otro tema esencial para la institución es la protección forestal, ya que grandes masas de plantaciones homogéneas en una misma área propician mayores plagas y, a diferencia de otros cultivos, no es posible fumigar, por razones técnicas y por el impacto ambiental, lo que obliga al control biológico, con insectos que depredan plagas.

Recientemente, la institución formuló un proyecto para enriquecer el acervo forestal, trabajó con nuevas especies, desde ornamentales hasta montes de usos múltiples (frutos, madera, sombra, abrigo), y resolvió trabajar con algarrobo, especie nativa, y pecan, especie exótica. Cabe señalar que la integración de plantaciones forestales a la ganadería es una alternativa para pequeños productores ganaderos.

### ***Investigación en pasturas y forrajes***

La contribución de las pasturas al PBI agropecuario es esencial, dado que conforman el sustento de la producción de carne, leche y lana, además de solventar los sistemas de producción.

Aproximadamente el 80 % de la superficie destinada a la ganadería es campo natural, recurso renovable, pero la productividad y la calidad son bajas, con marcada estacionalidad y déficit invernales. Por tanto, se re-

quiere incorporar pasturas mejoradas, ajustar el manejo, controlar malezas, plagas y enfermedades. La investigación en pasturas de la institución explica, en gran medida, los avances de la productividad animal.

En el 2005, el nuevo plan estratégico implementó un cambio estructural, ya que en este plan, pasturas y forrajes son definidos como áreas estratégicas en el organigrama. Hasta ese momento se había enfatizado en la productividad y en adaptación de especies, pero sin un foco preciso en la integración del forraje con los sistemas de producción y las demandas animales en los rubros de carne, leche y lana.

Este cambio cualitativo condujo a la formación de equipos multidisciplinarios. Se revalorizó el campo natural como base forrajera y se comenzó a investigar, no solamente sobre la capacidad productiva del campo natural, sino también acerca de los componentes de conservación de pasturas, recursos genéticos y biodiversidad, todos temas nuevos incorporados a la cartera del Programa Nacional de Investigación en Pasturas y Forrajes .

También implicó un cambio trascendente de estos años el mejoramiento genético de forrajeras. El INIA ha mantenido su programa de mejoramiento en La Estanzuela, orientándose básicamente a áreas de producción intensiva e incorporando un programa de mejoramiento genético en su Unidad Experimental Glencoe, en el INIA Tacuarembó.

Algunos resultados implican consignar que se multiplicó por tres la oferta de materiales forrajeros disponibles y de las 14 variedades de los años noventa, se pasó a 42 actualmente, mantenidas en el INIA. También se consolidó en este período la información acumulada en el manejo de pasturas.

### ***Investigación en producción y sustentabilidad ambiental***

El Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental se creó en el 2006 y se incorporó a la estructura de la institución, para profundizar en la interfase entre los distintos sistemas de producción y el buen uso de los recursos naturales.

El Proyecto de Agricultura de Precisión del INIA es pionero en esta área a nivel nacional y se alinea con las crecientes exigencias de los mercados para obtener productos de alta calidad, producidos en forma amigable con el ambiente, trazados e inocuos.

Con las nuevas herramientas, como los sistemas de posicionamiento global, los sistemas de información geográficos, monitores de rendimiento y diferentes tipos de sensores, se pueden determinar los principales factores relacionados con la variabilidad de rendimiento, delinear zonas de manejo o ambientes de productividad contrastante, permitiendo desarrollar en el país capacidades tecnológicas para una agricultura sustentable.

Así, la evaluación del impacto ambiental de plaguicidas, estudiada en los sectores hortícola y frutícola, donde se usan en mayor cantidad por hectárea, permitió concluir que el impacto era menor al esperado, si bien los sistemas de producción orgánicos son más sanos ambientalmente que los integrados y estos sobre los convencionales.

El desarrollo de productos biológicos para el control de plagas permitió el diseño y construcción del Laboratorio de Producción y Formulación de Agentes de Control Microbiano, en Las Brujas.

El INIA fue incluido en la red Learn (Livestock Emissions Abatement Research Net-

work), coordinada por Nueva Zelanda, que pretende, entre otros aspectos, avanzar en nuevas metodologías de medición y modelación de los importantes gases de efecto invernadero, el óxido nitroso y el metano.

El proceso de adopción de la siembra directa, en sustitución de las prácticas históricas de laboreo, fue acompañado desde siempre por la institución. Estas tecnologías y su difusión han tenido formidables resultados, permitieron el desarrollo agropecuario en sistemas más intensivos y en nuevas áreas, y hoy la siembra directa alcanza casi el 90 % de la superficie cultivada.

### ***Investigación en producción familiar***

El Programa de Investigación en Producción Familiar tiene como objetivo contribuir a la mejora de la sustentabilidad socioeconómica y ambiental en los sistemas de producción familiar, teniendo en cuenta el desarrollo del medio rural y la mejora de la calidad de vida de sus pobladores.

Se define como producción familiar el conjunto de explotaciones agropecuarias que basan su actividad en el trabajo del productor y su familia, donde lo producido se destina al autoconsumo familiar o es vendido a distintos mercados, pero, además, esta producción es la principal fuente de ingresos de la familia.

El 74 % de las explotaciones agropecuarias totales del país corresponden a esta categoría y en la horticultura, el 88 %. En promedio, la producción familiar es respon-

sable del 26 % del PBI agropecuario.

Con el nuevo Plan Estratégico 2006-2010, se incorporaron temas relativos al desarrollo rural, la pobreza y la desigualdad; se creó este Programa; se identificaron productos capaces de agregar valor a la producción familiar, como valorización de carnes, elaboración de quesos con leches alternativas, como cabra y oveja, y se desarrollaron sistemas de producción orgánica.

En el 2009 se reorientó el Programa, al aparecer nuevas señales y herramientas de trabajo. Se incorporó la agricultura familiar explícitamente a nivel departamental, nacional y regional, por parte de intendencias, institutos y ministerios, adquirió peso en la reunión especializada del sector en el Mercosur.



## INSTITUTO PASTEUR DE MONTEVIDEO



El Instituto Pasteur de Montevideo (IPM), fundado en el 2004, reúne a investigadores de alto nivel en ciencias biológicas y biotecnologías. Su origen es el resultado de un acuerdo entre los gobiernos uruguayo y francés, facilitado en gran medida por el trabajo de científicos uruguayos. Aspira a convertirse en una institución científica de excelencia con la incorporación de un grupo de investigadores jóvenes altamente calificados y tecnología actualizada. También se propone apoyar el desarrollo de la ciencia biológica del Uruguay y contribuir al desarrollo de las biotecnologías y atraer inversiones en el área de la innovación.

El principal objetivo del Instituto es el desarrollo de la excelencia científica en el campo de la biología, con especial énfasis en la biomedicina. Sigue el modelo establecido por el Instituto Pasteur de París, que, siendo una de las más prestigiosas instituciones académicas en el mundo es, al mismo

tiempo, la segunda institución académica en la producción de biotecnología. Esto se ha alcanzado por medio de una articulación adecuada entre una ciencia básica de alta calidad y sus aplicaciones.

Los cinco principales objetivos fundacionales del Instituto fueron los siguientes:

1) La creación de instalaciones modernas centrales en el campo de la genómica, la proteómica, biología molecular y celular, bioinformática y transgénesis animal. Estas instalaciones fueron diseñadas para proporcionar servicios a las instituciones académicas y privadas.

2) La creación de un programa cuyo objetivo es atraer el retorno a la región de los científicos jóvenes y calificados.

3) La creación de un centro de enseñanza de alto nivel, con el objetivo de ofrecer cursos en las áreas modernas de la biología.

4) La creación de condiciones científicas y tecnológicas adecuadas, que permitan

la instalación o creación de empresas biotecnológicas y atraer inversiones de empresas internacionales.

5) Colocar al Instituto en un escenario regional, como un centro científico de excelencia con un diseño original, una organización flexible, costos competitivos y la rápida toma de decisiones.

A diciembre del 2011 cuenta con 150 empleados, de los cuales 126 son personal científico. Los investigadores principales y asociados son 23; estudiantes de maestría, 19; estudiantes de doctorado, 10; posdoctorandos, 8; pasantes, 51 y científicos jóvenes repatriados, 15.

La moderna edificación, anexa al campus de la Facultad de Ciencias, en Malvín Norte, cuenta con 3500 m<sup>2</sup> construidos. Las instalaciones principales se dividen en 8 áreas dedicadas a las diferentes especialidades.

La organización académica se realiza en torno a unidades. Estas, junto a las áreas de conocimiento a que están dedicadas, se presentan a continuación.

Unidad	Área de conocimiento
Laboratorio de Genética Molecular y Humana	Biomedicina/genética/genética humana/biología molecular y celular/ciliopatías
Laboratorio de Biología Celular de Membranas	Biología celular/microbiología/biología celular de membrana
Laboratorio de Biología Celular de Membranas	Biomedicina/microbiología/interacción hospedador-patógeno
Laboratorio de Biología Redox de Tripanosomátidos	Bioquímica/microbiología/biología celular/biología redox
Laboratorio de Simulaciones Biomoleculares	Biofísica teórica/modelos moleculares/bioinformática estructural

Unidad de Bioinformática	Genómica/evolución del genoma/bioinformática
Unidad de Bioquímica y Proteómica Analíticas	Biomedicina/estrés oxidativo/patología vascular/bioquímica analítica y proteómica/espectrometría de masa
Unidad de Bioquímica y Proteómica Analíticas	Química de proteínas/bioquímica analítica y proteómica/espectrometría de masa/HPLC
Unidad de Bioquímica y Proteómica Analíticas	Cascada de señalización/fosforilación/proteínquinasas/bioquímica analítica y proteómica/espectrometría de masa
Unidad de Biología Celular	Biomedicina/tecnología Celular/inmunología/citometría
Unidad de Animales Transgénicos y de Experimentación	Experimentación animal/modelos transgénicos/manipulación génica
Unidad de Biología Molecular	Biomedicina/biología molecular/genómica funcional/parasitología molecular
Programa Cáncer	Biomedicina/oncología molecular/genómica funcional
Laboratorio de Control de Biofármacos	Química de proteínas/control de calidad
Unidad de Biofísica	Biomedicina/inmunología/biofísica de proteínas
Unidad de Proteínas Recombinantes	Biomedicina/inmunología/leucemia linfoide crónica/proteínas recombinantes
Unidad de Cristalografía	Bioquímica/biología estructural/glicobiología/señalización
Unidad de Cristalografía	Bioquímica/biología estructural
Laboratorio de Neurodegeneración	Biomedicina/neurodegeneración/interacción neurona-astrocito
Programa Cáncer	Biomedicina/inmunología/oncología molecular/glicobiología

## Red de Institutos de Investigaciones en Biomedicina del Mercosur

El Consejo Mercado Común del Mercosur (CMC) aprobó en el 2011 el proyecto «Investigación, Educación y Biotecnología Aplicadas a la Salud», con el objetivo de crear una red de investigación en biomedicina.

La iniciativa es la primera experiencia de integración regional en ciencia, tecnología e innovación, que cuenta con un financiamiento total de 10 millones de dólares, de los cuales 7 millones serán recursos no reembolsables aportados por el Fondo para la Convergencia Estructural del Mercosur (FOCEM).

Con este proyecto, que tiene un duración de tres años, se busca crear capacidades y ofrecer soluciones al problema del creciente envejecimiento poblacional y el padecimiento de enfermedades crónicas: inmunológicas, cardiovasculares, diabetes, obesidad y cáncer, entre otras.

De esta manera, se abordarán en forma coordinada problemas de salud comunes a los países miembros del Mercosur, de un modo integral y complementario que permita generar e intercambiar nuevas biotecnologías, formar recursos humanos y realizar transferencia tecnológica a industrias públicas o privadas de la región. Además, contribuirá a la competitividad de las producciones científicas y al fortalecimiento de las instituciones nacionales de investigación y desarrollo.

El proyecto fue presentado por la Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología del Mercosur (RECYT), cuya coordinación uruguaya está a cargo de la Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación y Cultura.

Los organismos responsables serán el Instituto de Investigación en Biomedicina de Buenos Aires (Conicet-Max Planck) de Argentina, la Fundação Oswaldo Cruz de Brasil, el Laboratorio Central de Salud Pública del Ministerio de Salud (LCSP), el Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud (IICS)-Universidad Nacional de Asunción y el Centro para el Desarrollo de la Investigación Científica (CEDIC) de Paraguay, y el Instituto Pasteur de Montevideo, Uruguay.

A partir de esa iniciativa, en los próximos meses se cerrará un espacio de 700 metros cuadrados, en el predio del Instituto, para crear un área donde las empresas puedan instalarse, ya sea mediante alquiler o incubación. «Las empresas van a trabajar con todo esto compartiendo el ecosistema del Instituto y pensamos tener asociaciones comerciales con ellos. Si el Pasteur ayuda a desarrollar un producto, queda colgado con una partecita de ese producto y va a poder recibir un beneficio económico por los años en que ese producto se comercialice», explica Luis Barbeito, director ejecutivo del Instituto.

Tomado de información del proyecto, página web de Instituto, y nota de El País del 25/11/11.

## ***Investigación biomédica***

La investigación biomédica está orientada a trabajar en enfermedades neurodegenerativas, cáncer, enfermedades transmisibles y biología celular.

Los principales proyectos que se llevan adelante en estas áreas son:

1) Enfermedades neurodegenerativas: Esclerosis Lateral Amiotrófica (ALS, por sus siglas en inglés), Estrés Oxidativo.

2) Cáncer: Genómica Funcional, Glicobiología, Cáncer de Mama y de Colón, Epigenética.

3) Enfermedades transmisibles: Tripanosomiasis, Tuberculosis, Leptospirosis.

4) Biología celular: Funciones de las Cilopatías y de la Membranas Celulares.

## ***Principales tecnologías disponibles***

Con el fin de llevar adelante investigaciones de alto nivel, el Instituto se dotó de la alta tecnología necesaria para el desarrollo de proyectos de investigación, así como para ofrecer a la comunidad científica y productiva del Uruguay una serie de herramientas, cuya inversión ronda los USD 4.000.000.

Se destaca que, en estos últimos cinco años, se ha logrado formar y capacitar a personal altamente calificado en el manejo de estas tecnologías de punta.

Equipamiento disponible:

1) Espectrómetros de masa (MALDI TOF, MALDI TOF/TOF, LTQ) nano HPLC, sistema de electroforesis bidimensional, difractor de rayos X, estación semiautomática de visualización de cristales, sistemas de purificación de proteínas, fermentadores, Biacore, microcalorímetros (ITC/DSC), Light Scattering, clúster de procesamiento de datos, sistema

de microarreglos, separadores celulares, microscopio confocal, secuenciador método Sanger, secuenciador Illumina.

2) Animales de laboratorios, laboratorios libres de patógenos (SPF) equipados con las herramientas para transgénesis, entre otros.

## ***Diagnóstico y control de calidad***

1) Laboratorio de Control de Calidad de Biofármacos: brinda servicio de control de calidad a más de diez empresas farmacéuticas nacionales y regionales. Asimismo, es laboratorio de referencia del MSP en esta área.

2) Detección de mutaciones como herramienta diagnóstica de leucemia linfocítica crónica: este análisis es brindado a la mayoría de los centros de salud de Uruguay, tanto públicos como privados.

## ***Servicios***

Además del equipamiento de última generación disponible, el Instituto cuenta con recursos humanos altamente calificados que permiten dar un servicio integral y con valor agregado.

Actualmente se encuentran disponibles (entre otros) los siguientes servicios:

1) Unidad de Bioquímica y Proteómica Analíticas:

a) Determinación de masa de proteínas/péptidos (moléculas enteras).

b) Identificación de proteínas por mapeo peptídico con tripsina y búsqueda en bancos de datos de secuencia.

2) Unidad de Animales Transgénicos y de Experimentación:

a) Producción de roedores transgénicos.

b) Análisis de animales transgénicos por PCR o Southern blot.

## El Instituto Pasteur Montevideo cumplió cinco años con la primera generación de inventos propios. Estudian cáncer, enfermedades del dolor y neurodegenerativas

Los descubrimientos son, en definitiva, el sello de una institución científica. A cinco años de su instalación en Uruguay, el Instituto Pasteur Montevideo tiene motivos para celebrar: presentará en el 2012 la solicitud de cinco patentes. Son, como define su director ejecutivo, Luis Barbeito, la primera camada de inventos propios. Y aunque estratégicamente prefiere no dar detalles de los hallazgos que se relacionan con áreas como cáncer y terapia del dolor, hacen que el científico tenga una expectativa «muy positiva» hacia el futuro.

Hasta ahora el Pasteur ha solicitado solo una patente propia —otra ya venía desarrollada de otra institución—, por lo que las cinco solicitudes del año próximo significarán un quiebre, que es a lo que justamente apuntaron las autoridades en los últimos años: marcar un perfil de investigación científica, después de haberse posicionado como plataforma tecnológica.

Es, dice Barbeito, lo que da personalidad a este tipo de instituciones. «Cuando uno piensa en el Instituto Pasteur de París, piensa en vacunas porque el propio Pasteur hizo descubrimientos que dieron origen al sistema de vacunas. Hoy sigue siendo líder en vacunas», afirma.

El Instituto Pasteur Montevideo aún no tiene un perfil tan definido. Por ahora se concentra en tres áreas —cáncer y enfermedades degenerativas, patologías infecciosas o transmisibles, y genética y genómica—, pero son conscientes que en los próximos años deberán acotarse cada vez más. Es que el campo actual de estudio, la medicina molecular, es un área demasiado amplia. «Con el volumen que tenemos no podemos cubrir todo. Habrá que elegir regiones», admite el científico.

Serán las investigaciones y los hallazgos los que terminen generando esa impronta. En el 2012 se esperan avances en las tres áreas.

En cáncer, los estudios se centran en detectar el perfil molecular de los tumores de mama y en la epigenética, es decir, la interacción del medio ambiente y del estilo de vida con los genes.

La aplicación de un anticuerpo —patentado originalmente por la Facultad de Medicina— que puede aportar tanto para el diagnóstico como para el tratamiento, ya que protegería contra el cáncer, es una de las líneas centrales de investigación, que esperan ingrese este año a un ensayo clínico con humanos en Francia.

«Hay estudios de alto impacto que pueden llegar a ser curativos. Son cosas que se inventan, se desarrollan acá, en Uruguay», resalta Barbeito.

En cuanto a enfermedades infecciosas, desarrollan investigaciones sobre tuberculosis, leptopirosis y esperan concretar un plan para crear una vacuna contra la leucosis bovina.

En la práctica, implica una alianza entre sectores públicos y privados y poder así generar una vacuna que evite que el animal contraiga la enfermedad.

Para Barbeito esta seguramente sea «la gran noticia» del año próximo. ¿El motivo? Hay infectado un «gran porcentaje» del rodeo uruguayo, sobre todo el lechero, que es el que vive más años. El contraer la enfermedad es una barrera sanitaria y origina pérdidas.

- c) Fertilización in vitro.
- d) Criopreservación de embriones y semen.
- e) Rederivación de cepas contaminadas por transferencia embrionaria.
- f) Cruzamientos y mantenimiento de cepas, consultas sobre planes de cría.

3) Unidad de Biología Celular:

- a) Cultivo de diferentes líneas celulares, almacenamiento celular.
- b) Detección de micoplasma y contaminación viral en cultivos celulares.
- c) Desarrollo de ensayos biológicos, ensayos de proliferación y/o ensayos antivirales.
- d) Adaptación de diferentes líneas celulares al crecimiento en suspensión y a medios libres de suero.
- e) Generación de nuevas líneas celulares por ingeniería genética, para ser empleadas tanto en investigación básica como aplicada.
- f) Análisis e identificación de poblaciones celulares mediante sondas fluorescentes: inmunofenotipado, contenido de ADN y análisis de ciclo celular, citoquinas intracelulares, apoptosis.
- g) Separación de poblaciones celulares heterogéneas en poblaciones homogéneas: separación de eventos raros, separación en condiciones de esterilidad, depósito de 1 célula, clasificación hasta cuatro tipos de poblaciones diferentes.

4) Unidad de Biología Molecular:

- a) Secuenciación de ADN.
- b) Análisis de fragmentos.
- c) Expresión génica.
- d) PCR en tiempo real.
- e) Microarreglos de ADN.

- f) Tecnología de ARN antisentidos.
- g) Desarrollo de vectores de clonado y expresión.
- h) Banco de células y plásmidos.

5) Unidad de Cristalografía de Proteínas:

- a) Cristalografía de proteínas - robótica y manual.
- b) Difracción de rayos X - testeo y caracterización de cristales.
- c) Difracción de rayos X - cristales únicos, colecta de datos.
- d) Determinación de estructuras de cristales.

6) Unidad de Biofísica de Proteínas:

- a) Análisis termodinámico de la interacción proteína-proteína y proteína-ligando, mediante la determinación por microcalorimetría de titulación isotérmica (ITC) de los siguientes parámetros: constante de equilibrio (KB), estequiometría (n), variación de entalpía ( $\Delta H$ ) y variación de entropía ( $\Delta S$ ).
- b) Análisis termodinámico de cambios conformacionales de proteínas, incluyendo la determinación de la estabilidad y plegamiento de proteínas recombinantes mediante microcalorimetría de escaneo diferencial de temperatura (DSC).
- c) Análisis cinético de interacciones entre proteína y ligando mediante medidas de resonancia plasmónica de superficie (SPR), determinación cinética de constantes de asociación (k<sub>ass</sub>) y disociación (k<sub>diss</sub>).
- d) Determinación del radio hidrodinámico de macromoléculas o partículas mediante medidas de difusión de luz.

- 7) Unidad de Bioinformática:
- a) Software NCBI, EMBOSS, eBi instalado localmente.
  - b) Programas de alineamiento de secuencias y filogenias.
  - c) Programas de análisis de secuencias.
  - d) Software de modelado molecular en 3D.
  - e) Diseño y explotación de bancos de datos.
  - f) Herramientas para el análisis de sistemas complejos.
  - g) Asesoramiento en bioestadística básica y uso de software específico.
  - h) Desarrollo de software.
- 8) Unidad de Proteínas Recombinantes:
- a) Expresión de proteínas en sistemas

- procariotas y sistemas eucariotas (baculovirus, levaduras, células de mamíferos).
- b) Solubilización de proteínas. Optimización de las condiciones de expresión y estudios de resolubilización.
- c) Producción y purificación de proteínas a gran escala.

### **Educación**

Dentro de los objetivos prioritarios del Instituto se encuentra la formación de recursos humanos. En este sentido, se organizan un promedio de cuatro cursos internacionales por año, dirigidos a estudiantes de posgrado del país y de la región. El centro de formación del Instituto brinda capacitación técnica y cientí-

## **Nuevo proceso de producción de vacunas para uso veterinario**

La provisión de vacunas de uso veterinario tradicionales se ha convertido en una necesidad estratégica para los estados nacionales. Esto se explica por el escaso interés de las grandes empresas productoras, en gran parte porque la producción de vacunas es compleja, costosa y se haya sujeta a estrictas normas de calidad internacionales. Cuando se emplean cultivos de células animales para la producción de vacunas virales, tanto la complejidad como el costo del proceso de producción pueden ser reducidos mediante la utilización de cultivos de alta densidad celular. Esto se debe a que una mayor masa celular al momento de la infección generalmente resulta en un incremento en la producción de partículas virales.

El proyecto en marcha, conjuntamente entre Laboratorios Santa Elena y la Unidad de Biología Celular del Instituto Pasteur de Montevideo, propone abordar este problema mediante el desarrollo y la optimización de una nueva tecnología de producción de alto rendimiento de vacunas veterinarias.

De resultar exitoso este desarrollo tecnológico, se contará con un proceso que superará sustancialmente la productividad y disminuirá los costos operativos de aquellos actualmente en uso. De esta forma, la concreción del presente proyecto será clave para dar respuesta, desde la academia, a una demanda prioritaria del sector productivo nacional en un campo de gran interés como lo es la sanidad animal.

fica, basada en las líneas de investigación que desarrolla y en las tecnologías que posee. Se realizan cursos especializados, dirigidos a estudiantes de posgrados locales y de la región.

En el 2011 se desarrollaron cursos en las siguientes áreas de conocimiento: biología de sistemas de levaduras, química redox y biología de tioles, genética de roedores de laboratorio, modelización Coarse-Grain en sistemas biológicos; genómica funcional y sus aplicaciones en biomedicina. Todas estas actividades contaron con la participación de profesores locales, regionales e internacionales, así como con estudiantes locales y de la región.

### **Transferencia tecnológica**

El Instituto ha generado más de 10 convenios de cooperación científica y técnica con empresas nacionales y regionales.

Los acuerdos en ejecución en diciembre del 2011 son los siguientes:

<b>Empresa</b>	<b>Objeto</b>
Microsules (Uruguay)	Acuerdo de cooperación. Formación de RRHH para planta de vacunas
Microsules (Uruguay)	Desarrollo de fármacos para el tratamiento del dolor equino
Genotipos (Uruguay)	Incubación y acceso a uso de equipamiento y servicios
Dilave (Uruguay)	Acuerdo específico de cooperación para la cría de ratones
Igra Semillas (Paraguay)	Estudio de calidad y aplicaciones de las antocianinas específicas
Biópolis (España)	Acuerdo de cooperación

En mayo del 2011, el Instituto patentó a nivel internacional una invención titulada «Isolation and use of a new type of glial cell with neurotoxic potential». Los inventores son Luis Barbeito, Pablo Díaz-Amarillo, Silvia Olivera y Javier Ganz, integrantes del Laboratorio de Neurodegeneración.

### **Divulgación científica**

Desde el punto de vista social, se busca aumentar el conocimiento público y transmitir el potencial que posee la investigación científica, destacando el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, el crecimiento económico y la generación de empleo, de modo de mostrar su influencia en las distintas escalas sociales, tanto del Uruguay como de la región y el mundo.

El Instituto realiza, a lo largo del año, una serie de actividades de divulgación científica enfocadas hacia los jóvenes. Se destacan las siguientes:

- 1) Visitas escolares o conferencias dictadas en centros educativos.
- 2) Producción de publicaciones o contenidos electrónicos de carácter docente (Plan Ceibal).
- 3) Puertas Abiertas: acceso al público general para que conozca el Instituto.
- 4) Participación del Instituto en actividades de divulgación científica (Semana de la Ciencia y Tecnología, Feria Nacional de Clubes de Ciencias del Interior, etc.).

## Líneas celulares de importancia biotecnológica y biomédica

Proyecto «Generación y caracterización de líneas celulares de importancia biotecnológica y biomédica para el monitoreo de cambios redox intracelulares en tiempo real e in situ».

Todos los organismos vivientes están expuestos a especies reactivas del oxígeno y nitrógeno, los cuales son producidos por las células como metabolitos secundarios en ciertas reacciones bioquímicas. Estas moléculas constituyen potentes agentes oxidantes que también pueden ser producidos activamente en circunstancias tales como la defensa contra organismos agresores, la invasión de la célula huésped (factores de virulencia) y durante procesos inflamatorios no infecciosos (agudos o crónicos).

Dependiendo de la magnitud de la alteración del balance redox intracelular, el organismo responderá activando vías regulatorias, de señalización o compensatorias, para contrarrestar el desequilibrio o bien se producirán daños severos en distintas macromoléculas. La degeneración genética, distintos tipos de disfunciones fisiológicas y la muerte celular son algunas de las consecuencias cuando los daños son irreversibles.

Grupos tiólicos redox activos, cisteínas, presentes en proteínas o biomoléculas de bajo peso molecular cumplen un rol clave en la neutralización de dichos oxidantes o actuando como sensores redox. En ese sentido, el monitoreo de los cambios redox asociados a procesos celulares o en organismos de relevancia para el área biomédica y la biotecnología cobra una importancia especial, ya que acceder a esta información permitiría diseñar estrategias de intervención en el ambiente redox intra o extracelular, con el fin de alterar funciones celulares específicas, como por ejemplo la proliferación y productividad celular o la defensa antioxidante.

El objetivo del proyecto es validar la aplicabilidad de biosensores redox para medir, por medios no invasivos y en tiempo real, la dinámica de cambios redox fisiológicos en sistemas celulares importancia biomédica y biotecnológica.

Adaptación del resumen publicable del proyecto presentado a la ANII.



# LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY



El Laboratorio Tecnológico del Uruguay (Latu), como persona de derecho público no estatal, tiene cometidos que han ido variando a lo largo de su historia institucional. Los cometidos asignados por ley al Latu históricamente se han ido ampliando, hasta cubrir un campo mucho más vasto de actividades que las encomendadas al inicio. En el período de su creación y en años inmediatos posteriores, dichos cometidos se relacionaban exclusivamente con el control de calidad de productos; luego, con la realización de investigaciones y estudios para mejorar las técnicas y procesos de elaboración de materias primas y aprovechamiento de subproductos; más adelante se le asignó la competencia de proponer al Ministerio de Industria y Energía y Minería (MIEM) los patrones nacionales de medida y la custodia, conservación y calibre de dichos patrones, así como asesorarlo en aspectos científicos y tecnológicos relativos

a la metrología, incorporándose, finalmente, la posibilidad de asociarse con terceros para desarrollar proyectos en el área tecnológica.

El accionar estratégico de la gestión 2005-2010 del Directorio del Latu se orientó hacia el apoyo a la competitividad del sector privado residente (empresas de muy diversos tamaños y capacidades) y, de acuerdo con las demandas del Poder Ejecutivo, en la implementación de las políticas públicas que se propuso impulsar y que encontró en el Latu una plataforma operativa adecuada para tales fines.

## *Las prioridades de gestión*

Teniendo presente el marco jurídico y el diagnóstico realizado de la institución, el Directorio del Latu definió, entre sus prioridades fundamentales, lograr que el accionar del organismo estuviera volcado fundamen-

talmente a crear nuevas capacidades nacionales en los ámbitos de sus cometidos. Para ello, diseñó una estrategia muy flexible de trabajo coordinado en redes con una vasta lista de instituciones, públicas y privadas, del sector empresarial y del tercer sector. En este desarrollo «hacia afuera», también emprendió actividades muy importantes de descentralización efectiva, instalando una unidad en la ciudad de Fray Bentos para crear capacidades locales de alto nivel en el interior del país. En definitiva, se buscó en todo momento proyectar un Latu al servicio de las múltiples demandas externas del sector público y privado, que correspondan a sus cometidos legales.

Para poder cubrir esta vastedad de demandas que surgen de los desafíos estratégicos planteados, el Latu tuvo que ampliar sus capacidades intrínsecas o primarias. Debó apostar mucho más a las inversiones en equipos e infraestructura, que alcanzaron niveles históricos; a un plan innovador en recursos humanos centrado en la capacitación a alto nivel de su personal, para responder a esta multiplicidad de demandas externas; y a la definición de áreas tecnológicas a impulsar en diferentes sectores.

### ***Interactuando en el medio externo: las nuevas capacidades construidas para ello***

#### **Creación de un Parque Tecnológico.**

Este incluye una incubadora de empresas (Ingenio); un Centro de Desarrollo del Conocimiento, para que las empresas capaciten personas en nuevas tecnologías (TIC y otras, a futuro); se construyó la sede donde funciona el Plan Ceibal; una sala de congresos y espectáculos de nivel internacional, con el cofinanciamiento del Ministerio de Turismo y

Deporte; y nuevos edificios que se arrendarán a empresas innovadoras del área de las TIC. Las inversiones nuevas comprometidas en este emprendimiento fueron del orden de 5 millones de dólares.

**La descentralización y construcción de capacidades de alto nivel en el interior del país.** Históricamente, el Latu ejecuta actividades propias de sus cometidos originales en el interior del país (metrología legal, admisión temporaria, desarrollo de algunos proyectos de innovación con empresas agroindustriales). Sin embargo, la apuesta estratégica fue instalar una unidad completa en Fray Bentos, con el apoyo de la Intendencia de Río Negro. En esta unidad se realizan análisis y monitoreos ambientales en el río Uruguay, se promueven desarrollos tecnológicos en sectores prioritarios en conjunto con el INIA y se efectúan actividades de difusión tecnológica y popularización de la ciencia entre alumnos de educación primaria y secundaria.

La Unidad Fray Bentos del Latu está ubicada en las instalaciones del ex frigorífico Anglo de dicha ciudad. La inversión inicial fue de 1:800.000 dólares y trabajan en la unidad 13 técnicos.

**Soporte operativo directo a la ejecución de políticas públicas varias.** El régimen de admisión temporaria es un mecanismo de promoción de la industria exportadora, que admite la importación de insumos libres de aranceles y otros impuestos, con el objeto de ser usados para producir bienes exportables. El Latu es el responsable de los controles que requiere la ejecución del régimen, que en los últimos cinco años representaron un volumen promedio anual de operaciones de aproximadamente 714 millones de dólares del comercio exportador. En

tal sentido, se procura ejecutarlos con la asistencia de herramientas tecnológicas, habiendo automatizado los procesos de autorización y cancelación de solicitudes de admisión temporaria y diseñado e implementado

un sistema de análisis de riesgos, que posibilita una mejora continua en el proceso de toma de decisiones.

Adicionalmente, durante la presente gestión, se impulsó la elaboración y apro-

## Aprovechamiento del butiá

El butiá es un fruto silvestre proveniente de los palmares de Rocha, cuyo consumo y comercialización se limita principalmente a ese departamento. El análisis de las propiedades fisicoquímicas y nutricionales en el fruto fresco y en su pulpa tamizada favorecerá la valorización de un recurso genético nativo. El objetivo de este estudio fue ampliar el conocimiento acerca de las características físico-químicas y nutricionales del fruto fresco y de su pulpa tamizada, y estudiar la evolución microbiológica de la pulpa tamizada almacenada a -18 °C durante 360 días.

Los resultados más relevantes revelaron un contenido de vitamina C del entorno del 65 a 100 ppm de vitamina C y un contenido de fibra alimentaria de 4,9 % a 4,3 %. El principal resultado fue la preservación de hasta un 55 % del contenido de vitamina C en la pulpa tamizada con respecto al fruto fresco. En las condiciones de este estudio se concluye que la pulpa de butiá tamizada puede conservarse a -18 °C durante 360 días para su utilización en elaboración de alimentos (no se observó crecimiento microbiano en la pulpa tamizada).

Se desarrollaron equipamientos para el aprovechamiento de la almendra del fruto, la fibra insoluble y la pulpa tamizada. En la actualidad existen en el departamento de Rocha no menos de 40 emprendimientos que cosechan el fruto y lo almacenan congelado, con el objetivo de consumirlo durante el año.

La pulpa tamizada del butiá es el principal componente para el desarrollo de los productos y, por lo tanto, el que requiere mayor atención. En el período 2010-2011 se han desarrollado cartillas de elaboración de productos basados en este fruto que fueron difundidas y transferidas a elaboradores de la zona.

El fruto de la palmera *Butia capitata* cosechada en el departamento de Rocha en la zafra 2010 presenta aportes importantes de vitamina C y de fibra dietética, comparable al de otros frutos conocidos por estos aportes nutricionales (kiwi, frutilla, limón, naranja, pomelo y ananá). El color, contenido de sólidos solubles y pH del fruto fresco son similares a los de la pulpa tamizada elaborada en las condiciones descritas. La vitamina C se preserva hasta en un 55 % en la pulpa tamizada. Se logra un rendimiento del 50 % en la producción de pulpa tamizada en relación al fruto fresco.

bación de la ley N°18184 y su decreto reglamentario, con el objetivo de consolidar un régimen en la interna del país, que es el mayor incentivo a las exportaciones y también un muy importante atractivo para la radicación de inversiones.

El Laboratorio también es responsable directo de todas las tareas técnicas y administrativas relativas al control de instrumentos de medición (metrología legal). Ha controlado un promedio anual de 200.000 instrumentos, en los últimos cinco años y, en este período, también se han agregado nuevas tareas en apoyo operativo a la implementación de las políticas públicas nacionales y municipales: Laboratorio para el Control de Combustibles adjudicado en licitación con la Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua (URSEA), Laboratorio de Electrónica, control de juguetes importados (MIEM), etc.

### ***Apoyo a las políticas sociales***

El Latu fue el responsable, por resolución del Poder Ejecutivo del año 2007, de la ejecución técnica del Plan Ceibal.

Con el objetivo de promover la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), el Latu diseñó y ejecutó con recursos propios, entre 2006 y 2007, el Programa 1000 Mipymes. A fines del 2007 se había logrado asistir, con transferencia tecnológica, a más de 650 empresas de este tipo de las más de 1000 que habían sido identificadas y diagnosticadas. Adicionalmente, el Latu participó en el Programa de Apoyo a la Competitividad y Promoción de Exportaciones (Pacpymes).

Asimismo, se mantuvieron y ampliaron los programas tradicionales de transferencia

de tecnología y capacitación a sectores de la agroindustria artesanal en varios puntos del territorio nacional.

### ***Desarrollo conjunto con instituciones docentes nacionales e internacionales***

Implementación en las instalaciones del Laboratorio de la primera Maestría en Pulpa de Celulosa a nivel nacional, en acuerdo con la Facultad de Ingeniería de la UdeLaR y la Universidad de Finlandia.

Acuerdos con la Facultad de Química para apoyar la realización de tesis de maestrías y doctorados en temas de interés común.

Implementación de un Programa de Pasantías y Pymes con la Cámara de Industrias del Uruguay (CIU).

### ***Construcción de capacidades internas***

No hubiera sido posible tener una inserción tan activa con el ambiente externo al Latu, actuando en los diferentes frentes que sus cometidos legales le permiten, si paralelamente no se hubieran realizado los cambios y la nueva construcción de capacidades internas e ineludibles que requerían tamaños desafíos. Estos cambios fueron diseñados con una visión estratégica de prioridades, que giraron en torno a cuatro ejes fundamentales:

1) El aumento muy significativo en el monto ejecutado de inversiones en equipos de laboratorios e infraestructura.

2) Las políticas e inversiones en capital humano y una fuerte reestructura en este ámbito.

3) La definición de prioridades claras en términos de las actividades claves para

## El primer irradiador en Uruguay

Desde el 2010 el Latu pone al alcance de la industria el servicio de irradiación. Dispone de un equipo irradiador por rayos gamma (EMI-9), para la realización de las pruebas que demanda la industria, según los requerimientos de calidad del comercio. Este servicio permite introducir definitivamente la tecnología de irradiación en el país.

De esta forma, las empresas que buscan una mejora continua de sus procesos disponen de una nueva alternativa, con el objetivo de favorecer el desarrollo del sector industrial. En el Latu se realizan ensayos que permitirán mejorar la calidad higiénico-sanitaria de los productos, desarrollar nuevos o reformularlos, intentando alcanzar mercados internacionales exigentes, hasta ahora lejanos, y afirmar los ya conquistados, cumpliendo con altos estándares de calidad y por el agregado de atributos especiales que satisfagan segmentos específicos de demanda.

El rango de dosis que se aplica es aquel suficiente para alcanzar el objetivo sin perjudicar las características funcionales del producto final:

- 1) Irradiación a dosis bajas: inhibición de brotes, retardo de la maduración, desinfección de insectos, inactivación de parásitos.
- 2) Irradiación a dosis medias: reducción del número de microorganismos que deterioran los alimentos, reducción del número o eliminación de patógenos «no formadores» de esporas.
- 3) Irradiación a dosis altas: esterilización.

Las principales ventajas del proceso de irradiación son:

- 1) Es un proceso seguro. En ningún momento el producto está en contacto con la fuente de radiación, por lo cual no existe riesgo de contaminación radiactiva.
- 2) Alto grado de penetración controlada: los productos pueden ser tratados en su embalaje final, evitando riesgo de recontaminación posterior.
- 3) La radiación no deja residuos en los productos procesados: posibilidad de uso inmediato.
- 4) No hay aumento significativo de la temperatura de los productos: se pueden tratar materiales sensibles al calor.
- 5) El tiempo de irradiación es el único parámetro a controlar: alta confiabilidad del proceso.
- 6) También es aplicable a productos a granel.
- 7) Es una tecnología que no contamina el medio ambiente.

El Grupo Nacional de Irradiación —Comité Nacional de Irradiación a partir del 2009— está integrado por: Latu, que es integrante de la Asociación Internacional de Irradiación, la Autoridad Reguladora Nacional en Radioprotección del MIEM y la Dirección de Sanidad Agrícola del MGAP. Participan, además, la Cámara de Exportadores de Citrus, el INIA, la Comisión Nacional Honoraria del Plan Citrícola y otros actores del sector privado interesados en la tecnología.

el Laboratorio, en función de sus cometidos sustantivos y las demandas externas.

4) La fuerte informatización de los procedimientos internos y de relacionamiento con los clientes.

Respecto al punto 3) se destaca que una parte importante de las inversiones en infraestructura y nuevos equipamientos se concentraron en potenciar la capacidad de análisis de laboratorio de primer nivel del Latu y los desarrollos en metrología científica, aspectos claves para consolidar a la institución nacional dedicada a estos temas y brindar las mayores garantías a las empresas uruguayas. Ello hace directamente a la calidad institucional del país y su credibilidad internacional.

Asimismo, en el área de desarrollo de innovaciones las prioridades están en consonancia con el perfil de especialización internacional del Uruguay:

1) Investigación aplicada y monitoreo del medio ambiente.

2) Desarrollos tecnológicos de empresas agroindustriales de diversos tamaños y capacidades.

3) Desarrollo forestal e industrialización de la madera.

### ***El Laboratorio en el Sistema Nacional de Innovación***

Cuando el Poder Ejecutivo, por medio del Gabinete de la Innovación, generó el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Latu analizó, en dos jornadas de reflexión y propuesta, cuál debería ser el rol de la institución en lo que a investigación, desarrollo e innovación tecnológica refiere, conforme a los lineamientos establecidos en el mencionado Plan Estratégico.

Como resultado del análisis se decidió impulsar y profundizar, entre otras, las acciones que se describen a continuación.

### ***Desarrollo forestal y de la madera***

El Departamento de Proyectos Forestales del Latu tiene como objetivo impulsar y respaldar tecnológicamente el desarrollo de la cadena productiva de la madera, apoyando la industrialización de productos de alto valor agregado.

Desde la década de los ochenta, el Laboratorio se viene preparando para brindar al sector forestal los servicios que este pueda demandar. Desde entonces, por medio de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), se ha recibido capacitación en celulosa y papel, en tecnología de la madera y derivados e incluso la donación de un moderno equipamiento.

El Departamento fue fortalecido con nuevas capacitaciones e inversiones para su desarrollo. Actualmente, el Laboratorio tiene una alta demanda del sector industrial sobre temas como propiedades de la madera y sus derivados.

A fines del 2009, el Departamento de Proyectos Forestales culminó su proceso de planificación estratégica para los siguientes cinco años, luego de una ronda de consultas sobre las demandas del sector con los actores involucrados, productores industriales y académicos.

### ***Desarrollo ambiental y preservación de recursos naturales***

En el Latu se han desarrollado notorias capacidades en torno a algunas disciplinas (control de efluentes, medición de calidad

## Observatorios tecnológicos

El servicio de observatorios tecnológicos incluye una herramienta colectiva que permite detectar cambios tecnológicos en factores de interés comunes, previamente identificados como críticos por parte de actores claves del área involucrada, facilitando, de ese modo, un instrumento para mejorar la competitividad de las empresas que componen el área y, por consiguiente, del país en ese rubro.

Esta herramienta habilita, por medio de la información, a anticiparse a las innovaciones tecnológicas, además de aprovechar las oportunidades ayudando a identificar los mejores escenarios de impacto de tecnología emergentes y de desarrollo tecnológico.

Adicionalmente, facilita ambientes de integración entre las entidades de investigación, desarrollo e innovación, para el planteamiento de proyectos o emprendimientos que fortalezcan el sector y colaboren en alcanzar metas comunes.

Por una parte, el Observatorio Lácteo, en el cual participan el Instituto Nacional de la Leche, el Latu y el INIA, cuenta con las siguientes áreas temáticas: «inteligencia de mercado», donde se capta, analiza y difunde información tanto de los mercados donde el Uruguay comercializa sus productos, como de los principales competidores en la exportación de commodities lácteos; «tecnología industrial-artesanal», donde se releva, analiza y difunde información referida a las nuevas tecnologías o a de la evolución de las ya existentes en la industria láctea y lo referido a producción artesanal; y «tecnología primaria», donde se capta, analiza y difunde información referida a los avances en tecnología para la fase primaria de la cadena láctea.

En el Observatorio de Biotecnología, las organizaciones que vienen trabajando en forma conjunta y coordinando aspectos de selección de temas y fuentes a vigilar son: el INIA, el Latu, el Instituto Pasteur y la Asociación Uruguaya de Biotecnología (Audebio). Las áreas temáticas del Observatorio de Biotecnología incluyen: bionegocios (alimentación, biocombustibles, energías renovables, transgénicos, entre otros), agro, alimentos, farmacéutico y medio ambiente.

En el Observatorio de Textil y de Vestimenta, en el que participan Uruguay XXI y el Latu, los principales temas que se están vigilando actualmente son: maquinaria y tecnología, materias primas, normativas y certificaciones, comercio y mercado, innovación en procesos, innovación en producto.

En el Observatorio Citrícola las organizaciones participantes son el INIA, el MIEM, el MGAP y el Latu. Las áreas temáticas del Observatorio son: información económica (que incluye aranceles, barreras no arancelarias, datos de comercio exterior, datos de consumo, habilitaciones sanitarias, políticas activas, precios) y noticias tecnológicas (conteniendo nuevas variedades, políticas y epidemiología, protección de cultivos, sistema de producción de plantas).

del agua y del aire, evaluación ambiental, etc.).

Existe una búsqueda constante de metodologías que evalúen los impactos ambientales de productos, actividades y procesos durante el ciclo de vida completo de estos, y tecnologías que contribuyan a compatibilizar el desarrollo con la mejora del ambiente y la calidad de vida de la población.

### ***Centro de Tendencias en Moda y otros proyectos en textiles***

En julio del 2007, para dar respuesta a las necesidades detectadas en el Programa de Competitividad de Conglomerados y Cadenas Productivas (PACC), incluidas en el Plan de Refuerzo de Competitividad, se resolvió implementar un Centro de Tendencias en Moda.

Este brinda información actualizada, completa y clasificada sobre las tendencias de la moda en textiles, indumentaria, tejido de punto y accesorios, en función de los objetivos de las empresas textiles (de indumentaria y tejido de punto).

El Centro se financió hasta fines del 2009 con aportes del Conglomerado de Diseño, los usuarios y el Latu. A partir del 2010, considerando que no se contaba con el subsidio recibido hasta la fecha por el mencionado Conglomerado, se vienen ajustando las actividades a ser realizadas por el Centro y los aportes que deben hacer los usuarios, según las actividades en las que participen. En forma periódica se realiza un seguimiento a la ejecución presupuestal ajustando las actividades previstas en función de los ingresos obtenidos por el Centro.

### ***Programa Emprender***

En el 2007 se creó, en conjunto con la Corporación Nacional para el Desarrollo (CND), el Programa Emprender. Se trata de un proyecto cuyo objeto es impulsar emprendimientos de jóvenes empresarios, que recibe apoyo del BID/FOMIN.

Este Programa está dividido en dos subprogramas. El primero de ellos es el que ofrece capital semilla. El Fondo Emprender y una red de inversores «ángeles» ponen a disposición de los potenciales emprendedores un capital inicial para la concreción del emprendimiento y el inicio de las actividades. El ejecutor de este subprograma es Prósperitas Capital Partners, que maneja un capital de riesgo más avanzado, pero también participan como coinversores la CND, el FOMIN y la Corporación Andina de Fomento (CAF).

El segundo subprograma está destinado a apoyar emprendimientos dinámicos con alto potencial de crecimiento y es ejecutado por el Latu y la CND. Dentro de sus objetivos está la creación de un ecosistema emprendedor, donde participan los sectores privados, académicos y cámaras empresariales, entre otros. El subprograma tiene previsto fondos, entre partida local y del FOMIN, por aproximadamente USD 3.400.000.

### ***Proyectos Concursables de Innovación***

En los años 2005, 2006 y 2007, el Laboratorio realizó llamados externos por año a proyectos tecnológicos de innovación. Los llamados estaban orientados a captar ideas (perfiles) de proyectos de innovación

en diversas tecnologías. Se buscó obtener, según el caso, un prototipo, una fórmula, un procedimiento, que permitiera obtener un producto con expectativas de comercialización.

Los beneficiarios del programa fueron particulares o pymes, radicados en la República Oriental del Uruguay. El monto de aporte del Latu por proyecto estuvo entre USD 25.000 y USD 30.000. Los conceptos financiados por el Latu correspondían, entre otros, a: servicios propios del Latu, contratación temporal de personal técnico, contratación de servicios técnicos y tecnológicos, contratación de consultorías especializadas, salidas de campo para recolección de muestras, eventos de promoción y divulgación, insumos y materiales de laboratorio.

De un total de 66 ideas (perfiles) evaluadas fueron seleccionadas 20 y se completaron, a la fecha, 9 proyectos. Los proyectos completados refieren a desarrollo de tecnologías y productos que están en uso y/o disponibles para comercializar por el proponente.

### ***Revisión de la política de precios de los servicios analíticos***

Durante el período 2005-2010 el Laboratorio inició un proceso de revisión de costos, precios y criterios de bonificación aplicados a todos los servicios de análisis y ensayos tarifados, con el objetivo de obtener un tarifario único, elaborado a partir de la aplicación de criterios comunes para todos los clientes, independientemente del sector industrial o productivo al cual per-

tenecen. Las excepciones en su aplicación deben ser oportunamente aprobadas por el Directorio.

La mencionada revisión requirió la participación de los sectores analíticos, en lo que refiere a la determinación de las horas de mano de obra e insumos necesarios para cada ensayo, y del área administrativa financiera, para valorar dichas horas e insumos y determinar la asignación de costos indirectos.

Definidos los costos reales para los servicios de análisis y ensayos seleccionados, se procedió a revisar los precios vigentes. En casos en que la revisión determinó un ajuste a la baja, se procedió a realizarlo en forma inmediata. Por otro lado, se definió que para aquellos casos que se requería aumento de precios, este se hiciera en forma progresiva, en un período de tiempo variable, según tipo de servicio y buscando no afectar la relación con los clientes.

Se definieron también los criterios a ser utilizados en el momento de determinar una bonificación a un cliente. Entre otros, se deberán contemplar grado de utilización de servicios por parte del cliente, sector al que pertenece y monto de aporte por el impuesto del 3 por 1000. Los porcentajes de bonificación definidos y aprobados son sujetos a revisión en forma anual.

De esta forma, se logró desalentar la utilización del Laboratorio, por parte de algunas empresas, como laboratorio de fábrica y direccionar los aportes a la industria a proyectos y áreas definidas como estratégicas por el Latu. Ejemplo de esto son los aportes realizados a los sectores arrocero, cereales y oleaginosos y lácteo.



## PROGRAMA DE DESARROLLO DE LAS CIENCIAS BÁSICAS



En octubre del 2011, el Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (Peduciba), uno de los instrumentos más exitosos del desarrollo científico del país, cumplió un cuarto de siglo de existencia.

Fruto de diálogos entre científicos en el país y exiliados y de un enorme esfuerzo colectivo, que involucró a decenas de investigadores de diversas disciplinas, al final de la dictadura y con el carisma unificador del Dr. Roberto Caldeyro Barcia, figura señera de la ciencia nacional y primer director académico del Programa, el Peduciba se conformó y tuvo como punto de partida un acuerdo entre el MEC y la UdelaR, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

En el mes de abril del 2008, la UdelaR y el MEC renovaron el convenio que regía el Programa desde 1986. En el acuerdo se establece que «la actividad científica, es decir

la creación, la transmisión y la aplicación del conocimiento, debe tener un papel importante e ineludible en la modernización del país. En función de esto y de los antecedentes expuestos más arriba, el Gobierno de la República, a través del Ministerio de Educación y Cultura, y la Universidad de la República convienen en aunar esfuerzos para continuar coordinando sus actividades para el desarrollo y el mantenimiento de la investigación en ciencias básicas, adaptando al Peduciba a la nueva realidad del país y de la región, otorgándole un carácter de programa permanente».

En este nuevo acuerdo convienen en coordinar sus actividades para el desarrollo de las ciencias básicas, de conformidad con los siguientes principios:

a) El avance de las ciencias, en particular de las ciencias básicas, es necesario para el progreso del país y su desarrollo indepen-

diente. Ellas constituyen un apoyo imprescindible para el adelanto tecnológico e influyen positivamente, a través de los distintos niveles de la enseñanza y de la difusión de la cultura, en la vida de la colectividad.

b) El aporte de las ciencias básicas es válido en cualquier etapa de desarrollo, pero resulta tanto más necesario cuando es incipiente o sufre retrasos debido a factores de índole económica o política. Para una sociedad que aún sigue dependiendo de la tecnología importada y que en ocasiones no está capacitada para adaptarla a las situaciones locales, fortalecer el estudio de las ciencias básicas es un paso imprescindible para reducir esa dependencia de factores externos.

c) Desde la reinstalación de la democracia en el Uruguay, numerosos han sido los esfuerzos para impulsar el desarrollo de la investigación científica en general y de las ciencias básicas en particular. Cabe mencionar especialmente el impacto debido al préstamo del BID al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, en el ámbito del Ministerio y la creación de la CSIC y de la Facultad de Ciencias, en el ámbito de la Universidad.

d) En este marco de transformaciones institucionales, la creación del Pedeciba se constituyó en uno de los ejemplos más paradigmáticos, tanto por la originalidad de su estructura como por los éxitos alcanzados.

e) En sus primeros veinte años de funcionamiento, el Pedeciba logró recuperar a más de un centenar de investigadores uruguayos que residían en el extranjero o simplemente estaban marginados de sus tareas, generó decenas de nuevos laboratorios, estructuró un programa de posgrados en Ciencias que cuenta ya con varias centenas de

egresados de todas las áreas, contribuyendo así a la formación de una gran cantidad de jóvenes altamente calificados. En suma, profesionalizando las ciencias a un nivel previamente inexistente en el país, generó las condiciones propicias para que otras empresas en favor de la ciencia, citadas en el literal c), pudieran fructificar.

f) La forma de funcionamiento del Pedeciba, con una alta participación de los propios investigadores, sin condicionar la política científica a eventuales directivas emanadas de los organismos de financiación y con un muy ágil funcionamiento económico-administrativo, gracias a la colaboración de la Unesco y del PNUD, fue unánimemente elogiada por todo el espectro nacional.

g) Sin embargo, los logros alcanzados hasta ahora son aún incipientes, a pesar de esperanzadores. El sistema científico nacional es muy reciente y, por lo tanto, frágil e inestable. Es bajo o nulo el desarrollo científico en algunas áreas importantes de interés nacional. Es, además, permanente la necesidad de consolidar y actualizar aquellos grupos que están trabajando exitosamente. Por otro lado, es aún bajo el nivel de inserción de las actividades del Pedeciba en el aparato productivo nacional.

h) El Pedeciba fue evaluado en dos ocasiones por equipos evaluadores extranjeros. El primero de ellos señaló en 1989: «...difícil es imaginar un programa mas certeramente concebido e implementado, tanto material como sicológicamente, para hacer surgir esas ciencias básicas de las cenizas». El segundo, en 1996, indicó que «el Pedeciba cumple de manera ejemplar los objetivos centrales que llevaron a su creación» y aconsejó que «el Programa debe continuar, con carácter per-

manente». También, elogiaron su «sistema original de autogestión» y la «independencia y agilidad en los aspectos académicos y financieros».

i) En 1994, el Parlamento Nacional, con el apoyo de todos los partidos políticos, resolvió financiar al Pedeciba con fondos presupuestales (ley N°16462, art. 71), dando

## Maestría en Geociencias

Su plan de estudios fue aprobado el 17 de diciembre del 2009.

El egresado está capacitado para asistir técnicamente e investigar en tópicos que refieren al conocimiento del sistema Tierra, así como de sus recursos naturales, sean estos de naturaleza terrestre, hídrica o atmosférica. También está capacitado para analizar las distintas interrelaciones de esos subsistemas con la actividad antrópica. El egresado está en condiciones de elaborar y colaborar en proyectos de prevención y mitigación de riesgos naturales; caracterizar y diagnosticar la evolución de ambientes litorales y marinos; analizar modelos de procesos geodinámicos; abordar problemas de variabilidad y cambio climático; realizar estudios en investigación paleontológica; realizar trabajos de prospección, investigación y evaluación de recursos geológicos; entre otros.

La duración prevista del programa es de dos años, con una dedicación de tiempo completo. Durante el primer año está prevista la realización de los cursos y elaboración del proyecto de tesis, mientras que el segundo año corresponde enteramente al desarrollo de la tesis.

Algunas asignaturas básicas que incluye la maestría:

**El Sistema Climático.** Tiene como objetivo proveer una visión integradora de los componentes del sistema climático terrestre. Se estudia el balance de energía global, el origen de los vientos, tormentas y corrientes oceánicas, la interacción entre componentes climáticos, ciclos biogeoquímicos, razones para el cambio climático en tiempos geológicos y la reciente influencia antropogénica.

**Oceanografía y Limnología.** Busca proporcionar conocimientos sobre estructura y funcionamiento de sistemas acuáticos continentales y oceanográficos. Se espera que al final del curso los estudiantes conozcan los principales procesos biogeoquímicos, el rol de la biota en la transferencia de energía y entiendan el funcionamiento general de diferentes sistemas acuáticos. Asimismo, que conozcan los principales problemas globales de deterioro ambiental.

**Dinámica de la Tierra.** Tiene por objetivo proporcionar al alumno conocimientos básicos y la relevancia del origen, estructura, dinámica y evolución de la Tierra. Se mostrará al alumno que la Tierra es un planeta dinámico donde actúan fenómenos internos y externos desde hace miles de millones de años.

así un primer paso hacia la permanencia del Programa. Este compromiso de los legisladores fue confirmado y ampliado en la ley de Presupuesto Nacional de 1995 (N° 16736, arts. 386 y 387).

j) La integración internacional es una realidad inherente al ambiente científico. Esto será de gran interés para la etapa de integración regional que vive el país en todas las áreas del quehacer nacional. Sin duda, el nuevo marco pautado por el Mercosur exige nuevas estructuras que se adapten a esta realidad en cambio.

El propósito general de Pedeciba es contribuir al establecimiento en el país de una infraestructura estable en las ciencias básicas, necesaria para su independencia cultural y desarrollo tecnológico y social. Se aspira a que mediante la consolidación de esa infraestructura, la formación de recursos humanos y de grupos de excelencia, se logre aportar una significativa contribución a la solución de los grandes problemas nacionales. Se procura, también, proyectar el Programa en el ámbito subregional y regional, de modo de cumplir objetivos políticos nacionales de integración.

Los objetivos fundamentales del Programa son los siguientes:

1) Formar recursos humanos de alto nivel mediante actividad científica y complementando este propósito con la realización de estudios de posgrado dirigidos al otorgamiento de títulos de doctorado y maestría.

2) Estimular la actividad creadora de los investigadores y los grupos ya existentes, en procura de su desarrollo y actualización.

3) Fomentar la creación de nuevos grupos, especialmente en aquellos temas que

sean relevantes, pero que tengan escaso o nulo desarrollo en el país.

4) Fomentar la vinculación interdisciplinaria entre los grupos de trabajo asociados al Programa.

5) Promover las acciones necesarias para garantizar que los investigadores que han retornado al país en los años recientes no vuelvan a abandonarlo por no contar con las condiciones de trabajo adecuadas.

6) Estimular que los jóvenes formados por el Programa se incorporen a los diversos ámbitos donde la presencia de un posgraduado en ciencias pueda contribuir al desarrollo nacional.

7) Procurar una mayor incidencia de los resultados de la investigación básica en el sector tecnológico, por medio de diversos programas conjuntos con empresas de base tecnológica, ministerios, entes del Estado.

8) Contribuir de manera sustancial al mejoramiento de la enseñanza en ciencias básicas en todos los ámbitos de la educación, vinculando, en particular, los recursos humanos.

Su estructura está integrada por un director académico, un subdirector, seis coordinadores de áreas, tres representantes universitarios, tres del MEC, uno de los investigadores y uno de los estudiantes. Luego siguen los Consejos de las áreas, con cinco investigadores y un representante de los estudiantes. Si bien hay que hacer la salvedad de que los investigadores a veces pertenecen a más de un área de trabajo, hoy trabajan 379 en Biología, 69 en Física, 44 en Geociencias, 44 en Informática, 45 en Matemática y 184 en Química, totalizando 765.

Las actividades de las áreas se han for-

talecido en el 2011 y el Programa anunció la graduación del primer magíster en Bioinformática, un programa que comenzó en el 2009. Hay que indicar que el Pedeciba cuenta actualmente con 416 estudiantes de maestría y 210 de doctorado pero además ya han egresado con posgrados 917 en maestrías y 434 en doctorados.

En el 2011 también se pusieron en marcha, en acuerdo con la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP), el Programa de Promoción de la Cultura Científica

y Tecnológica, Prociencia, que el gobierno dotó de presupuesto para apoyar talleres para maestros, actividades experimentales en enseñanza primaria, pasantías de investigación para profesores de ciencias y el fomento de las interacciones entre la matemática y otras ciencias en el segundo ciclo de enseñanza media.

En el marco de la difusión, en el 2011 se completó el desarrollo de la segunda serie de 12 minivideos sobre temas científicos del programa *¿Qué es?*, con financiamiento de la

## Maestría en Bioinformática

La Maestría en Bioinformática es un programa de posgrado del Pedeciba y la UdelaR, con la participación del IIBCE y del Instituto Pasteur de Montevideo. Cuenta además con el apoyo financiero de la ANII. El inicio de la maestría se realizó en el primer semestre del 2009.

### La Bioinformática

La Bioinformática es una aproximación científica netamente multidisciplinaria que se encuentra en la interfase entre varias disciplinas científicas tradicionales, tales como biología, informática, matemática, química y física.

Los importantes avances registrados en la tecnología computacional permiten el acceso a sofisticadas herramientas informáticas para organizar, analizar y distribuir la enorme cantidad de información biológica y bioquímica generada por las nuevas tecnologías de alto rendimiento. Los campos más populares de esta disciplina han sido: el análisis e interpretación de datos que incluyen secuencias de nucleótidos y aminoácidos, dominios de proteínas y estructura de proteínas, transcriptómica y expresión, estudios de poblaciones celulares, estudios estructurales de nuevas moléculas con actividad farmacológica.

Los objetivos de este programa apuntan no solo a potenciar la investigación genómica y posgenómica en Uruguay, sino también a impulsar la aplicación de estos conocimientos en diversas áreas. Se puede mencionar, por ejemplo, la contribución a la identificación de las causas moleculares de las enfermedades y al desarrollo de mejores métodos de diagnóstico y de diseño de fármacos personalizados, que lleven a una mejor medicina preventiva.

ANII, difundidos por Televisión Nacional y distribuidos en instituciones de enseñanza y culturales, además de ponerlos a disposición en Internet.

En noviembre del 2011 se firmó el convenio de creación de la Red Uruguaya de Genómica, en la que participan tres universidades (UdelaR, UDE y ORT), cuatro institutos de investigación (Latu, INIA, IIBCE el IPM), dos Ministerios (MEC y MSP) y la Cámara de Tecnologías de la Información (CUTI).

Investigadores y estudiantes franceses y uruguayos (así como argentinos) se intercambiaron, en el marco del Laboratorio Internacional Asociado-Instituto Franco-Uruguayo de Matemática. Se apoyó a científicos procedentes del exterior, para facilitarles su reinserción, con el aporte para gastos de instalación.



## ***Puntos de partida***

La investigación científica, en todas las áreas del conocimiento, es una de las funciones de la Universidad de la República (UdeLaR). Su importancia deriva del aporte específico que la producción original de conocimiento hace a la cultura y a la resolución de problemas y, también, a la enseñanza, la extensión y las actividades en el medio. Tres aspectos merecen especial atención: la expansión cuantitativa de la investigación, la mejora sistemática de la calidad de la investigación y la mejor articulación de la investigación con el conjunto de la sociedad.

Promover la expansión cuantitativa de la investigación en la universidad requiere, al menos:

1) Que la investigación sea parte creciente de las actividades de más docentes, estudiantes y egresados.

2) Que en particular se fortalezcan actividades de investigación en espacios académicos donde son aún débiles.

3) Promover la formación de recursos humanos calificados (posgrados) y estimular la incorporación de investigadores formados.

4) Promover espacios donde puedan insertarse y trabajar nuevos investigadores o grupos.

5) Que la investigación se integre como una parte natural del quehacer universitario en todos los servicios y en la formación de los estudiantes.

Promover la excelencia de la investigación universitaria requiere, al menos:

1) Impulsar las actividades de investigación de alta calidad que se llevan a cabo en la institución.

2) Impulsar mediante instrumentos específicos las capacidades para la producción

original de conocimientos de alta calidad en espacios académicos o en temáticas donde ello aún es incipiente.

3) Impulsar modalidades de trabajo que faciliten el incremento de la calidad de las actividades de investigación.

4) Impulsar la vinculación con la comunidad científica internacional.

Promover la creación de conocimientos vinculada con la solución de problemas nacionales y estimular, más en general, la utilización socialmente útil de la investigación universitaria requiere, al menos:

1) Abrir sistemáticamente espacios para que problemas claramente identificados por actores de la sociedad sean abordados por la investigación universitaria.

2) Comunicar con eficiencia los resultados y las capacidades de investigación existentes en la universidad.

3) Lograr que la sociedad asuma como útil y necesario que en el país se cultive la investigación y que se aborden los grandes temas que la afectan desde una perspectiva racional.

Si bien puede darse por sentado que los puntos antes indicados están relativamente consensuados en la comunidad universitaria, han sido históricamente y siguen siendo objeto de debate el diseño de los instrumentos específicos para lograr su cumplimiento, el establecimiento de los equilibrios entre múltiples aspiraciones, en particular entre la expansión cuantitativa y la profundización de la calidad de la investigación y, no menos álgido tema en discusión, los mecanismos y criterios a utilizar para asignar recursos, tanto entre diversas

modalidades de apoyo a la investigación como a nivel de propuestas individuales al interior de cada modalidad. El ProRectorado de Investigación y la CSIC han promovido a lo largo de años el debate sobre estos aspectos. Varios de los programas de reciente creación son resultado de la confluencia de demandas de la comunidad académica, hechas públicas en dichos debates con la orientación del apoyo a la investigación inscrita en las propuestas de la Segunda Reforma Universitaria.

### ***Puntos destacables***

El trabajo llevado a cabo entre 2007 y 2011 ha estado orientado a promover la investigación universitaria en los tres aspectos antes indicados. Dicho trabajo lleva a destacar algunos puntos generales de lo ocurrido en el período considerado:

1) La diversificación de los instrumentos de apoyo a la investigación universitaria, contándose con ocho nuevos programas que se suman a otros siete existentes, varios de los cuales tuvieron, además, modificaciones significativas, sea en sus bases, sea en sus formas de evaluación.

2) La expansión del alcance de dos programas de apoyo basal a la calidad de las actividades universitarias en general y de la investigación en particular, como son el Régimen de Dedicación Total (DT) y el conjunto de instrumentos de la Comisión Académica de Posgrado (CAP).

3) El incremento de recursos que la Universidad destinó a actividades de fomento de la investigación.

4) La instalación en muchos casos y el reforzamiento en otros de la investigación

de calidad en sedes universitarias, nuevas y existentes, tanto en el interior del país (Programa Polos de Desarrollo Universitario-PDU) como en los servicios (Programa de Apoyo a la Investigación de Calidad).

5) La aceleración de la vocación de retorno de investigadores uruguayos residentes en el exterior y la diversidad de los apoyos creados para facilitarla.

6) El trabajo para mejorar la interfaz entre la demanda y la oferta de conocimiento. Varios programas se han creado con el fin específico de canalizar la fuerza creativa de la institución hacia la resolución de problemas de interés nacional preidentificados (Programa de Investigación Orientado a la Inclusión Social, Jornadas Ancap-UdelaR, Programa de Vinculación Universidad-Sociedad-Producción). A la vez, se ha elaborado un mapeo de grupos de investigación (véase las «Fichas para vincular» en el web de CSIC) y se trabaja en la identificación de demanda por cadenas de producción por convenio con el MIEM y la CIU.

7) Creación de programas específicos que buscan promover la integralidad de las funciones universitarias, tanto hacia el lado de la enseñanza (Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil) como hacia el lado de la extensión (Fondo Para la Comprensión Pública de Problemas de Interés General).

8) El esfuerzo por pensar una política integral de promoción de la investigación, que abarque las herramientas (apoyo a posgrados, incremento de las DT, programas de la CSIC), pero también las formas de evaluación y otras señales que la institución puede utilizar para promover un sistema de investigación dinámico, diverso, potente,

sensible y comprometido con la sociedad a la que sirve.

Merece destacarse de forma muy especial el intenso trabajo de más de un centenar de docentes e investigadores activos de alta dedicación a la Universidad, quienes actúan en las comisiones asesoras de los diversos programas de apoyo central a la investigación, a los que se suman docentes e investigadores en los servicios, quienes asesoran en programas de evaluación descentralizada. Su labor es de importancia fundamental para que las políticas de fomento a la investigación alcancen los resultados buscados.

### ***Introducción***

En este documento se realiza un balance de un conjunto de políticas de impulso a la investigación en la UdelaR durante el período 2007-2011.

Este documento contiene capítulos específicos para presentar las acciones desarrolladas y las políticas impulsadas desde diferentes ámbitos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que todas estas acciones se apoyan mutuamente y forman parte de un esfuerzo articulado para promover la investigación de calidad en toda la institución, en el conjunto del territorio nacional y en las diferentes áreas del conocimiento. Este esfuerzo se realiza con la convicción de que una Universidad al servicio del desarrollo necesita cultivar capacidades de investigación del más alto nivel, conectadas de manera múltiple con grupos similares en el mundo y con una preocupación especial por lograr el uso socialmente valioso del conocimiento. Se parte de la convicción de que poner a la

Universidad al servicio de la solución de los numerosos problemas que afectan a nuestro pueblo requiere el compromiso de los recursos humanos más calificados y la investigación más rigurosa.

El impulso a la investigación en la UdeLaR se desarrolla en diferentes espacios, muy especialmente a nivel de servicios, institutos, departamentos, cátedras y otras estructuras universitarias.

En este informe se reseñarán las acciones que se han impulsado a nivel central. Estas se procesan y definen desde comisiones con cometidos específicos, entre las que cabe señalar en este contexto las siguientes:

1) La CSIC, asesora del Consejo Directivo Central (CDC), que se ocupa de promover la investigación en el conjunto de la institución.

2) La Comisión Central de Dedicación Total (CCDT), asesora del CDC, que se ocupa del programa de DT, según lo definido en el Estatuto del Personal Docente.

3) La Comisión Académica de Posgrado (CAP), asesora del CDC, que se ocupa de todo lo relativo a posgrados en la UdeLaR.

4) La Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA), asesora de la CSIC.

5) La Comisión de Propiedad Intelectual, asesora de la CSIC.

Durante estos años la UdeLaR ha lanzado, además, un ambicioso programa de desarrollo en el interior que incluye la constitución de los PDU en diversas localidades del país, con un fuerte componente de investigación. A efectos de dar cuenta del esfuerzo que en la materia está desarrollando la institución, es preciso incorporar en este infor-

me un apartado sobre este programa que es conducido por la Comisión Coordinadora del Trabajo en el Interior (CCI).

Al comenzar el período que este documento reseña, la investigación en la UdeLaR, que concentra el orden del 80 % de toda la producción de conocimiento del país, heredaba resultados de muchos años de esfuerzos para su desarrollo que se expresaron en diversas iniciativas, entre las cuales debemos mencionar (especialmente después de la recuperación democrática) los siguientes hitos: la creación de la CSIC, la puesta en marcha del Pedeciba y la formación de las Facultades de Ciencias y de Ciencias Sociales. A pesar de ello, un conjunto de problemas, que a continuación se detallan, llamaba a acciones específicas en procura de su reversión.

Una mirada descarnada de la realidad permitía observar las siguientes características, que se tratan en presente, pues configuran una situación que será transformada si se mantiene una política definida durante un tiempo prolongado y, por tanto, siguen caracterizando la realidad en términos generales:

1) Muy heterogéneo desarrollo de la investigación en la institución: algunas áreas tienen un nivel de desarrollo importante, incluyendo algunos grupos con fuerte tradición y nivel internacional, mientras amplios sectores de la institución tienen un desarrollo muy escaso de la investigación, careciendo de tradición y de recursos humanos capacitados adecuadamente para llevar adelante tareas de creación original de conocimiento.

2) Muy baja proporción de docentes con título de posgrado. Nuevamente se observa una gran heterogeneidad al respecto: mientras algunos servicios han avanzado en

## Equipo para capturar y transmitir datos meteorológicos, Facultad de Ingeniería

La generación de la idea comenzó como un proyecto estudiantil de final de carrera para satisfacer una necesidad interna de la Facultad: la provisión de un equipo de estas características para el Grupo de Trabajo en Energías Renovables. Se construyó primero un aparato que registraba la velocidad del viento, luego se lo adaptó para ir incorporándole capacidades para tomar otras medidas como temperatura, humedad, radiación solar, culminándose en un hardware.

Este proyecto, tomado por un grupo de profesionales, se convirtió en un producto industrial. La Facultad transfirió esta tecnología a una empresa formada para ello, BitOnBit, a cambio de un royalty repartido entre los estudiantes que hicieron el proyecto y la institución educativa. En el 2009, BitOnBit ganó una licitación del Programa Nacional de Energía Eólica para adquirir estaciones meteorológicas, compitiendo de igual a igual con empresas internacionales. Actualmente, la empresa tiene varios equipos instalados y está desarrollando nuevas aplicaciones, como la recolección de datos agroindustriales.

Glosado de revista *Enlaces* de Fundación Ricaldoni, n.º 6, julio 2011.

## Biorreactor patentado para la industria láctea, Facultad de Ingeniería

El Instituto de Ingeniería Química de la Facultad patentó este sistema innovador de tratamiento de efluentes, que no consume energía y genera biogás. La Cooperativa de Leche de Melo, tenía problemas con su reactor a causa de la gran cantidad de grasa en sus efluentes y planteó la dificultad a los investigadores universitarios. El desafío se resolvió con un reactor anaerobio que trata efluentes con grandes contenidos de grasas y aceites, también aplicable a la industria frigorífica.

La responsable de la investigación y encargada del Grupo de Biotecnología Ambiental, Liliana Borzacconi, junto con sus compañeros Iván López y Mauricio Passeggi, patentaron el sistema en el 2006. La empresa Ing. Manuel Berger & Cía. fue la primera interesada en desarrollar el producto y comercializarlo, instalando un reactor en la planta de Conaprole en San Ramón. La empresa invirtió 300.000 dólares en investigaciones paralelas, industriales y de laboratorio. También se firmó un convenio con la empresa Farolur S. A., complejo agroindustrial que integra diversas actividades a partir de la siembra de alimentos y la producción láctea.

Glosado de revista *Enlaces* de Fundación Ricaldoni, n.º 6, julio 2011.

los posgrados desde hace ya varios años, otros tienen muy poca o nula tradición al respecto.

3) Valoración diferenciada de la función de investigación por parte de los actores universitarios, resultante de la heterogeneidad antes señalada, más allá de un marcado consenso sobre la importancia general de fomentar la investigación.

4) Los puntos anteriores explican la marcada diferenciación en el acceso a la mayoría de los instrumentos de fomento de la investigación existentes (DT, CSIC, sistema de posgrados, Pedeciba, etc.), entre campos de trabajo con cierto desarrollo y tradición y campos de trabajo cuyo bajo nivel de desarrollo no les permite acceder a dichos instrumentos.

5) Fuerte desconexión entre las funciones universitarias, especialmente notoria entre las funciones de extensión e investigación, cuya articulación presenta dificultades conceptuales importantes.

6) Debilidad de ciertos mecanismos de apoyo a la investigación, como compras de insumos, adquisición de equipamiento, atención especial a la transferencia de resultados, entre otras.

7) Escasez de instrumentos para apoyar planes de largo plazo que den regularidad y claridad a las estrategias de investigación.

8) Desbalance entre programas dirigidos a la iniciativa individual de calidad, claramente mayoritarios, y aquellos que procuran la excelencia, tanto en orientaciones o temáticas específicas como en lugares del país que la institución entiende especialmente pertinente fomentar.

9) Dificultad para articular adecuadamente la investigación universitaria con la demanda social de conocimientos.

La tarea era entonces continuar avanzando en líneas que se venían impulsando desde tiempo atrás, pero a la vez intentar modificar la realidad en un sentido positivo. El conjunto de las acciones que se describen en este documento apuntaron a paliar algunos de los problemas señalados.

Se buscó, en especial:

1) Promover el desarrollo de la investigación en el conjunto de las áreas del conocimiento. Ello implica crear programas específicos y articular otros, de manera que aquellos sectores más sumergidos pudieran efectivamente desarrollar capacidades de investigación.

2) Promover la articulación de funciones entre la investigación, la extensión y la enseñanza.

3) Promover un desarrollo más armónico de la investigación en el conjunto del territorio, acompañando la política de regionalización y descentralización universitaria.

4) Impulsar la creación de centros interdisciplinarios que investiguen en temas de relevancia para el país.

5) Promover el desarrollo de los posgrados en el conjunto de la institución y la formación de posgrado de los docentes.

6) Promover el aumento de la dedicación horaria de los docentes, con especial énfasis en el desarrollo de la DT.

7) Promover y apoyar a pedido de los servicios, la incorporación de investigadores muy calificados (nacionales o extranjeros) provenientes del exterior.

8) Promover el diseño de programas que fortalezcan el trabajo de los colectivos de investigación y que permitan planificar y ejecutar tareas de investigación a mediano plazo.

9) Trabajar para articular mejor la capacidad creativa de los docentes universitarios

volcada a la solución de los problemas relevantes para la sociedad uruguaya.

10) Mejorar la gestión de los programas y una mejor eficiencia en el uso de los recursos a partir de la articulación de diversos instrumentos.

En el período se incrementaron los recursos asignados a la investigación de manera muy importante, como lo muestra la tabla, en la cual se señalan los recursos, en pesos corrientes, destinados a cada programa. En el caso de DT, las cifras corresponden a la

## Microhormigón de alto desempeño para construcción de casas prefabricadas, Facultades de Ingeniería y Arquitectura

En julio de este año, el equipo de siete investigadores que lidera Gemma Rodríguez, docente de ambas facultades, espera entrar en la fase de prototipos del nuevo material. Se construirán paneles verticales, horizontales y viguetas, los elementos que componen mayoritariamente las viviendas de interés social, con el microhormigón diseñado. Las 17 empresas que comercializan en Uruguay material prefabricado están interesadas en los resultados. El equipo relevó arenas, cementos y aditivos existentes en el país y el trabajo se realiza en el Instituto de la Construcción de Facultad de Arquitectura. El proyecto fue financiado por la ANII a un costo de 47.000 dólares.

Síntesis de material publicado en «Qué pasa», suplemento de *El País*, enero 2012.

## Neuronavegador desarrollado en Facultad de Ingeniería

El Grupo de Tratamiento de Imágenes de la Facultad, junto con médicos del Centro Nacional de Neurocirugía del Hospital de Tacuarembó y de la Cátedra correspondiente del Hospital de Clínicas, pusieron a punto este equipo cuya primera evaluación se realizó en una operación de hipófisis en el Hospital de Tacuarembó, hace dos años.

Al momento de operar el neurocirujano cuenta con las imágenes de estudios hechos al paciente, como los cortes de tomografía computada o resonancia nuclear magnética. El cirujano debe determinar la ubicación espacial de las estructuras sobre las que va a trabajar, decidiendo la mejor trayectoria. El neuronavegador es un sistema de guiado por imágenes que permiten desplegar la ubicación de los instrumentos utilizados, guiando al cirujano en zonas de difícil visibilidad o acceso, realimentando visualmente la trayectoria que se sigue. El ingeniero Álvaro Gómez fue el responsable del equipo que ideó el sistema, que integra un software para la visualización en tres dimensiones. Estos equipos existen internacionalmente y su costo ronda los 150.000 dólares. Su desarrollo en Uruguay costó 40.000, financiados por ASSE y la CSIC.

| 85

Tomado de *Diario Norte*, 12.3.2010, revista *Enlaces*.

ejecución anual, incluyendo las DT financiadas tanto por el programa mismo como aquellas de los docentes contratados por el programa de científicos provenientes del exterior y los que están incluidos en el programa PDU asociado al interior. Los valores del año 2011 son estimaciones que se deben ajustar al cierre del ejercicio.

para ello, sin desnaturalizar los programas tradicionales de la CSIC. Así, fueron creados en el período programas como el de Fortalecimiento de la Investigación de Calidad en el conjunto de la institución, el de Apoyo a la Investigación Estudiantil, el de Investigación Orientada a la Inclusión Social o el Fondo para Contribuir a la Comprensión Pública de

### Ejecución presupuestal por grandes programas universitarios 2007-2011

	2007	2008	2009	2010	2011
Dedicación Total	117.536.998	135.882.994	188.808.716	254.166.394	313.564.600
Comisión Académica de Posgrado	3.000.000	15.739.346	27.765.163	28.399.823	36.391.814
Comisión Sectorial de Investigación Científica	63.881.597	97.477.920	137.707.549	144.475.381	158.859.108
Polo de Desarrollo Universitario en el interior	0	0	23.838.000	30.464.110	57.547.672

Fuente: UdelaR

Como se desprende de dicha tabla, la erogación que realiza la UdelaR en programas de apoyo a la investigación no solo es muy importante, sino que se ha incrementado sustancialmente en el período.

Asimismo, es posible observar que dicho incremento significó la aparición de un programa nuevo (los PDU en el interior), incrementos sustanciales en los programas de CSIC y de DT y un impulso especial a los posgrados, que prácticamente multiplicó por 10 los recursos asignados.

El incremento de recursos permitió aumentar la asignación a programas tradicionales de CSIC, como los llamados a Proyectos I + D y de Iniciación o los programas de recursos humanos, que por sus características son más bien individuales, de corto plazo y de tema libre y a la vez crear programas nuevos, específicamente dirigidos a comenzar a corregir algunos de los problemas identificados. Se entendió que abordar ciertos problemas requería programas específicamente diseñados

Problemas de Interés General, entre otros. Se trabajó también en la articulación de todos los instrumentos, buscando que se produjeran sinergias y que se pudiera transformar la realidad a partir de la acción conjunta.

Sintéticamente, estos recursos permitieron los siguientes resultados:

1) Se incrementó de manera significativa el número de docentes con DT en la Universidad, que pasaron de 530 en el 2006 a 815 en diciembre del 2011. En algunos servicios se logró incrementar de manera significativa la presencia de docentes con DT, como en el caso de las Facultades de Psicología y de Ingeniería (en particular los institutos tecnológicos).

2) Se dotó a la CAP de recursos importantes para fortalecerla de manera significativa aunque aún insuficiente, lo cual permitió incrementar sustancialmente el número de becas de posgrado otorgadas por la UdelaR, así como el apoyo a programas de posgrado en los servicios.

## Secuencia del genoma de la uva tannat, Facultad de Química, IIBCE e INIA

La Facultad de Química, el IIBCE y el INIA Las Brujas se propusieron hace dos años secuenciar el genoma de la variedad de uva típica de los vinos del Uruguay, el tannat. Constituye un símbolo de marca país, que ha sido definida como emblemática de los vinos uruguayos en el plan estratégico del PACC vitivinícola del 2008.

El grupo de investigadores que trabajó en el tema, propiciado por la CSIC, estuvo integrado por los profesores Eduardo Dellacassa, Eduardo Boido y Francisco Carrau (Sección Enología-Facultad de Química), la Dra. Carina Gaggero (IIBCE) e Ing. Agrs. Edgardo Disegna y Andres Coniberti (INIA Las Brujas).

La presentación de la secuencia se realizó en la Cámara Mercantil de Productos del País y fue realizada por el Prof. Massimo Delledonne, de la Universidad italiana de Verona, quien colaboró con los investigadores uruguayos. Los investigadores pueden resolver si publicar o no la información del genoma o mantenerla en secreto, como ha ocurrido con otras variedades. El antecedente notorio es el caso del genoma del pinot noir, que fue resuelto por un grupo de investigadores europeo en el 2007.

[www.bodegadeluruguay.com.uy](http://www.bodegadeluruguay.com.uy); *Búsqueda* 15.3.2012 y sitio web de la UdelaR.

## Desarrollos e innovación con la marcela, una hierba autóctona, IIBCE y Facultad de Química

En el 2002, el laboratorio Grinlab hizo un acuerdo con el IIBCE, donde se habían dado a conocer estudios sobre la marcela, planta medicinal de extendidos usos empíricos en Uruguay. Investigadores del Instituto y de la Facultad de Química descubrieron que un extracto de esta hierba reduce los daños ocasionales de los infartos cerebrales (isquemia focal, accidente vascular más frecuente), ensayando en animales y en células de cultivo de laboratorio. El hallazgo fue patentado internacionalmente y el trabajo continuó con la quercetina, molécula extraída de la planta.

La Cátedra de Farmacognosia de la Facultad de Química se encargó de trabajar en la técnica de extracción que dio lugar a la línea cosmética Actenz, en el 2003. La línea funcionó, pero el laboratorio encontró que el punto débil era el aroma fuerte del producto, ligado a su poder antioxidante. En el 2008, la Facultad de Química, planteado el problema, encontró que era posible realizar un encapsulado a nivel nano, de modo que el extracto podía penetrar la piel por sus pequeñísimas partículas y, a su vez, encapsular el aroma. Se asociaron con el grupo NanoMat, que trabaja en el Polo Tecnológico de Pando. El resultado fue la línea Platinum, lanzada el año pasado y continuación de la Actenz, que se exporta a Paraguay, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Colombia y Chile.

Extractado de *El Observador*, 9.10.2011.

3) En la órbita de la CSIC, se crearon nuevos programas y se fortalecieron otros según una lógica que buscaba los siguientes objetivos:

a) Fortalecer los programas de apoyo a la investigación en el conjunto de la institución.

b) Focalizar la investigación universitaria hacia la resolución de temas de interés nacional.

c) Combatir las desigualdades en el desarrollo de la investigación en diversas áreas del conocimiento.

d) Promover la integralidad de las funciones universitarias.

e) Mejorar la gestión de los recursos

4) Desde la CCI se crearon PDU en Salto, Paysandú, la región noreste (Rivera, Tacuarembó y Cerro Largo) y la región este (Treinta y Tres, Rocha y Maldonado). En dichos polos se han creado 95 cargos con alta dedicación o DT e infraestructura de apoyo que conforman 20 grupos de investigación.

El conjunto de las acciones impulsadas en estos años configura una estrategia integral para desarrollar la investigación en una Universidad al servicio del desarrollo. Para ello, es necesario entre muchas otras cosas: incrementar el número de docentes con alta dedicación, dotarlos de los equipamientos y la infraestructura de apoyo necesarios, y facilitar su comunicación con académicos del resto del mundo; ampliar el conjunto de áreas de conocimiento donde se desarrolla investigación y contribuir a que esta sea seria y se proponga metas grandes; canalizar la energía creativa de las capacidades universitarias hacia la solución de problemas que la realidad del Uruguay exige, aumentar el respeto que la sociedad tiene por lo que se

investiga en la Universidad y generar condiciones para su sostenido crecimiento en el tiempo, con el apoyo de quienes la financian; contribuir a tejer la interfaz entre la oferta y la demanda de conocimiento; mejorar la gestión de los programas, etc.

En este informe se señalan diversos aspectos de un esfuerzo que solo se entiende si se analiza de manera global y se observa, en particular, cómo ciertas acciones se potencian con otras y cómo es necesario desarrollar acciones y programas diseñados especialmente para abordar problemáticas específicas, pero sin perder de vista el objetivo general.

Un capítulo específico de este documento da cuenta del avance del trabajo que se ha desarrollado para mejorar los mecanismos de evaluación de la investigación. Se trata de un tema mayor, pues solo se logrará una investigación que responda a ciertos objetivos si, además de recursos y programas adecuados, se genera un sistema de señales que indique claramente lo que se espera de aquellos que son financiados por la institución. Con ese fin la CSIC trabajó durante el 2010 en la elaboración de criterios y pautas, que fueron discutidos además con la CCDT, la CAP y la delegación universitaria al Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (Conicyt). El documento resultante, que aparece en este material, fue presentado al CDC y se encuentra en estos momentos a discusión por los colectivos universitarios.

### ***Algunas temáticas de investigación abordadas en los diversos programas de apoyo a la investigación***

Los problemas causados a la actividad agropecuaria por condiciones ambientales

adversas —sequía, alta salinidad, temperaturas extremas— y por virus específicos que afectan cultivos de importancia, así como los efectos de las complejas y no bien comprendidas interacciones suelo-planta-enfermedades-malezas-plagas-clima, son objeto de trabajo interdisciplinario entre diversos investigadores de las Facultades de Agronomía, Ciencias, Química y también del INIA.

Trabajos interdisciplinarios entre investigadores veterinarios y biólogos, en interacción con investigadores de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (Dinara), procuran adelantarse a requerimientos sanitarios internacionales para autorizar la exportación de organismos acuáticos vivos y desarrollar protocolos de diagnóstico y certificación.

Las presiones que la variabilidad climática y la acción de los seres humanos ejercen sobre los ecosistemas acuáticos exigen, cada vez más, una cuidadosa planificación para preservar su calidad. En torno a este tema están trabajando conjuntamente investigadores de la Facultad de Ciencias y del IIBCE.

La importancia práctica de los estudios del clima ya ha sido demostrada por la necesidad de Ancap de conocer la variabilidad de temperaturas esperables entre los meses de mayo y agosto, a fin de planificar su suministro de supergás. Desarrollar las bases científicas necesarias para proveer servicios climáticos en Uruguay es el objetivo general de una propuesta de investigación que se está llevando a cabo entre equipos de la Facultad de Ciencias y de Ingeniería.

Prolongar la vida útil poscosecha de productos de alto valor comercial, asegurando sus condiciones nutritivas, es un problema de directo interés para productores y consumidores que está siendo estudiado a

partir de una larga acumulación en Ingeniería de Alimentos.

Algunos investigadores en física trabajan en áreas de directo interés para la medicina clínica y de terapia; otros investigadores en física buscan resultados aplicables en disciplinas como biología, química o electrónica.

La problemática de las infecciones parasitarias es seria en el Uruguay. Buscando controlarlas, se las está estudiando desde diversos enfoques, que van desde la genética hasta el análisis de productos naturales con principios bioactivos prometedores. Igual atención recibe una problemática diferente, pero significativa: la resistencia a los antibióticos.

La historia reciente del Uruguay, el proceso de desarrollo del país en perspectiva comparada, la recuperación de la historia de la música y las artes escénicas en teatros de Salto, Paysandú y Young, el análisis del impacto de los cambios recientes en el agro sobre la población rural, la recuperación del acervo fotográfico del Teatro Solís, el análisis de los procesos de inclusión/exclusión en el acceso a la vivienda, aportes al Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático desde la perspectiva de la percepción de diversos actores sociales: son parte de una breve enumeración que da apenas una idea acerca de la diversidad de los aportes que hacen las ciencias sociales, las humanidades y la investigación en artes al conocimiento de fenómenos de importancia para la sociedad uruguaya.

Por otra parte, los estudiantes universitarios de todo el país forman equipos para investigar en los lugares más diversos las cuestiones más diversas: toda la geografía del Uruguay está contemplada en el conjun-

to de proyectos de estudiantes, mediante el análisis de fauna, flora, aspectos ambientales, conservacionistas, urbanísticos, geológicos, paleontológicos, culturales, tecnológicos, históricos, sociales y políticos.

### ***El impulso a la investigación universitaria desde la CSIC***

Este texto da cuenta razonada de las principales acciones de impulso desde la CSIC a la investigación universitaria desarrolladas en los últimos años y de algunos de sus resultados. De forma sucinta, estas acciones se caracterizan principalmente por la continuidad de ciertos mecanismos de apoyo, cuya previsibilidad es fundamental para las actividades de investigación, junto con la creación de mecanismos nuevos que atienden necesidades o propósitos hasta ahora no abordados. Cabe señalar que las transformaciones se producen aun dentro de la continuidad de ciertas modalidades de apoyo, sean sugeridas por la siempre renovada experiencia en su implementación, sean por requisitos de coherencia con los nuevos programas, ya que se busca que el conjunto de los apoyos opere como un sistema integrado.

El 2007 fue el año de la discusión de los lineamientos principales de la Segunda Reforma Universitaria y la búsqueda de ciertos acuerdos colectivos, que se plasmaron en los CDC especiales que lo puntuaron. Ese año culminó con una asignación presupuestal que incluyó 99 millones de pesos para reforma universitaria, de los cuales 18 estaban destinados a la línea llamada «Investigación que priorice la contribución al desarrollo integral». Ello permitió, durante el 2008, comenzar una serie de programas nuevos, característicos de los cambios a impulsar en la

investigación dentro de la Segunda Reforma Universitaria. Durante los años 2009 a 2011 se consolidaron dichos programas.

Los objetivos principales de los nuevos programas fueron:

1) Promover la investigación de calidad en todas las áreas del conocimiento y disminuir los niveles de desarrollo desigual que caracterizan a la Universidad.

2) Promover el estudio profundo y responsable de temas relevantes para el país.

3) Promover la interrelación entre servicios y avanzar hacia la constitución de una Universidad integrada.

4) Promover la interrelación entre las funciones universitarias a todos los niveles.

5) Aumentar la eficiencia de la gestión universitaria (y en este caso de la promoción a la investigación).

Con esos objetivos se crearon nuevos programas y se reformularon otros, además de fortalecer algunos programas existentes.

La tabla que sigue da cuenta de la asignación presupuestal destinada a dichos programas a lo largo de estos años en pesos constantes. Durante el 2009 se dio una situación especial, que implicó una asignación extraordinaria destinada al programa de equipamiento. En términos generales puede observarse el incremento absoluto en recursos y la distribución de estos por programa.

Aparecen los programas de CSIC, así como algunos gastos más que merecen una explicación. En el rubro convenios se incluyen dos acciones que la CSIC ha realizado en el período: uno con la CIU y el MIEM para realizar un estudio de demanda en ciertos sectores de la producción y un apoyo desde CSIC al convenio con la Fundación Ayacucho. La CSIC ha apoyado de manera sostenida al

proyecto Flor de Ceibo, lo albergó en sus oficinas y colaboró con ciertos gastos de funcionamiento, así como algunos proyectos ad hoc de docentes universitarios relacionados con Ceibal. En un primer momento, la CSIC realizó un mapeo de grupos interesados en

radicarse en el interior y apoyó inicialmente lo que luego sería el Programa PDU, que luego pasó a la órbita de la CCI. También en la CSIC se inició un programa de apoyo a redes interdisciplinarias que posteriormente migró al espacio interdisciplinario.

### Ejecución presupuestal por programa de CSIC entre 2008 y 2011 a valores constantes a enero 2011.

Programa	2008	2009	2010	2011
Apoyo a Equipamiento	14.639.146	20.056.544	12.790.598	14.983.072
CHEA	272.020	1.305.055	2.891.819	1.481.835
Propiedad Intelectual	35.041	113.239	0	202.513
Vinculación Universidad-Sociedad-Producción	14.310.367	14.398.807	10.074.196	10.100.799
I+D llamados 2006-2008 y/o 2010	44.489.512	58.362.725	49.390.320	37.397.854
Iniciación llamado 2009	0	0	13.621.377	7.942.636
Modalidad de Apoyo a Grupos de Investigación	0	0	0	20.328.940
<b>Total Programas I+D e Iniciación</b>	<b>44.489.512</b>	<b>58.362.725</b>	<b>63.011.698</b>	<b>65.669.430</b>
Congresos en el Exterior	10.592.619	11.987.540	10.466.720	10.815.344
Pasantías en el Exterior	8.921.150	12.533.899	8.755.993	10.109.850
Profesores Visitantes	1.654.785	1.782.764	1.786.459	1.656.169
Eventos en el País	1.097.938	1.180.727	1.101.860	1.064.194
Apoyo a la Evaluación	91.498	381.196	483.174	547.596
Complemento RRHH Programa Grupos	0	0	0	3.116.932
<b>Total recursos humanos</b>	<b>22.680.333</b>	<b>27.866.126</b>	<b>22.594.206</b>	<b>27.310.085</b>
Científicos Provenientes del Exterior y Becas de Retorno	683.809	6.312.623	4.961.742	2.975.053
Total Estructura CSIC	12.623.233	16.405.711	16.099.701	17.486.495
Fomento de la Investigación de Calidad	3.738.289	309.794	6.581.146	6.402.700
Inclusión Social	1.652.373	4.902.480	2.135.849	4.893.414
Fondo para la Comprensión Pública de Temas de Interés General	420.201	2.716.282	2.318.619	2.338.665
Publicaciones	2.999.962	1.858.922	2.881.550	1.284.810
Apoyo a la Investigación Estudiantil	0	3.192.777	2.032.806	2.119.094
Programa de Imprevistos	0	187.700	770.118	318.577
Apoyo a Flor de Ceibo	0	703.407	519.314	572.330
Convenios	0	0	335.386	378.290
Apoyo a la Red Académica Uruguay	0	0	4.062.634	0
Apoyo a Redes	635.557	0	0	0
Radicación de Grupos en el Interior	3.709.366	0	0	0
<b>Total egresos anuales CSIC</b>	<b>122.889.209</b>	<b>158.692.262</b>	<b>154.061.381</b>	<b>158.517.162</b>

Fuente: UdelAR

Puede observarse cómo se ha incrementado la asignación presupuestal a los programas clásicos (con tema abierto y con carácter individual, como los proyectos de investigación y desarrollo o los programas de recursos humanos), pero a la vez han aparecido los programas más característicos de esta nueva etapa, que apuntan a lo colectivo, a la integración de funciones y a la focalización de la investigación hacia problemáticas predefinidas (por ejemplo, los programas de Apoyo a Grupos, de Investigación Orientada a la Inclusión Social, el Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil-PAIE, el Fondo del artículo 2, etc.).

La siguiente tabla muestra la asignación presupuestal agrupada según estas categorías (referido a un subconjunto de los programas, pues no todos pueden incluirse en dichas categorías):

servación. Los programas nuevos que han impactado más en la diversificación de apoyos y de programación a mediano plazo son, respectivamente Calidad y Grupos.

Sin embargo, es posible observar ciertas cosas:

1) Los programas de carácter colectivo han ido aumentando en su proporción desde menos del 10 % a más de una cuarta parte de los recursos ejecutados.

2) Los programas de mediano plazo también han aumentado su proporción en la ejecución en una medida similar.

3) En cuanto a la orientación de la investigación, es claro que no se ha logrado aún una modificación sustancial de la realidad.

A pesar de que estas cifras incluyen solo los recursos presupuestales (y, por tanto, no contemplan los recursos del programa

### **Distribución de la ejecución en los programas CSIC según categorías: apoyos colectivos vs. individuales, programas de largo plazo vs. de corto plazo y proyectos de tema libre vs. de tema orientado, entre 2008 y 2011.**

Programas	2008	%	2009	%	2010	%	2011	%
Colectivos	6.877.250	8,95	5.491.801	5,18	14.023.384	12,35	31.189.399	25,27
Individuales	69.953.210	91,05	100.574.522	94,82	99.531.805	87,65	92.223.228	74,73
Total	76.830.460		106.066.323		113.555.189		123.412.627	
Corto plazo	70.254.028	91,44	100.839.310	94,52	99.446.699	87,20	94.278.264	76,04
Mediano plazo	6.576.432	8,56	5.848.184	5,48	14.594.148	12,80	29.706.693	23,96
Total	76.830.460		106.687.494		114.040.847		123.984.957	
Tema libre	41.768.351	84,84	57.897.194	81,56	63.638.638	87,76	70.719.830	85,20
Tema orientado	7.463.074	15,16	13.085.759	18,44	8.876.429	12,24	12.282.479	14,80
Total	49.231.425		70.982.953		72.515.067		83.002.308	

Fuente: UdelaR

Es difícil observar tendencias claras con una información anualizada, puesto que varios programas son plurianuales (por ejemplo, el programa de Apoyo a Grupos es por 4 años y el Calidad por 5) y, por tanto, las decisiones tomadas recientemente solo se pueden observar con mayor tiempo de ob-

Ancap-UdelaR, que tienen esta característica) y a pesar del aumento de recursos asignados, la proporción de recursos asignados a proyectos con área temática predefinida se mantiene estable en torno al 15 % de los recursos de CSIC. Será necesario trabajar para aumentar los recursos asignados a proyectos

orientados a la solución de problemas predefinidos.

### ***Los programas de I+D y de Iniciación a la Investigación***

#### ***Proyectos de I+D***

El Programa de Proyectos de Investigación y Desarrollo tiene como objetivo fomentar la realización de investigaciones de alta calidad en todas las áreas de conocimiento. Se trata de un programa regular de la CSIC, que se abre cada dos años y que en el 2010 cumplió su novena edición.

En las últimas seis ediciones del programa, entre 1998 y 2010, se apoyó en promedio el 30 % de las propuestas presentadas, alcanzando a casi 1000 proyectos sobre poco más de 3000 solicitudes. Las fluctuaciones en la satisfacción de demanda que presentan los llamados se deben a diferencias en su dotación presupuestal y a variaciones en los montos máximos permitidos por proyec-

to. Así, por ejemplo, el llamado 2008 tuvo una satisfacción de demanda históricamente alta, 37,5 %, mientras que el llamado 2010 tuvo 27,4 % de proyectos apoyados en relación con los presentados. Las razones de esta marcada diferencia de un llamado a otro radican tanto en el incremento de un 50 % en el monto máximo por proyecto, que pasó de \$ 500.000 a \$ 750.000, como a una disminución de un 25 % en el monto total asignado al llamado, que pasó de 80 millones de pesos a 60 millones de pesos. Esto último se explica, a su vez, porque en el 2010 se abrieron simultáneamente el clásico llamado a proyectos de I+D y la primera edición del llamado a la presentación de grupos de investigación con programas de I+D, lo que en conjunto implicó un monto de 140 millones de pesos.

#### ***Proyectos de Iniciación***

Entre 1998 y 2011 se realizaron cinco llamados al programa Iniciación a la Investi-

## **Diagnóstico de hidatidosis, Facultad de Química, Cátedra de Inmunología**

El equipo a cargo del Dr. Gualberto González, responsable de la Cátedra de Inmunología, desarrolló un kit para el diagnóstico de hidatidosis, en acuerdo con la Comisión de Zoonosis, que controla la infectación de perros localizando zonas de riesgo. El desafío era obtener un método para determinar la infección a partir de la materia fecal. Existe un kit japonés que es sumamente costoso. El kit desarrollado por el equipo de González resultó ser de eficacia similar. Ha sido validado en Argentina y Perú y difundido por la Organización Panamericana de la Salud, dado que Uruguay es el centro focal para coordinar los esfuerzos contra la enfermedad. Además de Argentina y Perú, cuyos técnicos han visitado el país para capacitarse en el uso del kit, hay interés por parte de Chile y de China.

Resumen a partir de suplemento *Voces investigadoras*, 6.<sup>a</sup> entrega, 9.6.2012.

gación, con una demanda agregada de 1517 proyectos y 423 propuestas apoyadas. Los llamados 2009 y 2011 presentan algunas diferencias en sus bases que cabe comentar. Una de ellas es la exclusión, por primera vez en el llamado 2011, de estudiantes como responsables de proyectos. Esto se debe a la consolidación del Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil, que en el 2011 tuvo su cuarta edición. Otra es la autorización expresa, antes no incluida, a la presentación de doctores/as como responsables, lo que se justifica por un nuevo sesgo del programa que apunta a permitir el desarrollo de un primer proyecto de investigación cuya elaboración sea de la total autoría de quien lo presenta. Además, la participación de egresados se amplía a aquellos con hasta diez años de finalización de los estudios de grado. En ambos llamados se mantiene la presentación de docentes grados 1 y 2 y el acompañamiento del proyecto por parte de un tutor adscrito a un grupo de investigación que trabaje en una temática afín y autoidentificado en el registro de grupos de investigación de CSIC.

### ***Grupos I+D: los sujetos colectivos de producción de conocimiento en la UdelaR***

#### ***Programa de Apoyo a Grupos de Investigación 2010***

Una de las líneas distintivas de la Segunda Reforma Universitaria en materia de políticas de investigación ha sido la generación de herramientas de fomento a emprendimientos académicos colectivos y de largo plazo; tal es el caso del programa de apoyo a Grupos de Investigación, que se creó en el 2010. El objetivo de este nuevo programa

es dar a los grupos de investigación de la UdelaR la oportunidad de consolidarse mediante el desarrollo de sus agendas de investigación, de incorporar y formar nuevos investigadores, realizar actividades vinculadas a la construcción del grupo y de lanzarse a investigar problemas con resolución a mediano y largo plazo, aportando la CSIC un cierto horizonte de estabilidad presupuestal dado por la certeza de un financiamiento a cuatro años (ejecución 2011-2015).

#### ***Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil***

El Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil (PAIE) tiene como objetivo principal dar la oportunidad a equipos de estudiantes universitarios de grado para que desarrollen proyectos de investigación. La CSIC financia proyectos estudiantiles de 6 a 9 meses de duración, presentados por equipos conformados por un mínimo de dos integrantes, que deben contar con un docente orientador. La presentación a este programa se realiza en los servicios. Su evaluación está a cargo de los Grupos de Apoyo a la Investigación Estudiantil, formados por tres docentes en cada servicio. La nómina final de proyectos estudiantiles a financiar en cada llamado es propuesta por una comisión central a nivel de la CSIC.

Desde su surgimiento, el PAIE se gestó bajo uno de los principios programáticos que rigen a la CSIC: el fomento integral de la investigación en todas las áreas de conocimiento de la UdelaR. En este sentido, el programa se mantuvo abierto desde su primera convocatoria a equipos de estudiantes de grado presentados ante cualquiera de los servicios universitarios de la UdelaR.

## ***Programa de vinculación Universidad-Sociedad y Producción***

El Programa de Vinculación Universidad-Sociedad y Producción procura acercar las capacidades de investigación y solución de problemas de la UdelAR, en todas las áreas de conocimiento, a las demandas de la sociedad y la producción uruguayas. Apunta, en particular, a favorecer los encuentros entre investigadores universitarios, de todas las disciplinas y áreas cognitivas, con actores sociales y productivos localizados en el conjunto del territorio nacional.

### *Características de la contraparte social o productiva*

En este programa es considerada contraparte toda organización localizada en el territorio nacional, orientada a fines productivos (empresas, cooperativas de producción, etc.) o vinculada a través de diversas modalidades con la producción de bienes y servicios, incluyendo sindicatos, organizaciones de la sociedad civil, hospitales, entre otros.

## ***Investigación e Innovación Orientadas a la Inclusión Social***

El programa tiene como objetivo fomentar la investigación e innovación de calidad orientadas a problemas sociales que lesionen severamente la calidad de vida de sectores de población. Ha tenido tres ediciones (2003, 2008 y 2010) con cambios significativos de una a otra, en busca de mejorar la adecuación del instrumento a la efectiva consecución de sus objetivos.

El programa afronta dos problemas mayores para lograr el objetivo que se propone. Por un lado, la dificultad de identificación

de problemas de inclusión social para los que sea necesario el aporte de nuevo conocimiento en la búsqueda de su solución. Este problema, a su vez, tiene diversas dimensiones: identificación y caracterización del problema, identificación de actores en contacto directo con el problema (quienes lo sufren u otros relacionados directamente con estos), construcción o identificación de demanda de solución (reconocimiento del problema por aquellos que tienen vínculo directo con él y expresión en términos de necesidad de solución), identificación de investigadores con capacidad de dar solución a la demanda y establecimiento de vínculo entre todos ellos.

Por otra parte, la dificultad de implementación de los resultados de investigación para que se conviertan en soluciones efectivas al problema identificado. Este problema tiene a su vez múltiples dimensiones, fundamentalmente relacionadas al vínculo entre actores (política pública, estructura productiva, quienes tienen contacto directo con el problema, e investigadores) y a la necesidad de garantizar la posibilidad de llevar la solución «de laboratorio» a la escala del problema.

En el 2003, el llamado apuntaba a la convocatoria de proyectos de investigación de formato clásico, pero cuyo objetivo fuera atender alguna demanda social de conocimiento en torno a un problema. Si bien se mencionaba la necesidad de participación de actores diversos en la construcción de una solución al mencionado problema, no se establecían mecanismos para garantizar su participación.

En el 2008 se trabajó fuertemente en la detección de demandas de conocimiento para la resolución de problemas sociales y

en el vínculo entre actores, de forma previa al cierre del llamado. Se realizó un extenso trabajo —desde la Unidad Académica de la CSIC— con actores directamente vinculados a problemas de inclusión social, con el fin de caracterizar estos problemas, describirlos, identificar investigadores con capacidad de aportar a la solución y facilitar el vínculo entre unos y otros. Fue con este objetivo que se organizaron las primeras Jornadas de Investigación e Innovación Orientadas a la Inclusión Social en el Paraninfo de la Udelar, en las que se realizaron diversos talleres temáticos de encuentro entre demandas y capacidades de investigación.

A partir de este llamado, el Programa incluyó la definición previa de áreas temáticas en torno a las cuales se solicita la generación de propuestas a financiar, en contraposición con los llamados a proyectos con temática libre.

En el 2010 se mantuvo esta forma de trabajo y se organizaron las Segundas Jornadas, previo al cierre del llamado, y otros talleres temáticos con posterioridad a estas. El énfasis en esa edición estuvo puesto en el vínculo entre actores intermedios (fundamentalmente de la política pública, con capacidad de asegurar la implementación de las soluciones provenientes de procesos de investigación) e investigadores. Se trabajó extensamente con los primeros, con el fin de definir demandas de conocimiento para resolución de problemas y luego vincular estas con investigadores con capacidad de dar respuesta a ellas.

### ***Programa de Vinculación Ancap-Udelar***

El Programa de Vinculación Ancap-Udelar comenzó en el 2008, como resultado de un acuerdo entre ambas instituciones. Desde entonces la Unidad Académica de la CSIC y el Área de Innovación y Gestión del conocimiento de Ancap han trabajado en conjunto en un proceso de relacionamiento, cuyas actividades principales son la realización de jornadas anuales y el llamado a proyectos de investigación con su posterior financiación. Se han realizado cuatro jornadas hasta el momento; las últimas, el 9 de noviembre del 2011. Hasta el momento se financiaron 19 proyectos de investigación como resultado de tres llamados.

El objetivo es fortalecer y estrechar el vínculo entre Ancap y la Udelar, por medio de la generación de nuevo conocimiento y su aplicación, buscando dar soluciones a temáticas de interés para el país, en las áreas de desarrollo de Ancap. Se busca generar una sinergia en la cual la empresa pública sea capaz de utilizar los recursos de la Universidad pública para investigar en asuntos definidos como de prioridad estratégica y que ello permita a la vez a la Universidad fortalecer sus capacidades en áreas que son de importancia para el desarrollo nacional. Se pretende que esta experiencia sirva como modelo para otras alianzas estratégicas con diversos actores nacionales.

### ***Programa Fomento de la Calidad de la Investigación en la Udelar***

La Udelar contribuye de manera sustancial a la investigación de calidad que se

realiza en el país en muy diversas áreas. Sin embargo, el nivel de desarrollo de las actividades de investigación en la UdelaR es desigual. Se parte de la convicción de que un sistema de investigación sano requiere de fortalezas en las más diversas áreas del conocimiento, que permitan el abordaje de problemas desde puntos de vista diferentes, que habilite la fecundación mutua y la confrontación de abordajes y metodologías. Un sistema de investigación con desarrollo en escasas áreas disciplinares redundante, a la vez, en un empobrecimiento general (que afecta también a las áreas momentáneamente «fuertes») y en una incapacidad sistémica para abordar de manera creativa la diversidad de problemas que afectan a la sociedad,

a la producción, a la salud, a la cultura. Por otro lado, cuando un área tiene escaso desarrollo en investigación, ello afecta de manera directa a las funciones de enseñanza y extensión que debe desarrollar la institución.

Potenciar la investigación de calidad en todas las áreas del conocimiento es un asunto de soberanía y de desarrollo nacional, que tiene que ver con la capacidad de una nación para pensarse y afrontar los retos diversos a que se enfrenta con recursos propios, abordando los problemas desde su perspectiva nacional, histórica y ambiental específica, y con capacidad para aprovechar los aportes de toda la comunidad científica internacional con los pies bien asentados en la propia realidad.

## Software para detectar con precisión focos epilépticos, Facultades de Medicina e Ingeniería

En la mayoría de los epilépticos, la enfermedad se controla con fármacos, pero hay una minoría que requiere cirugía, los que padecen la variante refractaria, cuando los fármacos no pueden controlar las convulsiones. En Uruguay existen unos 3500 pacientes con esta condición, si bien los expertos aseguran que el cálculo es conservador. Tomografía computada y resonancia nuclear magnética ayudan para detectar el foco que en la mayoría de este tipo de epilepsias, se localiza en el lóbulo temporal. Pero en un 25 % de los enfermos no se encuentra en esa zona, lo que hace más difícil ubicar con precisión el lugar para operar.

El software que se diseña, fruto de una investigación conjunta de Medicina e Ingeniería, apoyada por la CSIC de la UdelaR, con 20.000 dólares, toma como modelo una situación normal en el cerebro y trata de detectar todo lo que escapa de ella. Se combina con las diferentes imágenes cerebrales, funcionales, estructurales y anatómicas para permitir la mejor detección (y más rápida) del foco. El software tiene una ventaja adicional, dado que también permitiría determinar lo que se llama el «ruido estadístico», esto es, las falsas detecciones de focos epilépticos, ahorrando recursos y un tiempo precioso.

Tomado de *El País*, 29.3. 2009.

A la vez, se trata de la única forma de dar sustento social a la necesidad de invertir cuantiosos recursos en el desarrollo de capacidades nacionales de investigación e innovación: solo se logrará dicho sustento social (necesario en una sociedad democrática) si el conjunto de la ciudadanía siente que efectivamente dicha inversión es útil para la mejora de su calidad de vida. No se trata de la visión simplista que pretende buscar resultados inmediatos o que juega con la oposición maniquea e improcedente entre investigación básica y aplicada; se trata de que los recursos que la sociedad aporte vayan dirigidos a crear una infraestructura que con el rigor necesario y estrechamente vinculada a la comunidad internacional, vaya construyendo un tejido propio capaz de responder a las necesidades nacionales.

Es misión de la CSIC fomentar las capacidades de investigación de la UdelaR en todas las áreas de conocimiento, lo que ha venido haciendo por medio de diversos programas, en su enorme mayoría organizados bajo la modalidad de fondos concursables. Esta modalidad es fundamental y seguirá siendo principal en el trabajo de la CSIC, pero debe complementarse con otras formas de apoyo que apunten a la creación o fortalecimiento de capacidades de investigación en áreas o sectores que hoy presentan debilidades. Esto se justifica, puesto que uno de los criterios claves de los procesos de evaluación de la CSIC en sus programas concursables es la calidad académica de las actividades asociadas a la investigación que se proponen. Una consecuencia de ello es que áreas o sectores que presentan debilidades en términos

relativos con respecto a la investigación no puedan ser apoyadas desde dichos programas.

El punto de partida, que se puede resumir en un sistema fuertemente heterogéneo, con amplios sectores en los cuales la investigación es escasa o muy pobre. Esta situación se expresa especialmente en términos de una distribución muy desigual de los recursos humanos calificados y con decisión de dedicarse a la actividad académica de manera integral. Avanzar hacia una situación en la cual se cultive la investigación en las más diversas áreas del conocimiento requiere un trabajo de largo aliento, con perseverancia y evitando caer en soluciones que sacrifiquen la calidad a la que se aspira.

### ***Programa de Equipamiento***

El Programa de Equipamiento tiene como principal objetivo apoyar la compra de equipamiento y/o software tendientes a la renovación y actualización de la infraestructura tecnológica para la investigación en los diferentes servicios y dependencias de la UdelaR. Este programa ha recibido una demanda creciente desde su primera edición en el 2008. En sus tres modalidades, han sido apoyados 20 servicios universitarios en todas las áreas de conocimiento. En el 2008 hubo una única modalidad; en el 2009 y el 2010 se abrieron tres modalidades: la modalidad 1 de hasta 2,5 millones de pesos con contraparte del servicio obligatoria, la modalidad 2 con equipos de hasta 1 millón de pesos y la modalidad 3 con equipos de hasta medio millón de pesos. Cada servicio puede

presentar una única propuesta en cada una de las categorías. El monto acumulado de los apoyos en los cuatro llamados 2008-2011 asciende a los 44 millones de pesos.

### ***Programa de Apoyo a Publicaciones***

El estímulo a la comunicación académica es una de las tareas que se contemplan en la CSIC, mediante el Programa de Apoyo a Publicaciones. Desde el 2007 la CSIC abre de forma anual e ininterrumpida su convocatoria para financiar textos que sean resultado de investigaciones realizadas por docentes de la UdelaR en tres modalidades:

1) Publicación de artículos en revistas arbitradas que exigen el pago de las páginas impresas.

2) Publicaciones de fascículos o libros producidas por investigadores en el marco de su actividad académica en la Universidad.

3) Números monográficos de revista.

### ***Fondo Universitario para Contribuir a la Comprensión Pública de Temas de Interés General***

Desde el 2008 la CSIC ha creado el Fondo Universitario para Contribuir a la Comprensión Pública de Temas de Interés General y realiza llamados anuales. Este llamado se enmarca en el esfuerzo universitario por posibilitar que los investigadores de la Universidad se ocupen de temas de relevancia nacional cuyas propuestas pueden redundar en la sistematización y difusión de conocimientos por parte de la comunidad política y la ciudadanía en ge-

neral, a la hora de tomar decisiones sobre temas medulares para la democracia y la república.

El programa apunta a crear un espacio donde los grupos académicos, a partir de la acumulación que naturalmente generan, pongan a disposición de la comunidad estudios, reflexiones, escenarios, elementos de juicio, etc., que contribuyan a la comprensión pública de problemas que en general son polémicos, muy sensibles y en los cuales la Universidad puede contribuir a mejorar el nivel de discusión pública. Se trata de un programa de nuevo tipo, en el cual la institución tiene muy poca experiencia y que va generando poco a poco su propia historia, mejorando en cada edición. Cada año el CDC selecciona un conjunto de temas considerados relevantes a propuesta de una comisión conformada por los prorectores de Extensión e Investigación y un representante de cada orden nombrado por el CDC. Luego se procede a un llamado a propuestas en alguno de esos temas.

Para propender al análisis de los temas seleccionados por el CDC, la CSIC convoca cada año a la creación de Equipos Coordinadores que aborden los problemas desde múltiples enfoques que se complementan e interrelacionan. Desde el 2008 se han hecho cuatro convocatorias a la conformación de los Equipos Coordinadores. En estas han sido seleccionados 23 Equipos Coordinadores compuestos en su totalidad por más de 83 investigadores que pertenecen a 17 servicios universitarios diferentes.

## Temas elegidos por el CDC en los primeros llamados 2008 a 2011 del Fondo Para Contribuir a la Comprensión Pública de Problemas de Interés General.

2008	2009	2010	2011
Inserción internacional del Uruguay	Violencia en el Uruguay	Innovación y formas de apropiación del conocimiento. Estudio de la experiencia nacional e internacional y aportes para la generación de políticas nacionales que promuevan el desarrollo	Modelos de desarrollo, consumo y energía en el Uruguay
La permanencia y la conclusión de los estudios en los diversos niveles de la enseñanza	Descentralización política y participación ciudadana	Acceso, avance y culminación exitosa de los estudios a nivel medio, terciario y universitario en el Uruguay de hoy. Problemas y propuestas	Integrar desde lo desintegrado. Los grandes conjuntos de vivienda pública y las dimensiones de la ciudad desintegrada
La matriz energética nacional	Variabilidad climática	La problemática habitacional en el Uruguay y posibles estrategias para su solución	Relación del sistema jurídico nacional y el sistema jurídico internacional
La despenalización del aborto	Movimientos religiosos	Presencia de la publicidad y sus efectos sobre la vida y la vida cotidiana	Megaproyectos de infraestructura, oportunidades y riesgos
El aumento del área agrícola y las modificaciones experimentadas por los sistemas agrícolas ganaderos en el período 2002-2008	Energía nuclear en Uruguay	Variabilidad climática: distribución espacio-temporal de los recursos hídricos y su impacto	Medios de comunicación: Libertad de prensa, propiedad de los medios y derecho a la información
	La riqueza en el Uruguay	Descentralización política y participación ciudadana	Los modelos del sistema de atención a la salud en Uruguay
	Tema libre	Práctica de las políticas públicas a nivel local: potencialidades, problemas y desafíos	Estructura productiva en el Uruguay
		Las drogas: problemas y propiedades de la despenalización de ciertas prácticas	Minoridad infractora en el Uruguay. ¿Un problema real?
			Tema libre

Fuente: Udelar

### **Programas de recursos humanos**

Los programas de recursos humanos apoyan el intercambio académico con el mundo y favorecen la difusión de resultados de investigación, tanto en el exterior como en el país. Estos programas son los de mayor demanda

de la CSIC, lo que se hace aún más evidente al tomar en cuenta que tienen apertura anual. Existen cuatro modalidades: apoyo para asistencia a congresos, apoyo para realizar pasantías en centros de excelencia extranjeros, apoyo para traer profesores invitados y apoyo para organizar eventos en el país.

### **Programas de Contratación de Científicos Provenientes del Exterior y Becas de Retorno**

Estos dos programas se manejan de forma conjunta. El Programa de Contratación de Científicos Provenientes del Exterior busca apoyar a los servicios para captar recursos humanos muy calificados que están en condiciones de ser contratados. Con ese fin, si el candidato es aprobado, se financia centralmente la totalidad del cargo base y la DT durante un año y medio, contra el compromiso del servicio de realizar en un plazo de un año un llamado en efectividad al que pueda presentarse la persona beneficiada por el programa. De esta forma se busca tener la agilidad para ofrecer un puesto en la Universidad a personal muy calificado dispuesto a radicarse en el país y dar el tiempo a los servicios para conseguir los recursos genuinos y realizar los procedimientos formales para que pueda asumir un cargo en efectividad.

En el caso de las Becas de Retorno se financia durante un tiempo limitado el cambio de grado para docentes universitarios que han culminado estudios de posgrado en el extranjero y vuelven al país.

Con el fin de optimizar el uso de los recursos se ha coordinado la acción referida a estos programas entre la CSIC y la CCDT. Las propuestas son elaboradas por los servicios y recibidas en CSIC, la evaluación la realiza la CCDT (que utiliza criterios similares a los que se usan para evaluar el ingreso a la DT), y el financiamiento es compartido: la CSIC financia el cargo de base y la CCDT, la DT.

### **Apoyo a programas de posgrado**

#### *Programa Apoyo Institucional a Carreras de Posgrado 2002-2011*

Desde el 2002 la CAP distribuye todos los años, entre los posgrados académicos de la UdelaR que lo solicitan, los fondos de Apoyo a las Carreras de Posgrado.

En los últimos cinco años, el presupuesto regular de la CAP ha permitido asignar \$ 5.000.000 por año para apoyar posgrados de la Universidad. En el 2005 se consolidaron seis apoyos de \$ 300.000 (\$ 1.800.000) a servicios que lo requerían para asegurar la continuidad de sus propuestas de posgrados.

La siguiente tabla resume las solicitudes de becas y la satisfacción de demanda a lo largo del período.

#### **Solicitudes recibidas y aprobadas por la CAP (cantidad y monto) 2002-2011.**

<b>Año</b>	<b>Número de solicitudes recibidas</b>	<b>Número de solicitudes aprobadas</b>	<b>Monto total solicitado (\$)</b>	<b>Monto total asignado (\$)</b>
2002	12	12	5.353.917	2.739.799
2003	9	9	5.589.570	2.850.000
2004	18	18	Sin datos	2.426.000
2005	26	23	5.055.739	3.297.300
2006	10	8	Sin datos	1.648.000
2007	7	6	Sin datos	3.000.000
2008	10	9	Sin datos	4.000.000
2009	14	13	5.500.000	5.000.000
2010	16	14	7.240.000	5.000.000
2011	12	11	5.378.900	4.468.400
<b>Total 2002-2011</b>	<b>134</b>	<b>123</b>		<b>34.429.499</b>

Fuente: UdelaR

#### *Evaluaciones de propuestas de nuevos posgrados*

Como ilustra la tabla, desde el año 2003 hasta la fecha la CAP ha evaluado más de 200 propuestas de posgrado (especializaciones, maestrías, doctorados) presentadas por

los distintos servicios de la UdelaR. Dichas evaluaciones fueron elevadas al CDC (art. 3 Ordenanza de Carreras de Posgrado) para la aprobación de los respectivos planes de estudio y respecto al cumplimiento de los extremos previstos en el artículo 6 de dicha Ordenanza.

### **Polos de Desarrollo Universitario en el interior**

La política de descentralización y regionalización que la Universidad ha impulsado en el período es, en sí misma, un programa de gran dimensión y que tiene su propia lógica. Para obtener información sobre ello se debe acudir a publicaciones específicas. Acá se señalarán algunos aspectos de dicha política, que tienen directa relación con el impulso a la investigación en la UdelaR. Uno de los ejes de dicha política es la creación y fortalecimiento de capacidades de investigación en los centros en construcción.

La primera acción surgió de la propia CSIC, que realizó una convocatoria a la creación de proyectos de investigación radicados en el interior, a fines del 2008. A partir del 2009 toda la acción fue concentrada por la CCI. Durante el 2008 también se elaboraron los Programas Regionales de Enseñanza Terciaria (PRET) por parte de las sedes del interior y, a continuación, el CDC lanzó el programa PDU.

Los PDU consisten en la radicación en el interior de recursos humanos de alta dedicación que cultiven temáticas previamente definidas. Se trata de una estrategia de alto impacto que busca la radicación de recursos humanos altamente calificados en áreas de interés para el desarrollo local, regional y nacional. Si bien el énfasis se da en la investi-

### **Nuevos posgrados evaluados por la CAP y posteriormente aprobados entre 2003 y 2011.**

Año	Número posgrados aprobados por el CDC			
	Especializaciones	Maestrías	Doctorados	Total
2003	1	11	5	17
2004	5	12	4	21
2005	29	13	2	44
2006	8	1	0	9
2007	31	8	0	39
2008	9	5	1	15
2009	6	5	1	12
2010	22	8	3	33
2011	12	6	1	19
2003-2011	123	69	17	209

Fuente: UdelaR

#### *Informe de becas otorgadas*

La CAP realiza llamados anuales para Becas de Posgrado en las siguientes modalidades:

- 1) Becas dirigidas a la finalización de un posgrado en curso (maestría o doctorado).
- 2) Becas dirigidas a la realización de un posgrado por parte de docentes universitarios.

Hay que señalar que existen otras becas de posgrado en el país, en particular las que otorga el Sistema Nacional de Becas.

### **Becas de posgrado otorgadas por la CAP en el período 2007 a 2011.**

Becas de apoyo a posgrado Maestría + Doctorado	Finalización		Docentes	
	Postulados	Otorgadas	Postulados	Otorgadas
Totales	440	125	415	132

Fuente: UdelaR

gación, todos los proyectos debían explicitar y, de hecho, así se está llevando a cabo: acciones en todas las funciones universitarias.

Se establecieron ejes prioritarios definidos para cada región (que surgen de los PRET) y ejes transversales a todas las regiones que son: arte y cultura, informática, salud y formación de docentes en todos los niveles de la enseñanza, particularmente la enseñanza media.

En esta línea estratégica se han realizado tres llamados:

1) Convocatoria a PDU 2009: en la que se aprobaron 17 propuestas.

2) Convocatoria a creación de departamentos 2011: en la que se aprobaron 3 propuestas.

3) Convocatoria a fortalecimiento de grupos PDU existentes 2011: en la que se aprobaron 2 propuestas.

A continuación se detalla para cada PDU los ejes prioritarios:

#### **PDU Norte**

Ejes prioritarios:

- Estudios regionales
- Biotecnología
- Agua y energía
- Salud

#### **PDU Litoral Oeste**

Ejes prioritarios:

- Agroalimentaria y agroindustria
- Salud
- Cultura del río

#### **PDU Noreste**

Ejes prioritarios:

- Recursos naturales y desarrollo sustentable
- Temas relacionados con la frontera
- Madera
- Carne

#### **PDU Este**

Ejes prioritarios:

- Medio ambiente, biodiversidad, ecología
- Costa y pesca
- Turismo

Los docentes PDU son docentes de alta dedicación (40 horas o DT), radicados en alguna de las sedes universitarias en el interior, donde están creándose las condiciones materiales para su desarrollo.

La tabla siguiente da cuenta del número de cargos creados en cada proyecto (datos a setiembre del 2011).

Las temáticas definidas provocaron tanto la conformación de grupos de composición multidisciplinaria como monodisciplinaria. Los cargos, si bien actualmente están en el ámbito del CDC, tienen asignados un Servicio de Referencia Académica (SRA). Este se encarga de proponer las bases de concurso, así como de proponer las comisiones asesoras correspondientes.

Desde este punto de vista se puede señalar la siguiente situación:

Regional Norte: Virología (original y fortalecimiento), Biotecnología, Centro de Artes Musicales y Escénicas, Agua y Ciencias Afines y Departamento de Matemática y Estadística del Litoral, todos son monodisciplinarios.

Centro Universitario de Paysandú (CUP): Salud Comunitaria, Agroalimentario-Agroindustrial y Departamento de Química del Litoral son multidisciplinarios.

Centro Universitario de Rivera (CUR): Sistemas Territoriales Complejos, Estudios de Frontera son monodisciplinarios.

Centro Universitario de Tacuarembó (CUT): Estudios Forestales y Departamento de Economía son monodisciplinarios.

Centro Universitario Regional Este (CURE): Ecosistemas Acuáticos Continentales, Patrimonio Costero (original y fortalecimiento), Formación de RRHH en Biodiversidad, Ciencia y Tecnología de los Materiales y Ecología Acuática son monodisciplinarios; Manejo costero, Gestión Territorial y Estudios Territoriales son multidisciplinarios.

Desde el punto de vista presupuestal, tomando en cuenta los salarios de los docentes y de los funcionarios no docentes, así

como las partidas de gastos asignadas, se han invertido más de 51 millones de pesos en este programa.

Para apoyar la radicación de estos grupos se ha invertido un monto significativo de recursos en infraestructura edilicia y no edilicia. Además de la construcción de edificios para albergar estos centros, hay ciertas inversiones en marcha que se han acelerado a partir de 2011 y que son esenciales para la consolidación de algunos PDU:

### Cargos docentes creados en el programa PDU entre 2008 y 2011.

Proyecto	Designados	Total cargos creados
Salud Comunitaria	2	3
Polo Agroalimentario	8	11
Departamento de Química	0	2
<b>Total Paysandú</b>	<b>10</b>	<b>16</b>
Virología Molecular	3	6
Biotecnología	1	1
Agua y Ciencias Afines	6	8
Artes Musicales y Escénicas	1	2
Departamento Mat. y Estadística	0	4
<b>Total Salto</b>	<b>11</b>	<b>21</b>
Manejo Costero	5	7
Biodiversidad, Ambiente y Soc.	9	9
Ecosistemas Acuáticos	6	7
Patrimonio Costero	2	4
RRHH en Biodiversidad	2	5
Estudios Territoriales	3	3
Tecnología de los Materiales	3	4
Traslado Dr. Pablo Mora	1	1
Ecología Acuática	4	6
<b>Total Este</b>	<b>35</b>	<b>46</b>
Estudios de la Frontera Norte	3	3
Sist. Territoriales Complejos	4	5
Inst. Sup. Estudios Forestales	1	3
Departamento de Economía	0	3
<b>Total Noreste</b>	<b>8</b>	<b>14</b>
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>97</b>

Fuente: UdelaR

- En Paysandú se están culminando las obras del Laboratorio de Química Agrícola con una inversión de alrededor de 35 millones de pesos. Este laboratorio tendrá, entre otros, equipos 2RMN y un MS/MS. También se han adquirido importantes equipos de investigación agronómica.

- En Salto se ha lanzado la licitación para construir el primer laboratorio de bioseguridad nivel P3 del país, inversión estimada en más de 20 millones de pesos. Asimismo, se ha apoyado la construcción de una presa experimental para equipar al grupo de agua.

- En Rocha se avanza en las obras de la sede nueva que estará terminada para mayo de 2012.

Se ha definido comenzar las obras de la segunda etapa de este centro. Se han destinado recursos para adquirir varios equipos para configurar un centro de determinaciones ambientales en el CURE.

- En Maldonado se avanza en las obras de la sede nueva cuyo primer módulo estará terminada en marzo del 2012. Se han destinado recursos para adquirir varios equipos para configurar un centro de determinaciones ambientales en el CURE.

- En Tacuarembó se ha firmado un convenio con el INIA para construir una sede del Centro Universitario (CENUR) del Noreste en la estación experimental del INIA en esa ciudad. Se propone construir dicho centro a partir del 2012.

### ***Programa de Dedicación Total***

Durante este período se han tomado varias medidas para promover la incorporación de más docentes al Régimen de Dedicación Total. Las principales medidas son:

- 1) Se decidió financiar centralmente una parte del salario de base de los docentes que accedan a la DT, en caso de que su cargo de base en el servicio fuera de dedicación menor a 30 horas semanales.

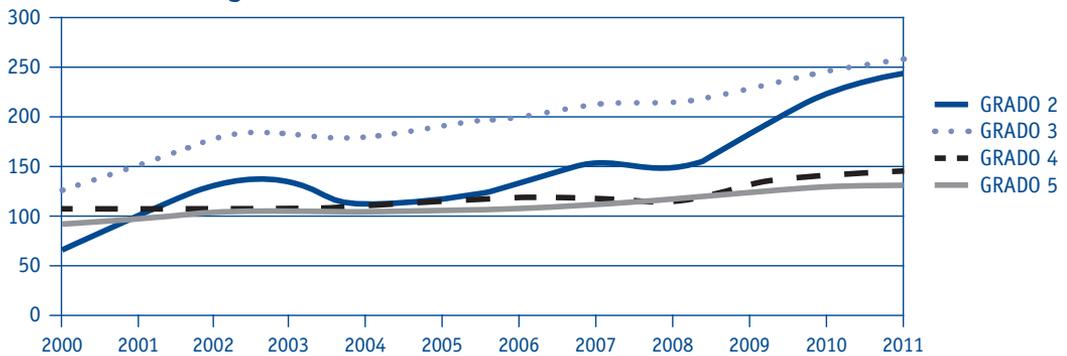
- 2) Se decidió coordinar las acciones de la CCDT y la CSIC, a fin de articular la evaluación y financiamiento de los docentes contratados por el Programa de Contratación de Investigadores Provenientes del Exterior.

- 3) Se coordinaron las acciones entre la CCDT y el Programa PDU, a fin de articular la evaluación y financiamiento de los docentes contratados por el programa.

Como resultado de estas acciones y de un incremento sostenido del salario universitario y de los recursos destinados con este fin, se ha producido un aumento sustancial del número de docentes con DT.

La siguiente gráfica ilustra la evolución del número de docentes según grado en el período 2007 a 2011 que abarca este informe. Se señala, en particular, el importante incremento en los docentes de grado 2 y 3, fenómeno que sin dudas tiene que ver con la presencia simultánea de los programas (llamados a Oportunidades de Ascenso y Extensiones Horarias), que permitieron a un gran número de docentes ampliar su dedicación horaria y concursar para pasar de grado. Un elemento central en el incremento del número de docentes con DT es el aumento del salario universitario general, que ha permitido que aquellos que opten por dedicarse exclusivamente a la tarea académica puedan tener un salario decoroso.

## Evolución del grado de los docentes con DT



Fuente: UdelaR

Se debe notar que en Oficinas Centrales se contabilizan los docentes que forman parte del programa PDU en el interior, así como algunos servicios con dependencia central (Licenciatura en Ciencias de la Comunicación y Escuela Universitaria de Bibliotecología y Ciencias Afines). Por otro lado, hay algunos servicios que concentran un importante número de docentes con DT (por ejemplo, Cien-

cias, Ingeniería, Química, Medicina, Ciencias Sociales), mientras otros tienen nula o muy escasa presencia de docentes en este régimen.

Es interesante notar que hay dos servicios (Ingeniería y Psicología) en los cuales en el período analizado se produjo un incremento sustancial del número de docentes con DT y explorar las razones de dicho crecimiento.

## Evolución del número de docentes con DT por servicio

Servicio	Dic.-07	Oct.-08	Dic.-09	Ago-10	Dic.-11
Oficinas Centrales	2	2	6	11	44
Agronomía	51	53	57	65	67
Arquitectura	8	7	7	9	11
Ciencias Económicas	7	6	7	8	9
Derecho	9	9	10	13	11
Enfermería	0	0	0	0	1
Ingeniería	74	76	103	115	128
Medicina	65	70	76	84	92
Química	62	64	78	86	91
Veterinaria	22	23	30	33	42
Humanidades	52	53	49	53	56
Hospital de Clínicas	9	9	9	9	1
Bellas Artes	5	5	6	5	2
Psicología	3	2	4	13	14
Regional Norte	2	2	2	2	2
Ciencias Sociales	49	52	60	65	73
Ciencias	132	134	157	173	171
<b>Totales</b>	<b>550</b>	<b>565</b>	<b>659</b>	<b>742</b>	<b>815</b>

Fuente: UdelaR

Aumentar el número de docentes con DT implica destinar recursos cuantiosos para financiar los cargos, pero también realizar adecuaciones en la infraestructura y en la organización de los servicios para poder albergar grupos que se dediquen íntegramente a la actividad académica y adecuar los mecanismos para tomar en cuenta las peculiaridades de las diferentes áreas del conocimiento y la manera específica de articulación que puede desarrollar la actividad docentes en régimen de DT en dichos servicios.



La investigación científica en las universidades privadas está incorporándose de forma creciente a la actividad universitaria de estas organizaciones. Muestra clara de ello es la creciente participación de docentes de las mismas en diferentes programas como ser el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) o los proyectos de investigación aplicada o fundamental que financia la ANII a través de los instrumentos Fondo Clemente Estable y Fondo María Viñas.

La actividad de investigación científica se ha desarrollado principalmente en la Universidad Católica del Uruguay y la Universidad ORT. Existiendo avances significativos en la Universidad de Montevideo y niveles incipientes en la Universidad de la Empresa.

### *Universidad Católica del Uruguay*

La Universidad Católica del Uruguay Dámaso Antonio Larrañaga (Ucudal) ha crecido, tanto en la cantidad como en la calidad de los proyectos de investigación. Asimismo, se han ampliado las actividades de divulgación y discusión del conocimiento generado en cada una de sus facultades. En el 2010, año en el que se celebró el 25.º aniversario, la Ucudal dio pasos significativos hacia una universidad de docencia con investigación.

El número de investigadores acreditados por el SNI que desarrollan tareas en la Ucudal se vio incrementado en el llamado 2009 en un total de 14 nuevos investigadores, lo que representa un aumento del 50 % sobre la acreditación anterior. Actualmente, la Ucudal es lugar de trabajo de más de cua-

renta investigadores acreditados en el SNI, lo que permitirá ampliar aún más el objetivo principal de contar con tales docentes: lograr una significativa transferencia de contenidos y metodología de investigación a sus alumnos.

A lo largo del 2010, los grupos de investigación de la Universidad obtuvieron financiamiento por parte de terceros por un total superior al 40 % de lo que ya estaba presupuestado para ejecución en 2009. Esto, a su vez, se ha visto acompañado de un incremento de los proyectos de investigación financiados con fondos externos de 34 proyectos activos en el 2009 a los 54 que tuvieron actividad en el 2010.

También en el 2010, el Consejo de Editores de la Universidad Católica del Uruguay, que nuclea a los editores de las 10 revistas de divulgación académica de la Universidad, en menos de un año, logró la indexación de dos nuevas publicaciones para alcanzar un total de cuatro revistas arbitradas e indexadas en bases de datos internacionales, dos más en franco proceso de obtener dicha indexación y profundos trabajos de mejoras en las demás.

En el correr del 2010 se editaron un total de 12 libros bajo el auspicio de la Universidad, lo que lleva el número de volúmenes editados por la Universidad en estos 25 años de historia a un total de 108. A lo largo del 2010 se ha formalizado el registro de todas las publicaciones bajo el auspicio de la Universidad, y es posible acceder a tal registro, con resúmenes y direcciones de contacto de los autores, por medio de la página web que la biblioteca P. Manuel Gutiérrez Semprún, S.J. ha creado a tales efectos.

Tal como lo expresa la institución en su página web, «...muchos desafíos se pre-

sentan en cuanto a investigación y desarrollo en la Ucdal, algunos de los cuales dependerán fuertemente de los impulsos dados en cada una de las facultades, tales como la consolidación de grupos de investigación en áreas de desarrollo estratégico o la consolidación de las publicaciones académicas, como exponentes de discusión de la actividad profesional y de investigación; en cada una de sus áreas y hacia la sociedad. Probablemente los mayores desafíos se encuentren en lograr no solo un incremento en la cantidad de proyectos, sino también una efectiva transferencia de conocimientos hacia los estudiantes y profundizar la pertinencia de los proyectos en relación a los grandes lineamientos estratégicos del país en investigación y desarrollo recogidos en el propio plan estratégico y en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación».

La Ucdal organiza su trabajo académico en siete facultades: Ciencias Humanas, Ciencias Empresariales, Derecho, Ingeniería y Tecnologías, Odontología, Psicología, y Enfermería y Tecnologías de la Salud.

Dentro de las diferentes facultades, las actividades de investigación están principalmente organizadas por medio de institutos o departamentos. A continuación se presentan algunas de las actividades de investigación asociadas a cada instituto o departamento.

Dentro de los institutos, se encuentra el Instituto de Competitividad, que desarrolla su actividad en torno a cinco áreas temáticas:

1) Competitividad: que implica su análisis y el seguimiento de su evolución. Se aborda en tres niveles: nacional, regional y empresarial.

2) Estrategia: se busca rescatar su importancia en los procesos de construcción de la competitividad de países, sectores y empresas.

3) Clusters y Redes: contempla la importancia de la construcción y consolidación de los procesos de colaboración y relacionamiento.

## Historias Digitales del Uruguay

Historias Digitales del Uruguay es un proyecto multidisciplinario de investigación, innovación y desarrollo que tiene por objeto realizar las primeras experiencias de historias digitales en el país y desarrollar el material teórico y técnico necesario para realizar una transferencia tecnológica, de forma que esta experiencia pueda existir en forma autónoma.

Una historia digital es un clip audiovisual, de dos a tres minutos de duración, elaborado en base a fotografías y a una historia personal guionada y grabada como voz en off. Una historia digital es más que combinar fotografías con texto; es transformar una narrativa personal en una experiencia multimediática; aprender en el proceso técnicas de expresión oral y escrita, como también establecer un primer y fuerte contacto con herramientas informáticas. La historia digital se crea bajo el formato de un taller práctico orientado al uso de los nuevos medios digitales.

Este formato lleva más de una década de investigación y ejecución, tanto en el Reino Unido como en los Estados Unidos, donde se han utilizado para reducir la brecha digital que separa a distintos grupos socioeconómicos. Su potencial didáctico, como también comunicativo, logra altos niveles de participación e involucramiento y lo convierten en una fuerte herramienta para cumplir una serie de objetivos sociales, siendo lo más destacables:

- 1) Inclusión digital o alfabetización digital.
- 2) Creación y transmisión de historias de corte personal.

El proyecto Historias Digitales del Uruguay, además de plantearse los objetivos anteriores, tiene como meta la adecuación tecnológica de este formato de taller a los computadores portátiles del Plan Ceibal. La plataforma tecnológica del Plan Ceibal, más de 350.000 computadoras distribuidas a lo largo del país, ofrece un campo extenso llegar, con los objetivos antes mencionados, a la mayor cantidad de beneficiarios.

El grupo de investigadores, provenientes tanto del área de ciencias humanas como de ingeniería de la Ucdal, trabajará en dos líneas de acción: por un lado, ayudar a crear y difundir historias digitales; por el otro, capacitar a un importante número de tutores, crear un paquete de programas informáticos OpenSource a la medida de las historias digitales (edición de video e imagen) y elaborar todo el material de apoyo necesario para el dictado de los talleres.

4) Innovación: las construcciones competitivas sostenibles son aquellas que contienen un alto componente de innovación, a la vez de crear los espacios en las organizaciones para que el espíritu innovador permanezca en el tiempo.

Por su parte, el Instituto de Relaciones Laborales se orienta al estudio de las relaciones laborales en el Uruguay en sus diversos componentes: negociación colectiva, conflictividad, comportamientos y estrategias de los actores sociales y política laboral.

El Instituto de Estudios del Desarrollo Regional y Local se propone la investigación y la construcción teórica, junto a la formación de agentes de desarrollo local que sean capaces de impulsar procesos de desarrollo en sus territorios.

Por su parte, el Instituto de Evaluación Educativa investiga en áreas como la evaluación de aprendizajes y participa del Observatorio Regional de Políticas de Evaluación Educativa.

El Instituto de Investigación sobre Integración, Pobreza y Exclusión Social apunta a estudiar la naturaleza, causas y consecuencias de la pobreza y de la exclusión social, y a aplicar el conocimiento así generado en el desarrollo de herramientas útiles al esfuerzo de construcción de sociedades integradas sobre bases de equidad.

El Instituto de Historia realiza actividades académicas de investigación y extensión en las áreas de historia del pensamiento, historia de la educación e historia religiosa y de la iglesia católica en el Uruguay y la región.

El Departamento de Ciencias Sociales ha desarrollado programas e institutos de

investigación en áreas clave para el desarrollo del país. En este sentido, se destaca la experiencia del Integración Pobreza y Exclusión Social, un programa de investigación iniciado en el 2000 con el objetivo de profundizar en el conocimiento de los procesos de exclusión y vulnerabilidad social en el país y la región. En el 2005 también se creó el Instituto de Desarrollo Regional y Local. El Departamento coordina operativamente un Grupo de Investigación sobre Empleo que integran académicos pertenecientes a diversas unidades de la Universidad y el programa de Gerontología Social, que también constituye otra de las líneas permanentes de acumulación académica y es reconocido por sus actividades de extensión y su apertura a la comunidad.

Por su parte, el Departamento de Comunicación Organizacional cumple con los objetivos de: formar profesionales de gran calidad técnica y alto compromiso ético, construir conocimiento teórico y práctico en este campo y contribuir a la difusión en Uruguay y Latinoamérica de esta especialidad.

En el Departamento de Economía las actividades de investigación se organizan actualmente en dos áreas de trabajo. Por una parte, la actividad emprendedora, innovación y crecimiento, donde se busca desarrollar actividades para estudiar los vínculos entre actividad emprendedora, innovación, productividad y crecimiento en la economía uruguaya, a los efectos de realizar aportes para una mejor toma de decisiones por parte de empresas y organizaciones públicas y privadas, y una mejor calidad de las políticas públicas. Por otra parte, se hace foco en actividades produc-

tivas, donde se plantea como principal objetivo desarrollar estudios académicos que brinden análisis estratégico y seguimiento de las principales actividades productivas, de manera de generar aportes y construir indicadores para la toma de decisiones empresariales, y propuestas de políticas con foco en los principales sectores de la economía uruguaya.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica está realizando investigación y desarrollo en las siguientes áreas: microelectrónica y electrónica aplicada, sensores y óptica aplicada, sistemas y control, así como en procesamiento de señales. Se han realizado tareas de innovación para empresas, de investigación con un número importante de publicaciones y se han diseñado enviado a fabricar y medido circuitos integrados *full custom* en forma regular. Se han desarrollado, entre otros, circuitos analógicos y mixtos para aplicaciones médicas, instrumentación y captura de movimiento. También se ha puesto énfasis en el desarrollo de sistemas embebidos utilizando microcontroladores. Los estudios e investigaciones

que se realizan en el área de la óptica tienen que ver con aplicaciones concretas. En los últimos años, se han desarrollado, entre otros, sensores de corriente y tensión eléctricas, temperatura, etc. basados en distintos principios ópticos. El área de sistemas y control estudia de una forma cualitativa y cuantitativa el comportamiento de sistemas que pueden estar gobernados en general por principios de ciencias físicas, químicas y biológicas, y la manera de modificar este comportamiento para adaptarlo a un fin deseado. Por ejemplo, los sistemas de tráfico vehicular presentan un comportamiento complejo que se guía por principios de mecánica entre otros y su comportamiento se puede adaptar usando los elementos de señalización tradicionales como carteles, cebras y semáforos.

Las líneas de investigación del Departamento de Informática y Ciencias de la Computación son las siguientes: gestión y automatización de procesos de negocios (Workflow & BPM); algoritmos computacionales en sistemas de información geográfica; medición de software; sistemas de base de

## Dispositivo integrado para sensado de actividad cardíaca

Como primera parte del trabajo se diseñará un amplificador completamente integrado para sensado de actividad cardíaca, aprovechando ventajas de la tecnología HV-CMOS, preservando las prácticas requeridas de seguridad en dispositivos implantables y minimizando el consumo de energía, para lo que se deberá revisar en forma cuidadosa el ruido del circuito. Una segunda parte del proyecto será implementar un conjunto de filtros-amplificadores, pero en este caso utilizando la técnica de capacitores conmutados que funcionen como segunda etapa de amplificación. Se cuidará en estos diseños de minimizar el consumo y reducir los problemas de inyección de carga. Además, se diseñará un comparador de bajo consumo y muy bajo *offset*, para completar el diseño del sistema de sensado cardíaco.

datos XML; sistemas inteligentes aplicados a sistemas de apoyo al diagnóstico clínico; tecnologías de aprendizaje a distancia y objetos de aprendizaje; seguridad e informática forense; teoría del lenguaje aplicada al desarrollo de software; elaboración, especificación y desarrollo de entornos integrados de software; estructuras de datos distribuidas escalables (SDDS); firmas algebraicas; sistemas masivos de almacenamiento.

Otras líneas de investigación desarrolladas por la institución tienen que ver con: la psicología de la lectura que investiga los procesos que subyacen a la actividad lectora, los trabajos sobre pedagogía familiar, la influencia de los deberes escolares en la relación escuela-familia, la motivación y autorregulación en contextos educativos, las necesidades educativas especiales e inclusión escolar, los procesos cognitivos subyacentes a trastornos específicos del aprendizaje en el cálculo y lectura y estrategias de intervención psicopedagógica.

### ***Universidad ORT***

La Universidad ORT valora la producción de conocimientos como aporte a la calidad de su labor educativa y a una mejor comprensión de los problemas del país. Las actividades de investigación fortalecen el desarrollo de la comunidad universitaria y enriquecen los procesos de aprendizaje, permitiendo una más amplia convocatoria de académicos, brindando oportunidades formativas de investigación a estudiantes de grado y postgrado, insertando a la Universidad en las redes académicas internacionales, estimulando la actualización permanente de métodos pedagógicos y

contenidos curriculares, y relacionando a la institución con el medio productivo y la sociedad en general.

La Universidad ORT entiende que producción científica de nivel publicable internacionalmente requiere recursos humanos altamente especializados, en especial estudios doctorales. Actualmente, 50 doctores o candidatos doctorales forman parte del cuerpo académico de la Universidad ORT Uruguay, muchos de ellos con alta dedicación. En ese sentido el área de Ingeniería y Tecnología cuenta en su cuerpo docente con 8 doctores o Ph.D y 2 másteres; el área Ciencias Naturales y Exactas con 5 doctores o Ph.D y 2 másteres; el área Ciencias Médicas y de la Salud cuenta con 1 doctor o Ph.D y 1 máster; el área Ciencias Agrícolas, 1 máster; el área Ciencias Sociales, 8 doctores o Ph.D y 1 máster y el área Humanidades, un doctor o Ph.D.

En los últimos años, la Universidad ORT Uruguay ha impulsado la contratación de docentes con doctorados. Sin embargo, dada la escasa cantidad de doctores dedicados a la academia en Uruguay, especialmente en disciplinas aplicadas, la Universidad diseñó e implementó una política de desarrollo académico basada en los siguientes instrumentos: proyectos de formación doctoral para docentes, cargos de alta dedicación que incluyan docencia e investigación, mecanismos formales de evaluación de la producción científica, fondos internos de apoyo a docentes para investigación y participación acreditada de estudiantes de grado y posgrado en actividades de investigación e intercambio académico internacional, mediante redes académicas y convenios bilaterales.

## Modernización del simulador de vuelo de la Escuela Militar Aeronáutica

Consiste en la mejora de la presentación del simulador de vuelo de la Escuela con el objeto de tener un mayor realismo de los vuelos simulados apoyando el aprendizaje de los alumnos.

La Escuela Militar de Aeronáutica contaba con un simulador de vuelo GAT-1 analógico y sin posibilidad de interconexión a una computadora. Este simulador de vuelo de tres ejes, lo que simulaba era un vuelo a través del instrumental existente, ya que no era posible conectarlo a una interfaz gráfica.

La propuesta del equipo técnico, luego del diagnóstico tecnológico fue:

- 1) Realizar una conversión y modificación.
- 2) Conexión a una interfaz que emule una simulación visual que responda a los movimientos de los controles.

Esto implica una mejora en la eficiencia de la Escuela Militar y brinda mayor y mejor experiencia a sus alumnos, con mejores resultados en menos horas de vuelo.

Fuente: [www.ort.edu.uy](http://www.ort.edu.uy)

## Scratch en tu materia - Proyecto Ceibal

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de un contenido educativo digital para usuarios del Plan Ceibal, dirigido a docentes de primer año de secundaria para utilizar en las aulas las XO con Scratch. Este contenido tiene como propósito motivar el interés de los estudiantes en el área de matemáticas y desarrollo del pensamiento abstracto.

La esencia de «Scratch en tu materia» es sensibilizar, capacitar y motivar al docente de primer año de secundaria a utilizar en el aula las XO con Scratch, logrando así despertar un mayor interés de los estudiantes y su acercamiento al área de matemática, desarrollando el pensamiento abstracto por medio de realizaciones prácticas.

Se plantea recurrir a la práctica de la programación, actividad que fomenta el pensamiento lógico y las habilidades de resolución de problemas, como enfoque para la generación de material educativo. El material estará dirigido a docentes que no necesariamente tengan experiencia en la programación y que vean en las XO un nuevo medio para acercarse a los alumnos y facilitar la transmisión de información para colaborar en la construcción del conocimiento.

Se propone la generación de contenidos sobre:

- a) Conceptos básicos de programación.
- b) Guía de uso de Scratch.
- c) Ejercicios de aplicación para cursos de Matemática de primer año liceal.
- d) Guía de mejores prácticas y lecciones aprendidas.

Fuente: [www.ort.edu.uy](http://www.ort.edu.uy)

A modo de ejemplo, la Universidad ORT cuenta con un sistema de estímulo a la dedicación exclusiva consistente en el otorgamiento de créditos para investigación por categorización por la ANII para el SNI por lo cual los 28 investigadores categorizados en el SNI, uno en el nivel III, cinco en el nivel II, ocho en el nivel I, 13 candidatos a investigador y un investigador asociado, tienen acceso a este beneficio.

De acuerdo a un reglamento interno que promueve la actividad científica, todo investigador o docente de la Universidad ORT Uruguay que desempeñe un mínimo de 12 horas semanales, que no desempeñe tareas rentadas u honorarias en otra institución educativa y resulte categorizado por la ANII para integrar como investigador activo el SNI, recibirá un crédito a efectos de indemnizar los gastos en los que incurra al realizar las tareas de investigación. Este crédito indemnizatorio podrá ser utilizado a criterio de cada investigador para solventar traslados, contrataciones de servicios, bibliografía, material de investigación o cualquier otro gasto en el que incurra en sus actividades como investigador, debiendo presentar comprobantes de los gastos realizados.

La mayor parte de la actividad investigativa es realizada por medio de Centros de Investigación constituidos orgánicamente en las facultades: Entre ellos, el grupo Matemática Aplicada a las Telecomunicaciones (Mate), el grupo de Computación Teórica (Compute), el Laboratorio de Ingeniería de Software y el Centro de Investigación Gerencial. Estos centros realizan investigación aplicada, desarrollan proyectos con alto contenido tecnológico y producen material

educativo innovador, incorporando el estado del arte a los contenidos curriculares.

La Facultad de Ingeniería desarrolla actividades de investigación, innovación y desarrollo (I+I+D) a través de dos Departamentos, dos Laboratorios de I+D y las trece Cátedras, apoyadas por el Centro de Emprendimientos Tecnológicos y la Oficina de Vinculación Universidad-Empresa.

Existen diferentes grupos de investigación en distintas áreas del conocimiento. Algunos de ellos se describen a continuación.

El Área de Investigación en Biotecnología funciona desde mediados del 2010. El foco de estudio del grupo es la tecnología de proteínas, con énfasis en la asociación de proteínas a diferentes superficies.

El Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software desarrolla proyectos de investigación e innovación dentro del Departamento de Ingeniería de Software. Uno de los objetivos del centro es la producción de conocimiento original, publicable en canales técnicos y científicos.

El Mate se creó en el 2005 en la Facultad de Ingeniería. Su objetivo es analizar mediante herramientas matemáticas el comportamiento de las redes de telecomunicaciones, a los efectos de evaluar su desempeño y mejorar sus mecanismos de asignación de recursos y control.

El Compute de la Escuela de Ingeniería orienta su trabajo de investigación a dos polos de interés: la teoría de la construcción de sistemas de computación (sistemas de software y hardware) y los fundamentos y la formalización de la matemática.

Como forma de ilustrar con ejemplos concretos, se presentan a continuación al-

gunos de los proyectos puestos en marcha en los últimos años en diversas áreas del conocimiento.

**Subastas y juegos en tarificación en redes.** El objetivo de este proyecto es estudiar la asignación de recursos de redes de telecomunicaciones teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos. Esta investigación será realizada en conjunto entre la Universidad ORT Uruguay y la Facultad de Ingeniería de la UdelaR.

**Determinantes del uso de coberturas cambiarias en Uruguay.** El objetivo de este estudio es analizar las determinantes para el uso de derivados del tipo de cambio por

parte de empresas no financieras en Uruguay, identificar los principales obstáculos para el desarrollo del mercado de derivados y plantear recomendaciones al respecto aplicables a corto y largo plazo.

**Estudio de los efectos de la educación en el crecimiento económico.** El objetivo de este estudio es analizar la evolución y las razones detrás de las tasas de retorno de los distintos niveles educativos y los determinantes de la calidad educativa, con el fin de obtener recomendaciones de cambios en la política educativa que promuevan la productividad y el crecimiento.

## Estudio del comportamiento mecánico de maderas de pinos nacionales para uso en arquitectura y construcción

Uruguay cuenta en la actualidad con una gran oferta de madera y productos de ingeniería de madera de alta calidad, cuyo destino principal es la exportación. En el país, la información sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera y sus derivados es insuficiente y no está sistematizada, lo que constituye una traba para el desarrollo y la adopción de sistemas constructivos que empleen madera.

El objetivo principal del proyecto es determinar las propiedades mecánicas de madera aserrada de pinos (*Pinus elliottii* y *P. taeda*), y asociarlas a grados estructurales. Se propone desarrollar un programa de «ensayo en el grado» sobre una muestra representativa del material disponible en el mercado, que permita establecer valores característicos confiables de resistencias. Estos procedimientos se aplicarán para determinar las resistencias características de flexión, compresión paralela a la fibra y tracción paralela a la fibra. La información generada en este proyecto responderá parcialmente a las demandas de profesionales y usuarios, y proveerá soporte técnico para predecir el comportamiento de la madera aserrada de distintas calidades comerciales. El proyecto permitirá definir un sistema de clases resistentes para la madera de pinos producida en el país y proveerá información esencial para la elaboración de una norma de cálculo de estructuras de madera. De esta forma, se contribuirá al uso de la madera en arquitectura y construcción, y se proveerán bases técnicas que propicien el desarrollo de la industria de la construcción con madera.

**Control de redes más allá de las capas.** El objetivo de este proyecto es la investigación y el desarrollo de teorías y algoritmos para el control y administración de redes distribuidas con especial énfasis en: la asignación de recursos multicapas, las relaciones entre la topología y el control y la difusión de contenidos integrada al control de la red.

**Optimización multicapa en el control de redes.** El objetivo de este proyecto es la aplicación del modelado matemático para la optimización de redes de telecomunicaciones, considerando simultáneamente distintas capas de la jerarquía, con el fin de formular criterios de asignación óptima de recursos.

**Verificación de transformaciones de modelos UML.** El objetivo de este proyecto es proveer herramientas para la definición y verificación formal de transformaciones de modelos de software, con el propósito de mejorar la calidad y la confiabilidad de los productos desarrollados utilizando el enfoque Model Driven Development, metodología de la ingeniería de software que eleva el desarrollo de software a un mayor nivel de abstracción.

**El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la salud.** El objetivo de este proyecto es el estudio del efecto de las tecnologías de la información y comunicación en el área de la salud. Este proyecto consistió de dos subproyectos. Uno estudió el impacto de las TIC sobre el cuidado de la salud en pacientes diabéticos y el otro estudió el impacto de las TIC sobre las pautas de consumo e información de sustancias psicoactivas en adolescentes.

## **Universidad de Montevideo**

Las actividades de investigación de la Universidad de Montevideo (UM) procuran, a partir de un trabajo regido por la búsqueda de la excelencia, generar conocimiento que permita el cumplimiento de los siguientes objetivos:

1) Lograr un impacto en la sociedad y contribuir al desarrollo del país. Se procura que la investigación sea un medio idóneo para colaborar en el proceso de promoción de la persona, la familia y la sociedad en general. Para ello, se considera relevante que aporte elementos a la discusión y la acción colectivas.

2) Comprender la realidad nacional, su cultura y valores. La búsqueda de la verdad en la dimensión social comprende ineludiblemente este objetivo, el cual se traduce también en la vocación humanista que permea toda la actividad académica de la UM.

3) Fomentar la investigación con otras universidades. Mediante la cooperación con otros centros académicos, la UM procura potenciar las actividades de investigación, combinando las fortalezas de los docentes y unidades involucradas.

4) Divulgar los hallazgos. Por medio de la participación en congresos y de las publicaciones científicas, se procura que los resultados de las investigaciones realizadas se difundan entre los miembros de la comunidad académica internacional.

5) Incorporar a los estudiantes al proceso de investigación. El método científico aporta el rigor que la búsqueda de la verdad requiere, por lo que su valor no es privativo de aquellos cuya vocación sea la investiga-

ción académica. Por esta razón la UM considera importante que los estudiantes participen en la actividad de investigación que se lleva adelante en la institución; es además una vía para despertar esta vocación.

6) Fomentar la investigación interdisciplinaria. La compartimentación del conocimiento, al mismo tiempo que ha permitido la especialización, ha generado distorsiones, sesgos y desbalances derivados de la pérdida de la perspectiva unitaria que todo lo humano tiene. Por esa razón, la UM fomenta activamente que las diversas facultades y los investigadores de

distintas disciplinas realicen investigaciones conjuntas, en el marco de las cuales se consigue un enriquecimiento mutuo.

La actividad académica de la UM se organiza en facultades e institutos. Estos son: la Facultad de Ciencias Empresariales y Economía, Facultad de Comunicación, Facultad de Derecho, Facultad de Humanidades, Facultad de Ingeniería, el Centro de Ciencias Biomédicas, la Escuela de Negocios/IEEM y el Instituto Superior de Educación.

Los ejemplos de trabajos de investigación son muy variados.

## AdviceMe

El proyecto tiene como origen a dos estudiantes de Ingeniería Telemática y tiene como objetivo la creación de una empresa para el desarrollo y comercialización de un sistema capaz de asesorar a los consumidores para la compra eficiente y correcta de maquillaje. Está planificado para ejecutarse en los puntos de venta, mediante la selección del producto más adecuado al consumidor. En agosto del 2010, la ANII aprobó el proyecto y financió su desarrollo. A su vez, para llevar a cabo el trabajo, los alumnos contaron con el apoyo y el asesoramiento de graduados de la UM que están impulsando el Taller de Emprendedurismo y colaboran de forma directa en este proyecto.

El producto que están desarrollando consiste en un sistema integrado por software y hardware, capaz de analizar una imagen tomada de consumidores, analizando sus características y devolviendo productos adecuados a sus características. Esas ideas, que al principio parecían imposibles de realizar, después fueron «bajadas a tierra» por los estudiantes, quienes averiguaron y se presentaron ante la ANII. Así fue que pasaron la primera etapa, después la segunda y en agosto del 2010 fue aprobado el proyecto.

AdviceMeCosmetics es un sistema de asesoramiento en la compra de cosméticos que permite recomendar los productos adecuados, de acuerdo a las características del consumidor. En base a la fotografía, se analiza la imagen, se procesa la información, se toman algunos datos como la edad y el tipo de piel, y a partir de eso se recomiendan los productos adecuados para la persona. Luego el usuario se puede probar todos los productos y, a su vez, tener contacto inmediato con las redes sociales.

Fuente: [www.um.edu.uy](http://www.um.edu.uy)

En el área comunicación se ha estudiado el uso de los géneros periodísticos en la cobertura de moda, las actitudes profesionales de los periodistas uruguayos, la cobertura social de la prensa montevideana.

En lo relativo a ciencias empresariales y economía existen trabajos en el área de economía ambiental, economía internacional y economía monetaria, econometría aplicada y teoría microeconómica.

En ingeniería, el desarrollo de equipos para detección de fallas en motores y trampas de vapor, estudio del potencial de cogeneración en Uruguay, investigaciones referidas a hormigón, madera y construcción en general, trabajos relativos al desarrollo de software y las telecomunicaciones.

En el área de derecho se destaca la creación de Observatorio de Comercio Internacional e Integración y en humanidades existen trabajos relacionados con la historia nacional y regional, filosofía y literatura.

de Diseño y Comunicación, una de las más reconocidas en el medio, se desarrollan actividades de investigación y extensión, por medio de un departamento específico destinado a estas actividades.

### ***Universidad de la Empresa***

La Universidad de la Empresa, por su parte, organiza su actividad académica en torno a las Facultades de Ciencias Empresariales, la de Ciencias Jurídicas, la de Ciencias Agrarias y la Facultad de Diseño y Comunicación. Cuenta con una Escuela de Desarrollo Empresarial y un Departamento de Posgrados. La investigación científica desarrollada en la Universidad de la Empresa es aún incipiente. No obstante ello, desde su Facultad

## II. Incrementando la competitividad de sectores productivos en el escenario de la globalización

La diversificación de la estructura de producción del Uruguay es promovida desde el Plan Estratégico Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, a partir de la construcción de capacidades productivas basadas en el conocimiento que capten nichos del mercado internacional, agregando valor y elevando la productividad.

En ese marco es que se propone contribuir a transformar la estructura productiva vía la diversificación y el agregado de valor por medio de dos líneas de acción que orientan los instrumentos de apoyo: fomentar la innovación en los sectores y ramas existentes, y la interacción entre sectores de baja o mediana tecnología y los de alta tecnología.

Asimismo, se propone estimular la innovación en pymes y promover su inserción en conglomerados dinámicos de

empresas basados, en particular, en especializaciones regionales.

En este capítulo, se presenta una síntesis del accionar de la ANII en relación con este objetivo, los resultados obtenidos con el nuevo régimen de promoción de inversiones, en particular aquellas basadas en la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación. Se presentan también casos de programas exitosos como Pacpymes, el Programa Emprender y Uruguay Innova. También se incorpora información preliminar del análisis de las encuestas de innovación en productos y en servicios que en breve será presentada de forma más completa.



# LA AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN



La política orientada a incrementar la productividad y competitividad de las empresas ha tomado relevancia en Uruguay durante la última década. Una forma de incrementar la productividad es por medio del diseño e implementación de políticas de innovación que permitan la generación de mayor valor, aun en los sectores primarios más tradicionales.

La ANII acompaña al empresario en el riesgo que supone invertir en proyectos de innovación mediante dos modalidades:

1) Apoyo a la innovación empresarial, al emprendedurismo y al fortalecimiento de servicios científicos-tecnológicos mediante subsidios directos.

2) Apoyo a la Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones (COMAP) asesorándola en relación al componente de innovación de la Ley de Inversiones que promueve la innovación mediante renuncia fiscal.

## *Apoyo a la innovación empresarial*

Bajo el nombre de «innovACCION» se agrupan una variedad programas dirigidos a promover la innovación y la competitividad empresarial.

1) Innovación de Amplia Cobertura. Promueve la innovación empresarial con el fin de mejorar la competitividad, productividad y rentabilidad de las empresas, mediante el otorgamiento de subsidios a proyectos de innovación. Hay dos modalidades: proyectos pequeños (subsidios hasta USDS 40.000) y proyectos mayores (hasta USD 250.000)

2) Innovación Tecnológica de Alto Impacto. Para proyectos cuyo objetivo sean innovaciones de alto impacto para el país. Deben tener un alto impacto en la empresa, pero también brindar claros beneficios a nivel económico, social o medioambiental al país. Se brindan subsidios de un máximo de USD 400.000.

3) Recursos Humanos Calificados en la Empresa. El objetivo es la incorporación en la empresa de recursos humanos calificados que contribuyan a solucionar problemas tecnológicos y a fomentar las actividades de investigación desarrollo e innovación en la empresa.

4) Expertos del Exterior en las Empresas. Se financia la contratación de expertos de nivel internacional, sean estos nacionales o extranjeros, cuyos conocimientos y capacidades no se encuentren disponibles en el país. Dicha contratación será para asesorar sobre cómo solucionar problemas específicos con impacto relevante en la empresa o grupo de empresas. El plazo de dicha contratación tendrá como mínimo cinco días y máximo un año.

5) Alianzas para la Innovación. Se fomenta la articulación entre la academia y la empresa, con el fin de construir capacidades de innovación.

6) Proyectos de Apoyo a Prototipos de Potencial Innovador. Se promueve y acompaña a las empresas en el proceso de conversión de nuevas ideas en prototipos o creación de *spin off*.

7) Proyectos de Certificación y Nuevos Mercados de Exportación. Fomenta la competitividad de las empresas uruguayas, utilizando como medio el apoyo a propuestas de certificación o acreditación.

8) Programa Carpe (Dinapyme-ANII). Promueve la creación y el desarrollo de nuevas empresas sostenibles y rentables, trabajando con los emprendedores para que puedan transformar sus ideas en empresas.

#### *Emprendedores*

Apoyo a emprendedores y nuevas empresas que planteen la introducción en el

mercado de nuevos productos o servicios, que presentan modificaciones o variantes innovadoras, en relación con lo ya existente.

1) Apoyo a Jóvenes Emprendedores Innovadores. Este programa impulsa a jóvenes que quieran armar una empresa nueva, basada en productos o procesos innovadores, apoyándolos en la puesta en marcha, desarrollo y despegue de la empresa. Pueden presentar proyectos jóvenes mayores de edad, hasta 35 años y que sean presentados por una institución patrocinadora.

2) Apoyo a Jóvenes Empresas. Esta convocatoria financia proyectos que ayudan a fortalecer la capacidad de innovación y la consolidación de empresas nacionales de corta historia. Podrán solicitar financiamiento empresas nacionales que no superen los 18 meses desde la emisión de la primera factura y cuyos directores sean menores de 35 años. Estas empresas no pueden haber facturado más de USD 20.000.

#### *Generación y Fortalecimiento de Servicios Científico-Tecnológicos*

El objetivo del programa es generar o fortalecer servicios científico-tecnológicos. Para ello se cofinancian proyectos que den respuesta a demandas del sector productivo o contemplen necesidades de la población en general y que propendan a la mejora del desempeño de recursos humanos calificados.

La ANII financió hasta el momento la incorporación de grandes equipos en instituciones de investigación. Se aprobaron 9 proyectos por un total de USD 2.630.634.

A modo de ejemplo, entre los proyectos aprobados se encuentran: la «Creación del servicio hospitalario y ambulatorio, de exploración vascular no-invasiva para la detección precoz de enfermedades cardio-

vasculares», «Laboratorio de hidráulica experimental», «Fortalecimiento del Centro de Estandarización y Control de Calidad de Laboratorios Clínicos».

#### *Apoyo a la Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones*

Entre las actividades de cooperación interinstitucional se encuentran las vinculadas a la evaluación del componente de I+D+i de proyectos de inversión presentados ante la Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones (COMAP) para la obtención de beneficios tributarios.

En este marco, se asesoró a la COMAP en el caso de 72 proyectos, desde junio del 2008 a abril del 2009. El asesoramiento brindado tenía por objetivo determinar los

componentes reconocibles como inversiones y gastos de I+D+i.

El tiempo de respuesta promedio para las consultas fue de 8,5 días calendario, incluyendo los períodos de espera ante consultas ampliatorias realizadas a la empresa.

En los 72 proyectos se proponían (de acuerdo a las empresas) inversiones y gastos de I+D+i por USD 641,7 millones. A partir del análisis realizado por la Agencia, se sugirió reconocer gastos e inversiones en I+D+i por USD 524,2 millones.

#### *Impactos de los instrumentos de apoyo empresarial*

Esta batería de instrumentos ha atraído, a lo largo de estos tres años, más de 500 solicitudes de financiación enmarcadas

## Laboratorio Genotipos, Biotecnología para la Salud

Genotipos® es una plataforma biotecnológica para el desarrollo de sistemas de detección de marcadores moleculares vinculados con Oncología y Virología. Fundada en mayo de 2010, la empresa desarrolla kits de diagnóstico innovadores para brindar servicios clínicos de alta calidad buscando productos fáciles de usar y económicos. El emprendimiento es una red de colaboraciones multi-institucionales, que articulan una alianza para la innovación. Está instalado en el Laboratorio de Genética Funcional del Institut Pasteur de Montevideo, es asesorado y patrocinado por la Facultad de Ciencias Económicas y Administración y cuenta con el respaldo clínico del Servicio de Hemato-oncología del Hospital Maciel.

En 2011, la ANII aportó 24.000 dólares para el desarrollo de un test de detección simultánea de los diez agentes infecciosos más importantes para la salud pública del país. La empresa elabora kits para la detección e identificación específica de las translocaciones cromosómicas características de las leucemias, lo que es de vital importancia para determinar un diagnóstico preciso del tipo de leucemia que tiene el paciente, diseñar el tratamiento óptimo, estimar un pronóstico y permitir el seguimiento de la enfermedad mínima residual de una manera rápida y precisa.

Tomado del sitio web de Laboratorio Genotipos.

tanto en la generación de bienes y servicios orientados a cubrir nuevas necesidades de mercado, como en la capacitación de recursos humanos.

El Programa de Innovación Empresarial de la ANII tiene como objetivo inyectarles recursos públicos, los que se espera contribuyan a mejorar su performance, específicamente incrementar su productividad y competitividad.

Hasta el 30 de junio del 2011 se recibieron 596 propuestas que implicaban una inversión total de USD 84.800.000. De ellas, se aprobaron subsidios por USD 11.183.514 en 244 proyectos con un subsidio promedio de USD 45.500.

De los proyectos y subsidios aprobados el 45 % pertenecen al sector de servicios, el 35 % a industria y el 11 % al sector primario.

### Características de las empresas beneficiarias

Tamaño	Cantidad Empresas	%	Monto Ejecutado en miles de U\$S	%
Micro	30	24	655.838	20
Pequeña	47	38	955.974	29
Mediana	36	29	1.210.467	34
Grande	12	9	450.260	14
Total Tamaño	125	100	3.272.899	100
<b>Sector</b>				
Agro	22	18	541.079	19
Industria	40	33	708.665	24
Informática	35	27	1.147.558	39
Otros	24	20	518.400	18
Total Sector	121	100	2.915.702	100
<b>Edad</b>				
0a3	33	29	590.418	21
4a10	32	28	797.265	29
11a20	19	17	780.538	28
20	29	26	617.120	22
Total Edad	113	100	2.785.341	100

Fuente: Elaboración de la ANII según datos del Sistema de Gestión de Proyectos, CUBO-OLAP Préstamo BID y Encuesta de Actividades de Innovación aplicada a postulantes.

Los siguientes son testimonios de empresarios cuyos proyectos están siendo apoyados por la ANII.

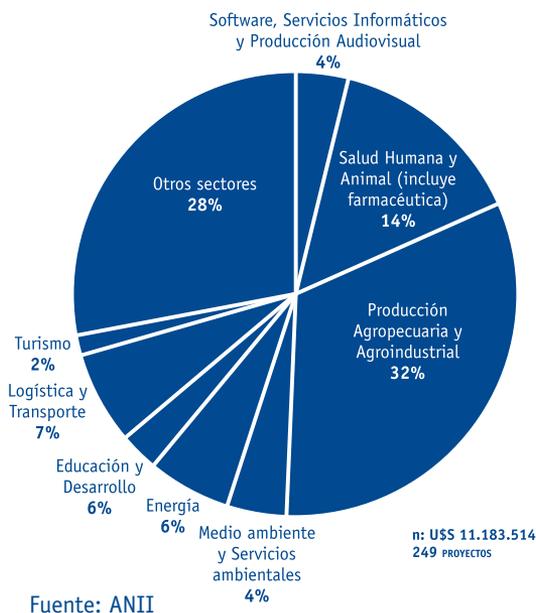
«Para las empresas recibir el apoyo de la ANII a sus proyectos de innovación significa, en primer lugar, un aporte de fondos no reembolsables para su financiamiento. Por otra parte, significa un respaldo al proyecto desde el punto de vista técnico, derivado de una evaluación favorable y empleando criterios profesionales independientes de los de la propia empresa».

Sixto Ltda. Proyecto: Sistema de tratamiento de superficies metálicas para tubos y perfiles. Sector construcción.

«Nuestro proyecto fue presentado a la ANII porque detectamos en nuestro proceso de internacionalización la necesidad de acelerar el proceso de innovación. Un segundo motivo fue el método de presentación de proyectos que tiene la ANII, que nos exigió formalizar el proyecto y trabajar en dos áreas muy importantes: la justificación tecnológica y la justificación económica del proyecto (producto), lo que nos permitió mejorar aún más nuestros modelos de comercialización y de internacionalización y recibir una mirada externa del proyecto. Un tercer motivo fue el apoyo financiero que brinda la ANII lo cual mitigó el riesgo implícito de los proyectos de innovación. Y el último motivo fue el tener un control externo de la ejecución de un proyecto interno de la empresa, lo que nos exige aún más el cumplimiento de las metas establecidas».

ICA. Proyecto: fwLogistic, un software que optimiza la logística de la distribución/recolección de las empresas que distribuyen/recogen productos/servicios. Sector informática.

## Distribución de propuestas apoyadas según PENCTI, 01/01/08 al 30/06/11



## Ejemplos de proyectos aprobados

### Frigorífico Centenario

El Frigorífico Centenario desarrolló un sustituto de la grasa para la elaboración de embutidos. Las grasas poseen notables repercusiones sobre los caracteres organolépticos (textura, aroma y sabor) en los chacinados. Sin embargo, su ingesta aporta un alto contenido energético y de colesterol. Existe en el mundo una preocupación por disminuir el consumo de alimentos ricos en grasas.

El presente proyecto, apoyado por la ANII, desarrolló un sustituto de la grasa visible para su utilización en embutidos (SGVE).

El ingeniero Sebastián Paz, de Frigorífico Centenario, especialista y coordinador

## Nuevas vacunas en Santa Elena

Galardonada entre las cien empresas más innovadoras de América Latina, varios de sus proyectos han sido considerados de interés nacional. La empresa fabrica productos biotecnológicos a partir de haber desarrollado su propia tecnología, con procesos de fermentación aeróbica y anaeróbica para elaborar vacunas bacterianas y maneja una amplia gama de líneas celulares para la producción víricas. También elabora productos farmacológicos inyectables y orales para distintas especies animales.

En 2008, con el apoyo de la ANII a un costo de 78.719 dólares, inició el desarrollo de cuatro nuevas vacunas, tres fármacos de uso veterinario y la instalación de un laboratorio de control-desarrollo. La empresa exporta a Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Medio Oriente, México, Paraguay y recientemente, una alianza estratégica con el laboratorio francés Virbac, le permitirá acceder a decenas de mercados mundiales. En 2009, a un costo de 38.500 dólares, también financiado por ANII, empezó a desarrollar un nuevo proceso de producción de vacunas virales para uso veterinario mediante el empleo de cultivos de alta densidad celular, con la Unidad de Biología Celular del Instituto Pasteur de Montevideo.

Tomado de [www.santaelena.com.uy](http://www.santaelena.com.uy) y resumen ANII.

del proyecto con la ANII, explica que en materia de maquinaria y equipos, la empresa trata de estar siempre al día con los últimos avances y tecnologías. «Contamos con un Departamento de Calidad que asegura el control de producción, un equipo que lo formamos todos los que participamos en los procesos. Contamos con un equipo interdisciplinario de veterinarios, ingenieros de alimentos, ingenieros químicos, bioquímicos, nutricionistas y entre todos formamos parte del equipo del aseguramiento de calidad», señala Paz.

Explica que con la ANII está en proceso de culminación un proyecto en el que están «formulando y haciendo un sustituto de grasa visible, que básicamente es hacer un producto visible, muy parecido a la grasa, que es lo que vemos en un salame o una mortadela». Agrega que hoy en día, si bien organolépticamente la grasa aporta mucho a lo que es el producto, tiene ciertas desventajas, como es el aporte de muchas calorías y el colesterol.

«A nivel mundial hay todo un movimiento para sustituir, por lo menos en parte, la grasa visible. Nosotros nos propusimos en el proyecto llegar a una fórmula de un sustituto de grasa inferior al 50 % de grasa. Desde el punto de vista de la salud es bastante bueno; el desafío para nosotros es sustituirlo sin que se note en el producto, que uno coma el producto y no se dé cuenta o por lo menos lo perciba mínimamente», añadió Paz.

El ingeniero de Frigorífico Centenario explicó cómo se llegó a la última etapa: «Primero lo que hicimos fue formularlo, desarrollarlo. Después de que lo tuvimos, hicimos las pruebas en el laboratorio nuestro, luego hicimos análisis en laboratorios ex-

ternos; luego de que confirmamos y aprobamos ese producto, lo empezamos a aplicar en productos terminados, ya lo ingresamos en la fórmula junto con la mortadela y estamos recién en esa etapa; haciendo los paneles organolépticos, trabajando junto con la Facultad de Química, con la Cátedra de Alimentos. Les mandamos las muestras y en los paneles que hacen ellos nos envían los informes; nos dicen si se percibe, se diferencia, y cómo se percibe la diferencia entre la grasa común y el sustituto de grasa. Los resultados hasta ahora son muy buenos, muy alentadores. Si esta parte sale bien, ya lo largaríamos al mercado. Hay que ver bien en qué productos, pero a nivel de prueba ya está básicamente formulado, desarrollado y probado en productos terminados».

Beneficiario: Frigorífico Centenario S. A.

Fecha de aprobación: 30/11/2009

Presupuesto aprobado: USD 39.570

Subsidio aprobado: USD 19.785

*Grinlab: estética y fitoterápicos*

Buscan lograr mayor penetración de la marcela en la piel

Este proyecto apoyado por la ANII apunta a encapsular extracto de marcela para obtener una línea cosmética con todas sus propiedades, aumentando en forma importante su penetración a capas más profundas de la piel.

Para Jorge Ferrari, director del Laboratorio Grinlab, productor de la línea Actenz, entre otras, señala que esta investigación es fundamental para acceder con alta imagen al mercado interno dominado por empresas multinacionales y a otros mercados en el exterior, expandir el conocimiento de la marcela a otros países y dar un paso en

el país en el conocimiento de técnicas de encapsulado.

Ferrari explica que el apoyo de la ANII es para desarrollar dos tipos de procesos: uno es la optimización de un proceso productivo —que ya ha sido finalizado con un gran éxito— y el otro es desarrollar nuevos productos a partir de marcela, pensando en tecnología mucho más avanzada de la que hoy se tiene para poder lanzar comercialmente una nueva línea de alta tecnología.

Según Ferrari, en la primera parte del proyecto con la ANII, innovaron en el proceso de fraccionamiento de materia prima.

Si el sector de planificación va a hacer un granel de un producto determinado, este se imprime, es controlado por el laboratorio y luego pasa a pesaje. «Este sector fue reformulado en el año 2009 para lograr mejorar la eficiencia del proceso productivo. Nosotros durante años detectamos que había problemas de mermas, problemas de ineficiencia en la producción de los graneles por procedimientos inadecuados y determinamos que era necesario generar una automatización de todo el sistema, de forma tal de evitar los errores de selección de materias primas, los errores de pesajes. Para eso formulamos

## CROPSCANEER, Monitoreando la vegetación

La agricultura actual en Uruguay y la región atraviesa un proceso de expansión e intensificación, y enfrenta grandes desafíos en cuanto a la adecuación de las herramientas de manejo, la reducción de costos y la incorporación de tecnología para realizar aplicaciones de insumos en forma más eficiente. El fertilizante nitrogenado es uno de los insumos más costosos y existen oportunidades claras para simplificar los métodos utilizados en la prescripción de dosis y aplicación, que permiten reducción de costos, incremento de beneficios económicos y reducción de sobreaplicación-subaplicación con sus consecuencias ambientales asociadas.

Los sensores activos de estado nutricional de la vegetación como el sistema CROPSCANNER, permiten relevar el estado nutricional y hacer prescripciones sitio-específicas de la dosis de fertilizante a aplicar. CROPSCANNER está diseñado para las condiciones de cultivo de Uruguay y la región, basados en la siembra sin laboreo y el doble cultivo, es comercializado a un costo accesible al productor, y cuenta con respaldo y desarrollo local. Esto permite su fácil adopción contribuyendo al manejo de uno de los insumos importados de mayor relevancia para el agro, que cuando es manejado en forma inadecuada contribuye al surgimiento de problemas ambientales importantes para la sociedad como la eutricación de cursos de agua y contaminación de aguas subsuperficiales.

CROPSCANNER permite rápidamente transferir a grandes escalas recomendaciones sitio-específicas, catalizando los conocimientos de la investigación y desarrollo nacional en productos y resultados concretos. El proyecto fue financiado a un costo de 19.080 dólares.

Tomado del resumen del proyecto presentado a ANII por Alejandro Berger.

un proyecto que fue presentado y aprobado por la ANII para realizar la reingeniería del sector productivo de la empresa. Para eso se desarrolló un software que interconecta balanzas con escáner de código de barras, de forma tal que el peso en la balanza es censado por la computadora y la balanza determina la impresión de la etiqueta de forma automática».

En el segundo proyecto de investigación que en este momento Grinlab está realizando con la ANII y con la Facultad de Química, la materia prima objeto del trabajo es la marcela. Ferrari detalla que hay dos fuentes de aprovisionamiento de marcela: una es la cosecha salvaje y, últimamente, debido a dificultades para conseguir marcela adecuada a los requerimientos del laboratorio, se empezaron a realizar plantaciones de marcela en chacras de productores, con los cuales Grinlab ha realizado un contrato de producción y abastecimiento. «Nosotros suministramos la semilla de marcela, el productor la planta y la recoge, la seca y nos provee de la materia prima marcela cortada», añade Ferrari.

El empresario sostiene: «En lo que estamos ahora trabajando es en cómo vehicular ese extracto de marcela para que penetre de forma adecuada y más profunda en la piel y cómo lograr pruebas objetivas de que estamos frente a un producto de excelente calidad».

Es un proyecto que está pensado para obtener un extracto más elaborado, más útil y desarrollarlo desde el punto de vista comercial en el Uruguay y en el exterior. Toma como base lo ya estudiado sobre la marcela en piel y desarrolla un nuevo producto, un nuevo extracto, que tiene una inserción en

la piel mucho más eficaz. Tiene previsto el monitoreo de todas las etapas en forma objetiva y científica con un escáner de piel, prevé una página web que permita dar a conocer en el exterior todas las virtudes de la marcela y tiene también previsto un estudio en el exterior, para tener un acceso exitoso en distintos países de Sudamérica y de la región.

Beneficiario: ONACRIL S. A.

Fecha de aprobación: 07/12/2009.

Presupuesto aprobado: USD 165.285

Subsidio aprobado: USD 99.171

#### *Dispositivos electrónicos para diferentes aplicaciones de Pranasys*

Pranasys Sistemas Vitales es una empresa joven e innovadora del sector de Tic's, que cuenta con varios premios nacionales e internacionales. Fue una de las tres empresas latinoamericanas seleccionadas en la Cumbre Mundial de la Sociedad de la Información por Naciones Unidas en 2003, ganó el premio a la Pyme Innovadora en 2005 en Uruguay y en 2009 el proyecto SOLAR-ICT, la seleccionó en Latinoamérica por su producto Telcovending. Pranasys fabrica dispositivos electrónicos para diferentes aplicaciones. Cobró prestigio con su Phone Cash! Para celulares, que constituía el primer intento de utilizar el celular como billetera virtual. Desarrollaron Vyana Switch, una plataforma transaccional multipropósito y luego Vyana Pos, que convierte a una pc conectada a internet en una terminal POS con la incorporación de un lector de tarjetas. Telcovending es una plataforma que aumenta la rentabilidad de los operadores de máquinas expendedoras. Pranasys trabaja a lo largo de todo el proceso,

desde la idea hasta el diseño, la fabricación a diferentes escalas y las organizaciones del soporte. Ahora busca obtener certificaciones para su dispositivo Udana, con la finalidad de comercialarlo en Estados Unidos y para esto lo apoyó la ANII con 50.000 dólares. Udana tiene tres patentes en trámite, en Uruguay, México y Estados Unidos.

La empresa cuenta con experiencia en

el diseño e implementación de sistemas embebidos, utilizando diferentes tecnologías de comunicación y diferentes periféricos de interfaz humana (por ejemplo teclados capacitivos, display, lector de tarjeta de crédito, etc.). También mantienen un contacto muy fluido con el mercado asiático y han fabricado exitosamente productos de en China, Taiwan y Hong-Kong.

## Tratamiento de problemas auditivos

Otoharmonics es una pequeña empresa uruguaya nacida hace dos años por la iniciativa de dos jóvenes profesionales emprendedores y dos médicos especializados en patologías auditivas y el procesamiento auditivo durante el sueño. El objetivo de la empresa es desarrollar un sistema que mejore las condiciones de los pacientes con tinnitus idiopático (de origen desconocido), que implican el 95% del total de quienes sufren esta afección. El tinnitus es el zumbido constante que escuchan estos pacientes y su origen es desconocido, ya que no existe una fuente externa que lo produzca. Sin embargo, puede aliviarse sensiblemente con estimulación sonora al cerebro. Esto es lo que ha hecho Otoharmonics.

La implementación del producto, pensado para los dispositivos iPod touch® y iPad® (de la empresa Apple®), tuvo lugar durante el año 2012. El emprendimiento ha recibido en dos oportunidades el apoyo de la ANII, tanto para desarrollar el producto como para certificarlo en normas FDA y CE para acceder al mercado estadounidense y europeo, a un costo de 50.000 dólares. El sistema de Otoharmonics se denomina Levo para pacientes y Levo manager para médicos.

El tratamiento tiene básicamente dos puntos: Uno consiste en aplicar estimulación durante el sueño (horas ociosas en las que el cerebro consolida las memorias y está apto para recibir información), y dos, el tipo de estimulación que se usa, partiendo de la base de que la conexión entre el cerebro y el sistema auditivo está alterada, (y como consecuencia de esa alteración se generan los zumbidos) los especialistas diseñan una copia lo más fiel posible del zumbido que la persona oye y se lo aplican a través de auriculares. La hipótesis es que si la estimulación llega precisamente por las zonas que se encuentran alteradas y el cerebro recibe la información que le falta (muchas veces los tinnitus surgen porque disminuyó la audición) entonces el trastorno podría neutralizarse.

Tomado de *El País Digital*, [otoharmonics.com](http://otoharmonics.com) y resumen de ANII.



# APLICACIÓN DE LA LEY DE INVERSIONES



La Ley de Promoción y Protección de Inversiones<sup>1</sup> se aprobó para brindar beneficios tributarios a proyectos de inversión que cumplieran determinados objetivos en materia de progreso técnico, aumento y diversificación de exportaciones, generación de empleo productivo, facilitación de la integración y fomento de las pymes, así como la utilización de tecnologías limpias y la mejora del proceso de descentralización.

Sin embargo, a fines del pasado siglo y comienzos del presente, fue una herramienta poco utilizada. En los últimos siete años, a medida que el crecimiento económico cobró impulso, acompasado con la llegada de inversiones al Uruguay, se hizo necesario ordenar la aplicación de aquella ley, favoreciendo los intereses nacionales al utilizar la exención de tributos para estimular la inversión.

Desde la conformación de la COMAP, hace cinco años, en el ámbito del Ministerio

de Economía y Finanzas, comisión integrada por un consejo de representantes ministeriales, se procuró implementar la variable tecnológica como distintivo.

La COMAP está presidida por un coordinador general del Ministerio de Economía y Finanzas e integrada por representantes de los Ministerios de Ganadería, Agricultura y Pesca; Industria, Energía y Minería; Trabajo y Seguridad Social; Turismo y Deporte y la OPP.

La nueva reglamentación de la Ley de Promoción y Protección de Inversiones original se dio mediante los decretos 455<sup>2</sup> del 2007 y 705<sup>3</sup> de enero del 2012. Uno de los aspectos centrales es priorizar el cumplimiento de metas en materia de empleo de calidad.

2 Decreto 455 de 2007, que reglamenta el capítulo 2 de la ley general para el cumplimiento de metas de empleo, descentralización, aumento de las exportaciones, incremento de valor agregado, utilización de tecnologías limpias e inversiones en I+D+i.

3 Decreto 705 del 2012, que modifica la metodología de evaluación y optimiza las ponderaciones de los indicadores de la matriz de objetivos e incorpora el concepto de calidad del empleo.

1 Ley 16906 de 1998, que establece un marco general que ha sido sucesivamente modificado para alinearlo con los objetivos que el Uruguay persigue.

## Guía para el cálculo de I+D+i de la COMAP

A fin de evaluar el componente de progreso técnico de los proyectos de inversión, se considera si este prevé el desarrollo de: investigación y desarrollo experimental (I+D) o innovaciones tecnológicas en productos o procesos, al menos a nivel nacional.

A esos efectos, se define investigación y desarrollo experimental (I+D) como todo trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática dentro de la empresa para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones. El concepto de I+D incluye tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

A continuación se presentan y definen las actividades de I+D elegibles para la obtención de los beneficios del marco de promoción y protección de inversiones:

1) Adquisición de bienes de capital: adquisición de máquinas y equipos de avanzada específicamente destinados al desarrollo de las actividades de I+D.

2) Transferencias de tecnología y consultorías: adquisición de derechos de uso de patentes, inventos no patentados, licencias, marcas, diseños, *know-how*, asistencia técnica, consultorías y otros servicios científicos y técnicos contratados a terceros, específicamente destinados a actividades de I+D.

3) Adquisición de hardware: adquisición de hardware específicamente destinado a las actividades de I+D.

4) Adquisición de software: adquisición de software específicamente destinado a las actividades de I+D.

5) Ingeniería y diseño industrial: diseño industrial y otros trabajos técnicos

para la producción y distribución de bienes o servicios no incluidos anteriormente. Incluye planos y gráficos para la definición de procedimientos, especificaciones técnicas y características operativas, instalación de maquinaria, ingeniería y puesta en marcha de la equipos específicamente ligados a actividades de I+D.

6) Capacitación: capacitación interna o externa del personal de la empresa en el contexto de proyectos de I+D.

Cabe señalar que a estos efectos se considera que el alcance máximo de las actividades de I+D es el desarrollo de prototipos o pruebas piloto de productos (bienes o servicios) o procesos sustancialmente mejorados.

Por otra parte, en cuanto a las actividades de innovación elegibles para la obtención de beneficios impositivos en el marco de promoción y protección de inversiones, se consideran aquellas que supongan innovaciones tecnológicas en productos o procesos al menos en el ámbito nacional.

Se entiende por *innovación en producto* la introducción al mercado de un producto (bien o servicio) tecnológicamente nuevo (cuyas características tecnológicas o usos previstos difieren significativamente de los correspondientes a productos existentes a nivel nacional) o significativamente mejorado (previamente existente cuyo desempeño ha sido perfeccionado o mejorado en gran medida).

Se considera *innovación en proceso* la adopción de métodos de producción nuevos o significativamente mejorados. Puede tener por objetivo producir o entregar productos (bienes o servicios) tecnológicamente nuevos o mejorados, que no puedan producirse ni entregarse utilizando métodos de producción convencionales, o bien aumentar signi-

ficativamente la eficiencia de producción o entrega de productos existentes.

A continuación se presentan y definen las actividades de innovación elegibles para la obtención de los beneficios del marco de promoción y protección de inversiones:

1) Actividades de I+D destinadas al desarrollo de prototipos y pruebas piloto de innovaciones tecnológicas de productos (bienes o servicios) o procesos.

2) Adquisición de bienes de capital: adquisición de máquinas y equipos de avanzada específicamente destinados a al desarrollo de innovaciones en productos (bienes o servicios) o procesos.

3) Adquisición de hardware: adquisición de hardware específicamente destinado al desarrollo de innovaciones en productos (bienes o servicios) o procesos.

4) Adquisición de software: adquisición de software específicamente destinado al desarrollo de innovaciones en productos (bienes o servicios) o procesos.

5) Transferencias de tecnología y consultorías: adquisición de derechos de uso de patentes, inventos no patentados, licencias, marcas, diseños, *know-how*, asistencia técnica, consultorías y otros servicios científicos y técnicos contratados a terceros, en el marco de un proyecto de innovación tecnológica de productos (bienes o servicios) o procesos.

6) Ingeniería y diseño industrial: diseño industrial y otras preparaciones técnicas para la producción y distribución de bienes o servicios no incluidas en actividades de I+D. Incluye planos y gráficos para la definición de procedimientos, especificaciones técnicas y características operativas, instalación de maquinaria, ingeniería y puesta en marcha de la producción.

7) Diseño organizacional y gestión: diseño e implementación de modelos de organización productiva que modifiquen significativamente la estructura organizacional de la empresa (por ejemplo, la división del trabajo, la departamentalización, el esquema de control o la coordinación). Programas de mejoramiento en la gestión y organización de la producción, logística de la distribución y comercialización.

8) Capacitación: capacitación interna o externa del personal de la empresa. Se incluye tanto la capacitación tecnológica como en gestión.

Las actividades antedichas serán elegibles para la obtención de beneficios impositivos, solo en el caso de que se verifiquen en el contexto de un proyecto de innovación tecnológica de productos (bienes o servicios) o procesos.

Se valora especialmente a los proyectos de inversión que presenten un balance entre el desarrollo de actividades de innovación exógenas (adquisiciones de bienes de capital, hardware y software, transferencia de tecnología y consultorías o I+D externa), con el desarrollo de actividades de innovación endógenas (ingeniería y diseño industrial, diseño organizacional y gestión, capacitación o I+D interna).

En los casos de contratación de I+D externa a la empresa o de transferencia de tecnología y consultorías, se favorecerá los proyectos de inversión que permitan movilizar capacidades nacionales (por ejemplo, por medio de la contratación de servicios de consultoría a agentes nacionales).

En términos de la importancia del componente tecnológico del proyecto, las exigencias son determinadas por la Comisión de Aplicación.

## Los proyectos

Así, desde el 2008, luego de la aprobación del decreto 455, 57 proyectos que incluyen I+D+i fueron aprobados para acogerse al nuevo régimen y posibilitar un mayor usufructo de beneficios en materia de exención temporaria o descuentos de IRAE (impuesto a las rentas de las actividades económicas), IVA (impuesto al valor agregado) y otros.

Estos proyectos representaron una inversión total de 402, 5 millones de dólares y por lo menos 30 de ellos presentaban innovaciones en productos y procesos productivos. Además, casi la mitad de ellos, 26, involucraban a pequeñas y medianas empresas.

Los emprendimientos han sido muy variados, representando tanto al sector industrial como al agrario, a los servicios y al comercio, con áreas de actividad diversificadas. Algunos se distinguen por el establecimiento en sectores con una incorporación tecnológica muy importante, como es el caso de la instalación de laboratorios médicos, de análisis toxicológico o laboratorios ópticos.

También hay empresas cuyos emprendimientos productivos incorporan procesos industriales novedosos (energías renovables, producción de envases flexibles, turbocompresores, entre otros) o que incursionan en sectores en los que el país se está transformando aceleradamente, como la digitalización de señales televisivas, materiales genéticos o biotecnologías.

No falta la incorporación de tecnología a la actividad agropecuaria, sector que se distingue en estos años por tener un formidable despegue en ese sentido (procesamiento de semillas para la propagación, insumos, maquinaria agrícola, producción de funguicidas y herbicidas).

También existe en los nuevos decretos, una tendencia a favorecer la instalación de emprendimientos productivos que contribuyan a mejorar los procesos de descentralización del país, extremo que está cubierto en los incentivos a los proyectos de inversión. En ese sentido, 20 de los 57 proyectos aprobados en estos cuatro años se instalaron o instalarán en el interior del país.

## Resumen de la aplicación de la Ley de Inversiones en proyectos con I+D+i

Año	Número de proyectos	Inversión total de los proyectos	Inversión en I+D+i	% I+D+i / inversión
2008	13	18.941.883	8.518.084	45 %
2009	14	308.939.768	137.090.655	44 %
2010	16	50.833.689	8.088.523	16 %
2011	14	23.752.894	14.346.971	60 %
<b>Total</b>	<b>57</b>	<b>402.468.233</b>	<b>168.044.232</b>	<b>42 %</b>

Fuente: COMAP

Algunos de los proyectos aprobados se describen a continuación.

La empresa Sigmaplast S. A., dedicada a la impresión de empaques flexibles, se propuso establecer una nueva línea de producción con equipos de última generación en la industria en la cual opera la empresa, para producirlos en Uruguay, con el propósito de exportar en su totalidad la producción al mercado regional. Inversión total (USD) 6.438.491

En el 2008, la empresa Tubacero S. A., del rubro fabricación de tubos trefilados, se propuso incrementar la capacidad de producción y competitividad de la empresa en el ramo metalúrgico. El presente proyecto permitirá aumentar la oferta de tubos trefilados y piezas fundidas, avanzar en el desarrollo de materiales en el sector fundición y adoptar tecnologías más limpias que hacen más

eficiente el consumo de energía y materias primas. Inversión total USD 906.232.

La empresa de servicios Ferverza Efferando Nicolás y Otros realizó una inversión para desarrollar un estudio de grabación de última generación en Uruguay. Tal objetivo implica la adquisición de equipamiento, la adecuación acústica de una sala de grabación y la contratación de técnicos en sonido que desarrollen una infraestructura física, informática y técnica capaz de reproducir los resultados que se obtienen en estudios en el extranjero. La adquisición de los equipos y el software que está realizando lo posicionará como el único proveedor de esta tecnología en Uruguay, lo cual introduce una innovación para el entorno cultural de significativa importancia, ya que ese servicio no está disponible actualmente. De lograr el resultado esperado, se estaría en condiciones de ofrecer un servicio nuevo para el país, ya que actualmente las bandas deben trasladarse a otros países (en particular, Argentina y Chile) para realizar las grabaciones, mezcla y masterización. Inversión total USD 28.560.

Otro caso tiene como objeto ampliar la capacidad de producción, el tamaño y la potencia de los transformadores que la empresa actualmente produce (de 1000 kva y 30.000 volts actuales, llevar el límite a 12.500 kva y 60.000 volts). Fue presentado por Partiluz S. A. Inversión total USD 196.219.

Wrightson Pas S. A., dedicada a la producción y comercialización de productos agropecuarios, invirtió en desarrollar el nuevo predio experimental de la empresa, en donde se prevé llevar a cabo los programas de investigación que permitirán obtener nuevos materiales genéticos y evaluar a los ya existentes, de forma de estar en condiciones de continuar aportando nuevas solucio-

nes tecnológicas al agro uruguayo. Inversión total USD 341.093.

En el rubro producción y comercialización de manufacturas de plástico, Leb S. A. se propone incrementar la capacidad de producción de preformas de PET, diversificar la producción de preformas de PET, incorporar nuevos desarrollos tecnológicos en el diseño de preformas, mejorar la sustentabilidad mediante la instalación de una planta para reciclado de PET para su utilización posterior en la fabricación de nuevas preformas y, por último, el cuidado del medio ambiente mediante inversión en producción más limpia. Inversión total USD 15.727.139.

En el departamento de Soriano, Barraca Jorge W. Erro S. A., barraca de cereales y oleaginosos, construye una planta de última generación para el recibo y procesamiento de semilla de soja, con vistas a su ulterior comercialización, tanto en el mercado interno como externo. Esta última opción está vinculada, a su vez, al proyecto de exportación en contraestación a Estados Unidos. Inversión total USD 16.559.738.

En el departamento de San José, Eface S. A., una industria de fabricación de sustancias químicas, construye un complejo industrial constituido por una planta de producción de cloro-soda, una planta de hipoclorito de sodio, una planta para la licuación de cloro gas, una planta de síntesis de ácido clorhídrico y una planta de policloruro de aluminio, y la instalación de un parque eólico para la generación de energía eléctrica. Inversión total USD 248.098.386.

En Montevideo, Neorol S. A., dedicada a la fabricación y comercialización de conductores eléctricos se plantea como objetivo proveer a UTE de conductores eléctricos de cobre o aluminio para su uso en media ten-

sión. Adicionalmente, se señala que existe la posibilidad de acceder a mercados de la región, dependiendo de factores coyunturales entre dichas economías. Inversión total USD 1.892.686.

En el área producción y comercialización de productos panificados, Itacare S. A. se propone continuar con el desarrollo de la empresa en el mercado de Estados Unidos e introducirse en la región, con productos estandarizados de la más alta calidad a nivel mundial, producidos con tecnología de punta. Producir a escala industrial un producto de tipo artesanal, logrando que en el mercado interno el consumidor acceda a productos estandarizados, con volúmenes de producción y niveles de calidad adecuados. La empresa ha desarrollado trabajos de investigación, tendientes a determinar la aceptación del pan tipo artesanal y de los prototipos desarrollados por ella por medio de encuestas cuantitativas realizadas a consumidores, test de aceptabilidad, encuestas a chefs referentes gastronómicos y *focus groups* con consumidores. Inversión total USD 1.356.124.

El emprendimiento Agroland S. A., del departamento de Maldonado, ampliará la oferta de variedades de vinos de alta gama del país, innovará en el desarrollo de nuevas cepas en el Uruguay y aplicará técnicas de vinificación de punta. Inversión total USD 33.762.270.

La propuesta presentada por el Frigorífico Las Piedras trata de un original sistema de automatización de empaque con por lo menos dos innovaciones en el proceso, como lo son: la primera, la instalación de un sistema automático de etiquetado electrónico con la finalidad de asegurar la trazabilidad de los cortes obtenidos en la zona de desosado y

trasladarlo a su propia individualidad y a los envases secundarios en los que se dispone, y la segunda, la inclusión en este proceso de un escáner para la detección de metales y la lectura automática del tenor graso de la carne contenida en esos envases, información que se incluye en la etiqueta final del producto. Inversión total USD 8.102.562.

De acuerdo a la información suministrada, el proyecto de Villa Matoque S. A. consiste en la instalación en Río Negro de una planta productora de semillas de soja y trigo, cuyo destino principal es satisfacer la demanda necesaria para la producción agrícola nacional. El proceso de producción implica, en su conjunto, la transformación de un producto en bruto recibido del campo, en una semilla acondicionada para ser generadora de nuevos cultivos de excelente calidad. Inversión total USD 5.800.087.

El proyecto de Trenamix S. A., instalado en Montevideo, tiene como objetivo la producción de un concentrado proteico hidrosoluble de soja en polvo al 30 % para exportación, contando con una planta que permitirá procesar 2.900 ton/año de poroto de soja para producir 2.500 ton/año de concentrado proteico. Inversión total USD 1.947.084.

En el 2011, la empresa Biogénesis Bagó S. A. propuso la instalación de una planta de formulación y envasado de vacuna de fiebre aftosa en Uruguay a instalarse en el departamento de Canelones. Inversión total USD 6.453.643.

## PROGRAMAS DESTACADOS

### *Uruguay Innova*

El Programa de Apoyo Sectorial a la Estrategia Nacional de Innovación-Uruguay Innova, se formula por medio de un convenio entre la República Oriental del Uruguay y la Unión Europea. Este programa de cooperación estuvo destinado al campo de la innovación, la investigación y el desarrollo económico, y aporta recursos para el período 2007-2013 por aproximadamente 12,4 millones de euros en dos fases: 2007-2010 por € 8 millones y 2011-2013 por € 4.4 millones.

Esta operación busca impulsar la capacidad innovadora de los centros nacionales de excelencia, consolidar las relaciones entre públicos y privados en los sectores claves de la economía y promover la transferencia de innovación y tecnologías al proceso de clusterización de la actividad económica del país.

El programa surgió en el marco de la Cooperación de la Comisión Europea y está en ejecución desde el 25 de febrero del 2008. Tiene por objetivo general consolidar la capacidad de Uruguay en generar, transferir y adaptar el conocimiento de la tecnología para aumentar la competitividad del sector productivo mediante la puesta en marcha de un Sistema Nacional de Innovación.

Para ello, el programa Uruguay Innova tiene cinco grandes líneas de acción:

- 1) Dar sustento al Instituto Pasteur de Montevideo, en su rol de centro de excelencia, fortaleciendo programas para atraer a jóvenes mediante convocatorias internacionales concursables.

- 2) Apoyar el proceso de internacionalización del Centro de Ensayos de Software

para que siga siendo un ejemplo de articulación entre la industria y la academia.

3) La transformación del Polo Tecnológico de Pando (PTP) en el Parque Científico Tecnológico de Pando (PCTP) . Esto supone pasar de ser una estructura científico-tecnológica a un lugar con presencia física de empresas, lo que incluye ventajas, como exenciones fiscales.

4) La aplicación de I+D en procesos de clusterización, con foco en el interior del país. Esto significa la reunión de varias empresas de un solo sector, incluso públicas y privadas, para mejorar la competitividad con base en el desarrollo tecnológico y la innovación.

5) La ejecución de un programa de Fortalecimiento de Recursos Humanos, destinado a lograr la masa crítica de investigadores y tecnólogos, necesarios para dotar en forma transversal al SNI de las capacidades humanas requeridas.

En ese marco, el Instituto Pasteur Montevideo cumple sus objetivos mediante la construcción de un edificio moderno, la instalación de plataformas tecnológicas, la creación de un centro de educación, el desarrollo de un programa de investigación, básico y aplicado, de alto nivel y la creación de pequeñas empresas *startup* de origen biotecnológico. El Programa Uruguay Innova contribuyó a la concreción de diversos acuerdos con empresas, desde acuerdos laxos por simple venta de servicios hasta compromisos fuertes en los que dentro del Instituto hay empresas instaladas. El Instituto está organizado alrededor de un área central de plataformas tecnológicas, en donde se ha realizado una importante inversión para adquirir equipamiento de última generación. Además

de brindar las herramientas necesarias para el desarrollo de las diversas líneas de investigación, estas unidades serán el soporte para llevar adelante cursos de posgrado de alto nivel, dirigidos a jóvenes investigadores y posdoctorandos de la región. También se brindarán servicios, con costos competitivos, a instituciones académicas locales y regionales, así como a empresas farmacéuticas y biotecnológicas.

El Programa Uruguay Innova contribuye en forma directa al fortalecimiento de las plataformas tecnológicas disponibles en el Instituto Pasteur (ocho en total), por vía incorporación de equipamiento y tecnología de última generación y por la incorporación de recursos humanos calificados y su capacitación. Estas plataformas se han montado haciendo una selección estricta de las tecnologías, aplicando una política racional de inversión que tiene como premisa mantener un balance entre el equipo y los recursos humanos. Algunos de los equipos que se adquirieron en el marco de Uruguay Innova son únicos en el país y apuntan a dar servicios transversales a las plataformas tecnológicas mencionadas. Tal es el caso del Microscopio Confocal, con un costo cercano a € 400.000.

Uruguay Innova contribuye directamente a apuntalar el estatus del Instituto Pasteur como centro de excelencia. En el marco del Programa, mediante el lanzamiento de los nuevos programas de investigación y los nuevos grupos a cinco años, el Instituto logró atraer a profesionales de excelencia del exterior, contribuyendo a formar una masa crítica en el ambiente científico y dando perspectivas al desarrollo científico local. Así, el Programa está alineado desde su comienzo perfectamente con la misión y la visión del Instituto Pasteur de Montevideo, concebido

en una organización flexible y cuyo objetivo es ofrecer tecnología y recursos humanos, para llegar a ser una institución reconocida en América Latina.

El Centro de Ensayos de Software (CES) surge a partir de la conformación de un consorcio entre la Fundación Julio Ricaldoni, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Udelar, y la CUTI. Entre los objetivos, misión y visión del CES se resaltan el ser símbolo de calidad en software y garantía de resultado objetivo; constituirse en un centro de referencia regional en validación y verificación de software; brindar servicios especializados en testing de software para evaluar la calidad de los productos; diseñar e implementar estrategias conjuntas de innovación y desarrollo en el sector Tecnologías de la información; desarrollar y fortalecer una relación mutuamente beneficiosa entre universidad e industria; anticipar los cambios tecnológicos ofreciendo servicios e información sobre tecnologías de última generación. Al comienzo del proceso de internacionalización, la primera idea consistía en buscar replicar el modelo de negocios del CES en Uruguay en terceros mercados. Rápidamente, se desecharon algunas alternativas de productos. Esto se debía a que los proyectos, tal como el CES los realiza en el mercado doméstico, tenían costos de traslados, estadías y presencia física en otros países que los precios del mercado no permitían realizar. Mediante el proceso de consultoría, del contacto directo con clientes, de las lecciones aprendidas de las primeras incursiones internacionales y del natural proceso de maduración que ha tenido el equipo gerencial del CES, se llegó a una estrategia de internacionalización consistente con los objetivos declarados y que ha sido aprobada

por el directorio de la institución.

El programa permitió dar pasos muy importantes para la institución, como la creación de la carrera de tester, cuyos cursos en su mayoría se dictan *on-line*. Otro importante paso consistió en la mudanza, traslado y consolidación de todas las áreas del CES en un solo espacio físico, lo que implicó mudar las oficinas administrativas, mudar los laboratorios de testing de plataforma y de testing funcional, desde sus emplazamientos originales en la Facultad de Ingeniería de la Udelar a la nueva casa, así como acondicionar la nueva estructura para el funcionamiento conjunto.

Por otra parte, el 2010 permitió dar al PTP un paso decisivo, al completarse las acciones legales necesarias para la creación del PCTP. Con esto se sentaron definitivamente las bases para una transición ordenada de la ejecución del Programa Uruguay Innova Uruguay del PTP al recientemente creado PCTP. Las acciones para la creación del PCTP comenzaron en agosto del 2008, cuando el Parlamento aprobó la ley que creó una persona pública no estatal de derecho privado. Posteriormente, en diciembre del 2009 se firmó por parte del Poder Ejecutivo el decreto reglamentario de esa ley.

La ley N°18362 que crea el PCTP establece en su artículo 253: «El PCTP será dirigido y administrado por una Junta Directiva Honoraria compuesta por cuatro miembros: el director del PTP designado por la Universidad de la República, que la presidirá, uno designado por el Ministerio de Industria, Energía y Minería, uno designado por la Intendencia Municipal de Canelones, y uno por la Cámara de Industrias del Uruguay [...] El Directorio designará un gerente general rentado, quien deberá ser una persona de reconocida trayec-

toria en el área de la gestión de actividades científicas, tecnológicas o de innovación».

Están nombrados los directores del PCTP y ratificados por los organismos que lo integran, a saber: la UdelAR, MIEM, Intendencia de Canelones y CIU.

El Proyecto Uruguay Innova apunta a fortalecer el PTP y a crear el PCTP. Se sentó la puesta en marcha del PCTP a partir del 2 de marzo del 2010, con las primeras sesiones del Directorio. Las principales líneas de trabajo fueron el fortalecimiento de PTP para dar respuesta a la creciente demanda de servicios tecnológicos, la puesta en marcha de nuevas plataformas tecnológicas (en el 2008 se identificó y puso en marcha una nueva plataforma tecnológica: el Centro NanoMat, nueva área de Nanotecnología); diseño y puesta en marcha de servicios dirigidos a firmas privadas sirviéndose de bases de datos de patentes; sistematización metodológica de las actividades de I+D+I y la difusión de los resultados; fortalecimiento de la unidad de servicios ambientales del PTP.

Existen en el PTP algunas empresas incubadas, que están a la espera de que el PCTP sea una realidad para trasladarse. Una de ellas es Laboratorios Celsius ([www.celsius.com.uy](http://www.celsius.com.uy)), que inauguró en el PTP la primera planta en Uruguay para la producción de diagnósticos in vitro, de uso humano. Algunos de los kits desarrollados son CelQuest Chagas, CelQuest Hidatidosis y CelQuest Toxoplasmosis. Estos productos están orientados a enfermedades consideradas «desatendidas» por la Organización Panamericana de la Salud.

Otra línea de trabajo de Uruguay Innova es la aplicación de I+D en el proceso de creación de conglomerados empresariales. Este componente tiene varias líneas de acción al

vincular a actores muy heterogéneos y actúa en varios niveles, y en organizaciones de distinta índole pertenecientes al sector académico, el sector público y el sector productivo.

La principal acción se dio en torno al Consorcio Regional de Innovación Lechero-CRI Lechero del Litoral.

A partir del 2008, el Programa Uruguay Innova sustentó la contratación de una consultora, la que realizó entre 2009 y 2011 la transferencia tecnológica para la realización del Plan Estratégico del CRI, que estaba en proceso de constitución en ese momento. En forma paralela, se realizaron todas las gestiones para asegurar la gobernanza del CRI, que nuclea a varias instituciones y que llevó todo el 2008, 2009 y parte del 2010. Estas acciones culminaron con la firma definitiva del Consorcio, el 14 de octubre del 2010. Ese contrato establece el objetivo general del CRI Lechero: «El Consorcio tiene por objeto coordinar y complementar capacidades entre la industria láctea regional y organizaciones científico/tecnológicas y de educación, para promover el desarrollo sustentable de la Cadena Productiva Láctea del Litoral del Uruguay, contemplando los aspectos de competitividad, de impacto ambiental y de equidad social...».

Define, además, objetivos específicos del CRI, que establecen claramente la incorporación desde su fundación de temas de I+D, y de generar sinergias público-privadas, en un total alineamiento con los objetivos del Programa Uruguay Innova: «El CRI Lechero del Litoral no persigue un fin de lucro, siendo sus objetivos específicos los siguientes: 3.1. Alcanzar una mejor articulación entre actores (públicos y privados), avanzando mas allá de coordinar el “qué

hacer”, para comprometerse en “el hacer”, asumiendo el protagonismo del cambio tecnológico. 3.2. Desarrollar una estructura de alianza público/privada con alta flexibilidad organizacional, autonomía de gestión, ejecutividad de las decisiones que mejore la contribución de la investigación científica/tecnológica, la transferencia de tecnología y la innovación, para el desarrollo sustentable, económico, ambiental y social del país. 3.3. Superar las limitantes de inversión en I+D de las empresas regionales, compartiendo costos, capacidades y destrezas con los otros participantes, con foco en orientar la gestión del conocimiento hacia el desarrollo de innovaciones tecnológicas, a través de estrategias “inteligentes” y compartidas, para concretar un cambio efectivo. 3.4. Enfatizar la educación y capacitación alineadas con la demanda tecnológica, que contribuya a la radicación en la región de recursos humanos bien formados y con capacidad de generar cambios en el entorno...».

#### *Pacpymes*

El Programa Pacpymes nace en el 2006, a partir de la cooperación bilateral de la Unión Europea y el Estado uruguayo. Desde enero del 2010 se ejecuta con fondos nacionales, desde la Dinapyme, del MIEM.

Pacpymes es un programa con el objetivo dinamizar la competitividad de la economía uruguaya mediante el fortalecimiento de mecanismos de clusterización, capacidad exportadora e internacionalización de las empresas. Además, busca desarrollar la capacidad institucional y cooperativa entre los diferentes actores, públicos y privados, para el fortalecimiento de la pequeña y mediana empresa, asistiéndola para adaptar su actividad hacia la innovación y la internacionali-

zación, regionalizando su penetración y desarrollo a lo largo del Uruguay, propiciando de esta manera instrumentos para la formulación de una estrategia nacional participativa y sostenible a largo plazo.

Pacpymes Empresas es una de las modalidades de apoyo del Programa Pacpymes para asistir a las pequeñas y medianas empresas exportadoras o con potencial exportador. Apoya a empresarios que están interesados en realizar actividades que mejoren su gestión y, con ello, su capacidad de competencia mediante la contratación de servicios de desarrollo empresarial (consultores o capacitadores) que los asesoren y ayudan a procesar dichos cambios.

Técnicos del Programa colaboran con los empresarios para planificar y contratar consultorías o capacitación en áreas claves de la gestión de la empresa. Asimismo, el Programa aporta fondos no reembolsables de hasta el 50 o 60 % de la inversión en consultoría o capacitación para ejecutar planes de mejora aceptados por los empresarios. El monto de la ayuda económica puede alcanzar hasta \$U 120.000 para empresas del interior y \$U 100.000 para empresas de Montevideo.

Como realidad económica el clúster, se manifiesta como un conjunto de empresas, agentes y organizaciones que inciden en la prestación de un producto o servicio y que están geográficamente próximas. Una iniciativa clúster es una estructura de trabajo basado en el diálogo y la cooperación entre los diferentes agentes-públicos y privados del clúster, con el objetivo de mejorar la competitividad de las empresas.

Pacpymes Clúster provee un marco de asistencia técnica y económica promoviendo iniciativas. Actualmente, el programa traba-

ja ocho iniciativas, cinco preidentificadas durante la formulación del programa y tres posteriormente seleccionadas:

- 1) Clúster de la Quesería Artesanal, concentrado en San José y Colonia.
- 2) Clúster de Turismo, en Punta del Este.
- 3) Clúster de Logística y Transporte, localizado en Montevideo.
- 4) Clúster de Ciencias de la Vida, integrado por el conjunto de actividades de producción y servicios intensivos en conocimiento de aplicación biológica.
- 5) Clúster de Turismo, de Rocha.
- 6) Clúster de la Industria Naval de Montevideo.
- 7) Clúster Agroindustrial Frutihortícola del Litoral Norte.

#### *Programa Apoyo Integral a la Empresarialidad Dinámica, Emprender*

El Programa Emprender se ejecutó entre marzo del 2007 y setiembre del 2010, en el marco de financiación de BID/FOMIN. Tiene como finalidad principal promover una cultura emprendedora de alto valor agregado que contribuya a la creación de valor y crecimiento sostenido de la economía uruguaya. Tiene como propósito aumentar en forma sistemática el número y calidad de nuevos emprendimientos o jóvenes empresas, en sectores dinámicos de la economía uruguaya.

A esos efectos, se define *emprendimiento dinámico* como aquella nueva o reciente iniciativa empresarial con alto potencial de crecimiento y horizonte exportador, que genere valor agregado y logre diferenciarse mediante un modelo de negocio, producto o servicio innovador (por su diseño, proceso o tecnología aplicada), como para al menos convertirse en una mediana empresa.

Las actividades diseñadas para el Programa se basan en diversos estudios que han demostrado que los nuevos emprendimientos enfrentan dificultades para sobrevivir en los primeros dos o tres años de vida, debido al escaso apoyo existente en lo que refiere al asesoramiento en gestión y capital inicial.

El Programa fue dividido en dos subprogramas: el Programa y el Fondo.

El Programa Emprender surge de la necesidad de utilizar un enfoque interdisciplinario, con énfasis en las interrelaciones y complementariedades que se pueden conseguir al promover conjuntamente el mercado de los factores de la empresarialidad. Es ejecutado por el Latu y la CND, que coejecutan actividades de sensibilización (promover la cultura emprendedora y originar emprendedores), formación (capacitar) y fortalecimientos (mentoría, tutoría, incubación, prototipos, etc.) de emprendimientos dinámicos; para ello cuentan con instituciones colaboradoras que se han comprometido con esta iniciativa.

El Fondo Emprender es una nueva herramienta de financiamiento que surge en Uruguay. El capital se destina a la puesta en marcha y desarrollo inicial de jóvenes emprendedores o emprendimientos uruguayos dinámicos, que necesiten asesoramiento estratégico. Prospéritas Capital Partners es responsable de administrar el Fondo Emprender (capitalizado por BID/FOMIN, CAF, CND, PCP e inversores privados) y de la Red de Ángeles Inversores.

Los beneficiarios del Programa se definieron como los emprendedores dinámicos del país, interesados en hacer crecer sus pymes de base tecnológica, con requerimientos de asistencia técnica y financiamiento; los inversores privados individuales;

las instituciones originadoras y formadoras locales que apoyaran el pipeline de emprendimientos, alimentando la creación y soporte de redes de «ángeles» inversores; el sector financiero y las agencias ejecutoras y organismos colaboradores.

Emprender contó con un presupuesto total de unos seis millones de dólares. Como herramienta novedosa en el país, se aportó (entre el FOMIN y contraparte) unos 80.000 dólares para establecer y capacitar a una red de ángeles inversores para llenar el gap de capital semilla en el ciclo financiero.

Este tipo de instrumento, si bien es utilizado internacionalmente desde hace años, era inédito para un programa hasta la implementación de Emprender y, tanto en este aspecto como en toda la ejecución, se pudo acumular valiosa experiencia de futuro sobre este tipo de emprendimientos.

Cabe apreciar que el programa movilizó,

durante su puesta en marcha, a un gran número de instituciones colaboradoras que trabajan en actividades de apoyo y asistencia técnica al emprendedor, de modo que multiplicó las posibilidades. Estas instituciones fueron Ingenio, Fundación Julio Ricaldoni de la Facultad de Ingeniería de la UdelaR, Fundación Desem Jóvenes Emprendedores, Fondo Emprender, Endeavor, Empretec, Asociación de Jóvenes Empresario, CUTI, CIU-Centro de Gestión Tecnológica, Facultad de Ciencias Económicas y Administración de la UdelaR, Fundaquim de la Facultad de Química de la UdelaR, a través del PTP, Universidad ORT, Junior Chamber International, Urunova, Universidad de Montevideo, Facultad de Ciencias de la UdelaR y Cámara Nacional de Comercio y Servicios del Uruguay. Esta red de instituciones colaboradoras está compuesta por especialistas que brindan, en el marco del programa, servicios a los emprendedores,

## Programa Emprender: casos exitosos

Biogénesis se dedica a la fabricación de sensores de temperatura, saturación de oxígeno y cables para electrocardiograma, de uso médico. Fue la primera en obtener apoyo del Programa y un inversionista ángel. La imposibilidad de certificarse para mercados exigentes limitó al comienzo su desarrollo, pero con el apoyo recibido pudieron hacerlo y actualmente facturan unos 600.000 dólares, de los cuales 500.000 son exportaciones; instalarán una fábrica en Brasil y proyectan vender un millón y medio de dólares en el primer año de operación.

Otro caso es el de Locomotion, que desarrolla animación gráfica. Hasta el 2006 su trabajo era producir por encargo para Estados Unidos. Decidieron que tenían capacidades para hacer sus propios productos, ingresaron a la incubadora Ingenio del Latu mediante el clúster de la industria audiovisual. Su primer producto fue la serie Mi pequeño héroe. El éxito se tradujo en ingresos por merchandising, lo que les permitió recibir asesoría extranjera con el apoyo de Endeavor. Hoy desarrollan animación educativa para el plan Ceibal, exportan a una decena de países y sus ventas anuales se sitúan en 500.000 dólares.

tales como talleres de sensibilización y originación de emprendedores, talleres de generación de ideas en Montevideo e interior, Concurso Nacional de Ideas, talleres de capacitación, concurso de planes de negocios, pasantías, evaluaciones y otras actividades.

Se presenta a continuación una breve reseña de las instituciones colaboradoras del Programa Emprender.

La Universidad ORT integra el emprendurismo y la innovación como competencias fundamentales en la formación de sus alumnos. Esto se logra a partir de la consolidación de un conjunto de servicios que se incorporan naturalmente a lo largo de la carrera de los estudiantes y que se articulan armónicamente con la red de instituciones del Programa Emprender.

El PTP nace en la Facultad de Química de la UdelAR para compartir la capacidad de investigación con el sector productivo, mediante el diseño de propuestas creativas y novedosas que brinden soluciones ventajosas, competitivas y dinámicas. Su misión es promover la incorporación de conocimiento a la producción de bienes y servicios originando la generación de empleo y una mejor calidad de vida.

La incubadora de empresas Ingenio es un programa perteneciente al Latu, cuya misión es contribuir a desarrollar emprendimientos dinámicos sustentables y de alto valor agregado para lograr su éxito en el mercado. Ingenio apoya emprendimientos tecnológicos innovadores, vinculados a áreas tales como el desarrollo de software, la electrónica, el diseño y los videojuegos.

Desem Jóvenes Emprendedores surge a iniciativa de un grupo de empresarios y emprendedores de diferentes ámbitos que

consideraron importante brindar programas educativos vivenciales. En el marco del Programa, realiza talleres de capacitación en temáticas de orientación vocacional, inserción laboral, liderazgo y trabajo en equipo. Integra el panel de selección del Concurso Nacional de Ideas.

El Programa CCEmprende de la Facultad de Ciencias Económicas de la UdelAR tiene como misión consolidar el apoyo a la creación y gestión de emprendimientos dinámicos, mediante el contacto con los emprendedores, permitiendo así consolidar un equipo académico especializado en emprendimientos dinámicos. CCEmprende cuenta con el apoyo de profesionales de diversas áreas, que brindan tutorías específicas durante el período de tutoría del plan de negocio y apoyo durante el proceso de fortalecimiento.

La Fundación Julio Ricaldoni tiene como misión impulsar la vinculación de la Facultad de Ingeniería de la UdelAR con el sistema productivo. En el marco del Programa, apoya emprendimientos de base tecnológica, con tutorías especializadas. También capacita en gestión tecnológica y apoya el desarrollo del prototipo de emprendimiento a efectos de la validación técnica.

La Asociación Empretec Uruguay, por medio del Programa Emprender, realiza talleres para el desarrollo del comportamiento emprendedor. Apoya y difunde las actividades del programa y dicta 20 cursos relacionados al enfoque empresarial activo.

Endeavor es una organización internacional que fomenta la cultura emprendedora, identificando, seleccionando y apoyando proyectos con innovación y alto potencial de crecimiento. Mediante el Programa, con-

sultores nacionales y extranjeros brindan asesoramiento especializado a los emprendedores. También se desarrollan talleres y conferencias en todo el país.

Urunova es la Asociación Uruguaya de Incubadoras de Empresa, Polos, Parques Tecnológicos y Parques Industriales. Fomenta la formación, incubación, desarrollo y consolidación de empresas con valor agregado en conocimiento e innovación.

La Asociación de Jóvenes Empresarios del Uruguay es una organización que nació con la vocación de unir y potenciar a jóvenes empresarios y emprendedores del país. Busca generar oportunidades de negocios, facilitar la vinculación nacional e internacional, brindar capacitación, asesoramiento y visibilidad para los asociados.

El fondo financió 18 emprendimientos dinámicos sobre 522 proyectos recibidos, 148 de ellos provenientes de concursos planes de negocios.

Asimismo, el número de instituciones colaboradoras permitió lograr 11.747 participantes en eventos de sensibilización y captación, divididos en 7738 talleres y 3999 conferencias, el 60 % de ellos en Montevideo. 923 participantes tuvieron los servicios de capacitación en plan de negocios, marketing y comercialización y desarrollo de habilidades emprendedoras.

El Programa puso en marcha 427 servicios como tutorías, apoyos operativos, pasantías de intercambio en el exterior, validaciones técnicas y comerciales y otros.

De acuerdo a la información recabada

## Simulador para el testeo de redes de barcos pesqueros

Acruxsoft, empresa de software, fue fundada hace poco más de una década y se dedica a brindar soluciones tecnológicas a la actividad pesquera. Funciona con apenas siete personas en las instalaciones de la incubadora Ingeniería del Latu, pero pese a este reducido tamaño, cuenta con 2000 clientes en países desarrollados, empresas multinacionales de pesca. El simulador que idearon propone tres módulos de trabajo innovadores en la industria mediante dos programas: Acrux Soft 2.0 y Trawl Vision 3D. Cuenta con una herramienta de diseño digital de redes de pesca. Un segundo módulo tiene un simulador de comportamiento de las redes en alta mar, que permite ahorrar combustible, recursos e infraestructura que supone el testeo actual de las redes. Por último, con el TrawlVision 3D, sensores y puertas permiten optimizar la captura en un 30 %, admitiendo visualizar en tiempo real el croquis 3D de la red mientras está operando. Solo un 5 % de la flota pesquera latinoamericana utiliza sensores en las redes y el nuevo software ya cuenta con clientes en Argentina y México. En cambio, las flotas europeas, canadienses y norteamericanas llevan años usándolo. Acruxsoft se asoció con la multinacional noruega Simrad, dedicada a equipamientos de pesca industrial, para desarrollar las nuevas versiones del software. En el 2010 ganó el premio Nova en la categoría de Tic.

Tomado de Suplemento *Economía & Mercado*, 21/02/11.

para la evaluación del Programa sobre los proyectos empresariales que recibieron beneficios tributarios, es factible conocer el costo fiscal asociado a la creación de cada puesto de trabajo.

En el caso del Fondo Emprender, se cuenta con los datos de creación de empleo por empresa apoyada. En tal sentido, Emprender generó la formación de numerosas empresas, pero las que cuentan con mejores perspectivas al 2011 son ocho: Biogénesis, Pro Internacional, Acruxsoft, Logicsat, Evolutiva, Kizano, Maco y Dvelop, las que fueron apoyadas por un total de 295.000 dólares y al día de hoy suman un total de 100 empleos calificados. Sin embargo, la creación de empleo neto de estas empresas por parte del Programa fue de 56 puestos de trabajo.

Cabe consignar que el Fondo debió invertir en total unos 700.000 dólares en 19 empresas para llegar a este resultado en el que ocho resultaron exitosas. Pero parte de los fondos son recuperados por el Estado por medio de devoluciones del financiamiento (además del IVA).

Uruguay es el país de la región con la menor tasa de emprendimientos tempranos sobre población de 18 a 64 años, según informes anuales del Global Entrepreneurship Monitor para el 2010 (se establece la comparación con Argentina, Colombia, Chile y Brasil), pero además es el país con mayor número de días necesarios para tramitar el inicio de un negocio y el mayor costo de ingreso per cápita para su comienzo.

El apoyo político al emprendedurismo y la formación de pequeñas empresas con fuerte base tecnológica fue fundamental para el desarrollo de Emprender.

Además de la creación de empleo, la

evolución de las ventas de las empresas apoyadas por el Programa fue razonablemente positiva. Se toma como línea base 941.794 dólares y para el 2010, las ventas totales llegaron a 2.585.501. De acuerdo con los empresarios, el apoyo de Emprender fue responsable de al menos la mitad de este crecimiento en las ventas.

## EVOLUCIÓN DE LAS EXPORTACIONES Y SU CONTENIDO TECNOLÓGICO



Un informe de Uruguay XXI de agosto del 2009 comunica que las exportaciones con alto contenido tecnológico han tenido un crecimiento constante en los últimos años y alcanzaron en el 2008 los 114 millones de dólares. Esto representa un crecimiento del 41 % con relación al 2007.

Las 15 principales empresas exportadoras de productos con alto contenido tecnológico alcanzan el 85 % del total exportado en esta categoría.

Dentro de las principales empresas, se pueden destacar a los laboratorios Roemmers S. A. y Microsules Uruguay S. A., como los responsables del 41 % de las ventas de los productos con alto valor agregado para el 2008.

Si bien se ha mantenido una tendencia general de crecimiento, en la siguiente tabla se puede ver los datos referentes al período 2005-2011 del monto de exportaciones de

Uruguay por año, desglosadas por contenido tecnológico.

Si bien ha existido un gran crecimiento del monto total exportado, con una incidencia muy fuerte en ese crecimiento por parte de los productos basados en recursos naturales, analizando el porcentaje de las exportaciones de Uruguay según contenido tecnológico por año, se aprecia que la participación porcentual en el total de la suma de las que tienen contenido tecnológico medio y alto ha mantenido un incremento permanente. Esto se puede apreciar en la siguiente tabla.

Desagregando la información del 2011, se comprueba que las exportaciones con alto contenido tecnológico se componen en un 79 % de productos farmacéuticos, un 13 % de productos eléctricos y electrónicos y un 7 % en productos químicos orgánicos.

## Exportaciones por Contenido Tecnológico (Montos expresados en millones de dólares americanos)

Contenido Tecnológico	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
alto	60	70	85	116	132	116	151
medio	232	297	380	488	383	571	751
bajo	676	732	778	764	615	755	957
basadas en RRNN	600	696	856	1.083	984	1.220	1.500
primario	1.649	1.998	2.206	3.226	3.132	3.849	4.490
sin clasificar	204	199	210	292	179	215	153
<b>total</b>	<b>3.421</b>	<b>3.992</b>	<b>4.516</b>	<b>5.969</b>	<b>5.425</b>	<b>6.727</b>	<b>8.003</b>

Fuente: Uruguay XXI

Respecto a las exportaciones con contenido tecnológico medio, el 49 % corresponde a industrias procesadoras, 39 % a la industria automotriz y el 13 % restante a industrias de ingeniería. Dentro de las industrias procesadoras, las que tienen mayor

importancia son las de «plásticos y sus manufacturas», seguidas por «jabón, prod. de limpieza, velas», en tercer lugar «productos diversos de la industria química» y en cuarto lugar «abonos».

# INFORME PRELIMINAR DE ENCUESTAS DE INNOVACIÓN

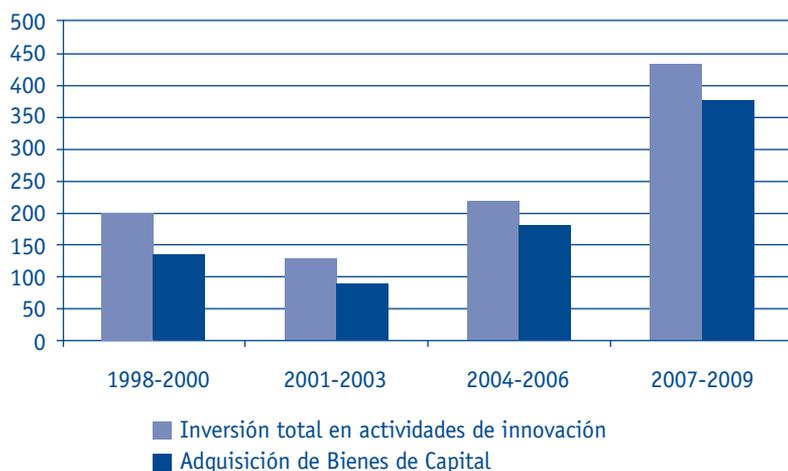
El principal objetivo de medir las características del proceso de innovación de un país es proporcionar elementos útiles de juicio para la toma de decisiones en materia de políticas públicas en el campo de la generación, difusión, apropiación y empleo de nuevos conocimientos en la producción y comercialización de bienes y servicios. Las encuestas nacionales de innovación realizadas en Uruguay se basan en las recomendaciones del Manual de Bogotá (RICYT), propuesta que parte de las directrices conceptuales y metodológicas del Manual de Oslo (OCDE), pero incorpora instrumentos y procedimientos específicos para captar las particularidades de la conducta tecnológica de las empresas en los países de América Latina y el Caribe.

En el 2009, la ANII desarrolló un con-

junto de actividades orientadas a la preparación de las Encuestas de Actividades de Innovación en la Industria y el Sector Servicios, a ser aplicadas durante el 2010. A partir del diagnóstico de necesidades de información durante el 2010, la institución definió metodología, cuestionarios e instructivos de la IV Encuesta de Actividades de Innovación en Industria y la II Encuesta de Actividades de Innovación en Servicios, ambas correspondientes al período 2007-2009. A los efectos de la realización del trabajo de campo de ambos relevamientos, la ANII contrató al INE, que desarrolló dicha actividad hasta el mes de diciembre del 2010 inclusive.

A continuación se presenta información preliminar que surge de las dos encuestas mencionadas.

### **Evolución del gasto en actividades de innovación y en bienes de capital 2000-2009, en millones de dólares**



Fuente: Informe Preliminar de Encuestas de Innovación

El gráfico muestra que el gasto total en innovación que realizan las empresas industriales aumenta de forma significativa en lo que va del siglo XXI, más que duplicando el valor que invertían en el 2000, desde unos 204 millones de dólares a casi 440 millones en el 2009. La crisis implicó que en el 2003 el gasto se redujera significativamente, volviendo en la medición del 2006 a un valor algo superior al alcanzado en el 2000, para prácticamente duplicarse entre 2006 y 2009.

En todas las encuestas, la adquisición de bienes de capital es el principal gasto en innovación que realizan las empresas industriales. Su importancia no solamente fue mayoritaria durante todo el período, sino además con un peso creciente dentro del total: a fines de los noventa y durante la crisis, la compra de bienes de capital como modo de acceso a la tecnología ocupaba menos del 60 % del total de gasto de las empresas industriales, mientras que

en el 2006 superaba el 80 % y en el 2009 superaba el 86 %. Esta proporción supera ampliamente la importancia que la compra de bienes de capital presenta entre las actividades de innovación industriales en los países vecinos. Estos gastos eran un 64,4 del total en la ENIT 2005 de Argentina y 50 % en la PINTEC 2008 de Brasil, considerando industria total (de transformación y extractiva).

De hecho, cuando se compara el peso de los gastos en innovación sobre las ventas industriales, se observa un crecimiento interesante, desde el 2,4 % en el 2003 a 3,2 % en el 2009; impulsado precisamente por la compra de equipos, que pasó de 1,70 % a 2,75 % en el mismo lapso. Por lo tanto, el resto de las actividades de innovación pasó de constituir cerca de 0,7 % de las ventas industriales a poco más de 0,4 de estas en el mismo período. Si bien la industria uruguaya destina una parte cada vez mayor de sus in-

gresos a invertir en innovación, lo hace cada vez más comprando paquetes en el exterior, en desmedro de la parte que destina a actividades innovadoras internas, a la contratación de conocimientos o al desarrollo de su capital humano.

### *Innovación en servicios*

#### **Inversión en actividades de innovación en servicios seleccionados 2006-2009, miles de dólares y porcentaje del VAB**

	2004-2006		2007-2009	
	Miles dólares	% de VAB	Miles dólares	% de VAB
I+D interna	14.386	0,27	28.508	0,35
I+D externa	1.451	0,03	7.238	0,09
Adquisición de bienes de capital	45.762	0,87	358.694	4,39
Adquisición de TIC*	38.874	0,74	55.310	0,68
Transferencias de tecnología y consultorías	2.654	0,05	25.542	0,31
Ingeniería y diseño industrial	4.825	0,09	22.484	0,28
Diseño organizacional y gestión	4.153	0,08	8.566	0,10
Capacitación	11.513	0,22	7.907	0,10
<b>Total inversión en actividades de innovación</b>	<b>123.616</b>	<b>2,36</b>	<b>514.249</b>	<b>6,30</b>

Fuente: Informe Preliminar de Encuestas de Innovación

Sin embargo, el panorama general respecto a la evolución y el peso de la innovación en los servicios seleccionados de Uruguay en estas mediciones mejora cuando se

empieza a medir ya no mediante cuántas empresas realizan actividades y obtienen resultados, sino a través de los montos invertidos en estas actividades. La inversión total en actividades de innovación se multiplica por más de cuatro veces entre las dos mediciones y supera los 514 millones de dólares en el 2009. Este monto implica que en proporción al VAB de los servicios seleccionados, se pasa de 2,4 a 6,3 %.

De manera similar a lo que ocurre en el sector industrial, en los servicios seleccionados también se produce un salto en la adquisición de bienes de capital. Se multiplica casi por ocho la inversión en este rubro, llegando a 359 millones de dólares en el 2009, que son responsables por 3,5 % del aumento de la inversión total. Como casi la misma proporción de empresas de la muestra realiza este tipo de inversiones, este salto debe estar implicando un aumento muy importante de la inversión por empresa, seguramente concentrado en algunas ramas y en algunas empresas de gran tamaño.

La inversión total en actividades de innovación pasa de cerca del 1,6 % de las ventas de los servicios seleccionados en el 2006 a casi 5 % en el 2009. El porcentaje de este último año supera ampliamente al desempeño observado en la industria (2,8 % de gastos en actividades de innovación sobre ventas industriales), mientras que había sido inferior en el 2006. Por vía del gasto, los servicios se transforman más rápidamente en innovativos que la industria.

**Fuente:** Capítulo elaborado compilando, glosando y extrayendo información de diversas fuentes: Documento especialmente realizado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación para esta publicación; Información proporcionada por Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones e información disponible en su página web; Documentos del Programa Emprender y su página web; Documentos del Programa PACPYMES e información contenida en su página web; Documentos del Programa Uruguay Innova e información contenida en su página web; Informe "Exportaciones de Uruguay con Alto Contenido Tecnológico" elaborado por URUGUAY XXI en agosto de 2009; Información especialmente elaborada por URUGUAY XXI para esta publicación; Resumen de informe preliminar de encuestas de innovación en industrias y servicios proporcionado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación; Resúmenes publicables de proyectos de innovación de empresas; Notas de prensa.



### III.

## Desarrollando capacidades y oportunidades para la apropiación social del conocimiento y la innovación inclusiva



El tercer objetivo del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación es explicitado en el propio texto y menciona que se trata de generar más y mejores oportunidades de uso y apropiación del cambio tecnológico para las personas, con

especial énfasis en los grupos y sectores más desfavorecidos y excluidos. Este se plantea, para ello, tres subobjetivos, en torno a ellos se desarrolla el informe a que se presenta a continuación.



## RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOCIALES Y LA INCLUSIÓN SOCIAL



El primero de los subobjetivos remarca la necesidad de generar y aplicar el conocimiento para la resolución de problemas sociales y la inclusión social.

La red de instituciones vinculadas a la ciencia, la tecnología y la innovación que realizan aportes a las problemáticas sociales son muy diversas. Pionera entre ellas es la UdelaR. A partir de la última crisis que afectó al país entre finales de los años noventa y comienzos del 2000, la UdelaR creó la Comisión Social Consultiva. En ella se aglutinaron los actores sociales en torno a una misma mesa, en un intento por aportar cada uno desde su visión sectorial soluciones a la grave problemática que afectaba al país. De allí surgieron innumerables propuestas de atención a la población más vulnerable, los desocupados, los niños de los desocupados y su contexto familiar, así como intentos para retener dentro del sistema a quienes se en-

contraban en situación de fragilidad. Desde entonces se abona el camino que intenta detectar y pretende aportar soluciones a las problemáticas más extremas.

Fue en ese entonces que la CSIC innova con un Programa de Atención a la Emergencia Social. Producto de un impulso sin precedentes y en un contexto de escasos recursos, la UdelaR logró redireccionar fondos y conseguir el financiamiento para tres proyectos que son hoy la semilla de un verdadero programa de proyectos de investigación e innovación orientados a la inclusión social.

Más precisamente, en las bases de la convocatoria del 2003, se expresaba en sus bases: «La Universidad de la República, en tanto universidad pública financiada por el conjunto de la sociedad, tiene un mandato claro en términos de su responsabilidad por la producción de conocimientos que contribuyan a disminuir la vulnerabilidad que

presenta, por diferentes motivos, una gran proporción de la población. Esto no quiere decir que los problemas que están en el origen de dicha vulnerabilidad se deban a la falta de conocimientos acerca de cómo abordar posibles soluciones, aunque se está lejos de contar con los que haría falta para ello. No quiere decir tampoco que, de obtenerlos, la construcción de soluciones estaría asegurada. La Universidad de la República y sus capacidades de investigación configuran un actor que en soledad poco puede hacer, aunque tenga lo que aportar en el marco de voluntades colectivas por superar la situación de emergencia social».

Los proyectos aprobados fueron tan solo tres, pero de gran importancia.

#### **La situación nutricional de los niños y el efecto de las políticas alimentarias:**

Este proyecto perseguía dos objetivos. El primero de ellos consiste en proporcionar una descripción precisa de la evolución del estado nutricional de los niños entre 1994 y 2004, con particular énfasis en el período 2002-2004. En segundo lugar, se buscaba evaluar el impacto de la asistencia alimentaria de la que disponen los hogares sobre el estado nutricional de los niños, con el objetivo de brindar insumos para un mejor diseño de las políticas públicas y, en particular, de la asistencia proporcionada por el Programa de Alimentación Escolar.

#### **Reconfiguración de espacios organizativos y participación ciudadana:**

La zona 14 de la Intendencia de Montevideo tiene una larga tradición de organización y acciones social y política, desde una infraestructura industrial que llegó a tener una amplitud significativa. Sin embargo, el proceso de deterioro del país que culminó con la crisis del 2002 generó modificacio-

nes sustanciales en la calidad de vida, que repercutieron en todo el tejido social y en la trama relacional. Forman parte de ese deterioro las repercusiones en la autodesvalorización, en la pérdida de la identidad colectiva y, en definitiva, en la pérdida del sentido de la acción. Las situaciones límites a las que fue sometida la población fueron sustituyendo la cultura de la participación por una cultura de respuestas puntuales a problemas de urgencia o a una contracultura de la «asistencia» que convierte en «hábito» el esperar todo de otro y exigirlo. El presente proyecto no solo se planteó objetivos de corto plazo, sino que pretendía colaborar en la reestructuración de la cultura zonal, generar colectivamente un conocimiento que permitiera a los actores sociales implicados constituirse en protagonistas activos en la propuesta y gestión de políticas integrales, y potenciar la participación ciudadana.

#### **Control de las geohelmintiasis en Casabó y Cerro Oeste:**

El objetivo general del proyecto es contribuir al control de las geohelmintiasis en los barrios Casabó y Cerro Oeste, zonal 17 de Montevideo, en especial en las zonas de situación crítica sanitaria. Este objetivo general implica seis objetivos específicos fundamentales:

1) Identificar áreas de transmisión de geohelmintiasis humanas, correlacionar condiciones favorecedoras y factores de riesgo, y determinar e implementar estrategias apropiadas para su control.

2) Diagnosticar, tratar y seguir casos de geohelmintiasis, implementando un sistema de vigilancia epidemiológica centinela (y, posteriormente, una eventual vigilancia con enfoque de riesgo) en el marco de un programa integral de control.

3) Definir indicadores para la evaluación de los proyectos de saneamiento que desarrollará en la zona la Intendencia de Montevideo.

4) Evaluar y validar indicadores y metodologías operativas de investigación e intervención para el control de las geohelmintiasis, construyendo un modelo pasible de ser extendido a otras áreas de Montevideo y el país. Formar recursos humanos para la tarea.

5) Estructuración y programación de un sistema de información geográfica que permita analizar la concurrencia, en términos espaciales, de factores que condicionen la transmisión de geohelmintiasis y su expansión geográfica, así como la posibilidad de

establecer una metodología para el abordaje y pautas de gestión para la implementación de soluciones al problema.

6) Contribuir a facultar a la población del área para que reconozca, asuma e impulse sus propios esfuerzos para la mejora continua de su calidad de vida (*empowerment*).

Esa experiencia dejó varias lecciones. Una de ellas es que existe en la Universidad una gran diversidad de capacidades de investigación de utilidad inmediata para abordar problemas que, genéricamente, podrían denominarse de «urgencia social». Otra, con directa incidencia en la modificación parcial del Programa, es que el investigador intere-

## Proyectos de Investigación e Innovación orientados a la Inclusión Social

El objetivo de este programa es promover agendas de investigación e innovación en todas las áreas de conocimiento, orientadas a la resolución de problemas que dificultan la inclusión social.

La justificación del programa es doble. Por una parte, se corresponde directamente con el compromiso de la UdelaR de colaborar de forma integral con el desarrollo del Uruguay. Por otra parte, se justifica por la especificidad del objetivo planteado, que no puede ser alcanzado con los instrumentos clásicos de fomento de la investigación.

Este programa financia investigación orientada a problemas, a diferencia de otros —como el Programa de I+D— que financian proyectos con agenda libre.

Se busca el abordaje de problemas sociales: que limitan significativamente la calidad de vida o supervivencia de sectores de población, cuya solución requiere, entre otros elementos, de la creación de conocimiento nuevo y que cuenten con el compromiso de los actores cuya participación en la implementación de las soluciones es imprescindible, para que, en caso de que el proceso de investigación resulte exitoso, se apliquen efectivamente los resultados obtenidos. Los actores cuyo compromiso con la implementación de soluciones se requiere pueden incluir, entre otros, tomadores de decisión, organizaciones en contacto con la problemática o representantes de la población afectada.

sado en trabajar en torno a problemas asociados a las condiciones de vida de los sectores más desprotegidos de la población no es necesariamente quien está mejor preparado para identificarlos.

A partir de entonces, se desarrolla un programa que se convoca en el 2008, el 2010 y se convocará en el 2012. En el 2008, 13 fueron los proyectos financiados distribuidos en tres ejes temáticos: Plan Ceibal, Salud y Programa Integral Metropolitano. En el 2010, última convocatoria realizada, 10 proyectos fueron aprobados e involucraron casi 360.000 dólares.

Es posible destacar algunos proyectos, a modo de ejemplo:

1) «El Plan Ceibal: impacto comunitario e inclusión social», cuya investigación avanza en la generación de conocimiento en torno a los impactos del Ceibal en la reducción de la brecha digital, concebida esta en un sentido complejo que incluye el uso con sentido, la apropiación y el aprovechamiento de las TIC para el desarrollo y no el mero acceso.

2) «Detección precoz de infecciones por streptococo grupo B de embarazadas como prevención de morbilidad en neonatos», cuya propuesta buscó resolver un problema de atención a la salud para embarazadas que se atienden en la Red de Atención Primaria (RAP-ASSE-MSP). La infección por estreptococo grupo B está descrita como frecuente y potencialmente mortal para el recién nacido e incluso la madre, en caso de no haber sido detectada a tiempo. Actualmente se diagnostica en el país por métodos microbiológicos y ello implica lentitud, además de traslados de las pacientes a los efectos de la obtención de la muestra y de hacer llegar el resultado médico. No todas las embara-

zadas acceden a ese diagnóstico. Hay una atención como máximo de 100 embarazadas por mes en el Laboratorio Central de la RAP-ASSE-MSP.

3) «Desarrollo de un algoritmo para la comparación estadística de dos neuroimágenes funcionales de un mismo individuo. Aplicación a la sustracción del SPECT ictal e interictal corregistrada con RM en la epilepsia refractaria». La epilepsia es la más frecuente de las enfermedades neurológicas principales. En Uruguay su prevalencia ha sido estimada en 1,14 %. Abarca una amplia gama de nosologías, con diferente severidad clínica, pronóstico evolutivo y respuesta terapéutica. Su tratamiento es esencialmente médico, en general de buen pronóstico. Sin embargo, casi 25 % de los pacientes no logran una remisión prolongada con las drogas antiepilépticas existentes. Estos pacientes portadores de epilepsias refractarias (ER) al tratamiento farmacológico se ven limitados en su desempeño social y laboral, incurriendo además en altos costos en atención de salud. En el caso de los pacientes pediátricos, las consecuencias sobre el neurodesarrollo pueden ser devastadoras. La cirugía de epilepsia es la alternativa terapéutica que ha alcanzado los resultados más eficaces en la ER. Los resultados de estas validaciones demuestran que el algoritmo propuesto tiene una mejor performance que el método clásico, detectando un número mucho menor de falsas activaciones.

Esta iniciativa se ve reforzada en el 2009, cuando desde la ANII se organizan unos instrumentos específicos, como los llamados a Proyectos de Alto Impacto Social. Este camino comenzó a recorrerse, producto de sendas consultorías realizadas en los

años 2008 y 2009, donde se recabaron los siguientes datos, que fueron insumos para la construcción del PENCTI.

Por medio de este instrumento, la Agencia financió hasta la fecha 18 proyectos, 10 en el 2009 y 8 en el 2010. Cada proyecto, de aproximadamente 50.000 dólares. Cada uno involucra temáticas muy variadas, desde la promoción social a través de las matemáticas hasta la investigación del cáncer de cuello de útero o el desarrollo participativo de variedades de boniato con destino a la industria de alimentos. Las instituciones involucradas fueron las universidades, organismos del Estado, organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro o centros de

investigación del ámbito privado. A partir de la evaluación de estas convocatorias, la Agencia se ha propuesto entre sus intereses el armado de una agenda de innovación social, con el objeto de identificar áreas de la realidad social, grupos de interés y modalidades operativas, para que la ANII focalice sus instrumentos explícitamente dirigidos a producir impacto social.

No obstante ello, los proyectos financiados hasta la fecha no dejan de ser destacables. Tal es el caso de la implementación de un Centro de Referencia Nacional para la producción y control de radiofármacos terapéuticos o producción local participativa de bioplaguicidas, que trata de producir un

### Insumos para la construcción del PENCTI

FUENTE		GRUPOS DE INTERES	AREAS	MODALIDADES OPERATIVAS
PENCTI		Grupos y sectores más desfavorecidos y excluidos	Educación y generación de empleo, salud, alimentación, vivienda	Identificación de la demanda. Ampliación de la agenda. Aplicación de la innovación.
Consultoría Abril 2009 **	Enfoque políticas activas	Amplios sectores de la población (mejorar su acceso a bienes y servicios).	<b>Empleo:</b> Acceso de los jóvenes al mercado laboral. Reinserción laboral de personas maduras. <b>Educación:</b> Permanencia en el sistema educativo. <b>Salud y Alimentación</b> Salud sexual de mujeres jóvenes. Alimentación de niños recién nacidos. <b>Participación e información.</b> Acceso a información y comunicación. <b>Acceso a Vivienda.</b>	- Ampliar las posibilidades de acceso a derechos, bienes servicios críticos para la integración social de las personas. - Participación conjunta de investigadores, agentes sociales y mediadores especializados (sastres) para la traducción de necesidades en demanda de innovación.
	Enfoque compensatorio	Sectores más vulnerables desplazados o excluidos por aplicación de la tecnología (ej. Trabajadores rurales y agricultura familiar).	Modelos nacionales de desarrollo que integren la dimensión social a la competitividad.	- Medidas de apoyo a la innovación en sectores productivos con trabajadores vulnerables. - Prorama de incorporación de nuevas habilidades cuando las adquiridas devienen obsoletas.
Consultoría Octu.- 2008 **		Excluidos de la tecnología y de su uso con sentido.	“Brecha digital”: no sólo disponibilidad de PC+ conectividad sino acceso a recursos sociales y políticos para el uso con sentido de las tecnologías (contenidos, lenguaje, educación, relaciones comunitarias y sociales).	- Articulación con el Plan Ceibal y con los SOCAT del Mides u otros interlocutores.

Fuente PENCTI y documentos vinculados.

\* Bianchi, C y Snoeck, M.: Informe ciencia, tecnología e innovación en Uruguay: desafíos estratégicos, objetivos de política e instrumentos propuesta para el PENCTI 2010-2030, abril del 2009.

\*\* Rodríguez Gustá, A. L.: Informe final de la consultoría sobre innovación e inclusión social para el PENCTI, octubre del 2008.

bioplaguicida de bajo impacto ambiental en base a recursos biológicos locales, producido en forma participativa con asociaciones de productores y de amplia disponibilidad para su aplicación.

Existen otras experiencias más vinculadas al relacionamiento directo con la población más vulnerable y que no implican tareas de investigación, ya sean de campo o gabinete. Refieren estrictamente al trabajo directo con el cuerpo social. Es el caso de la paleontología para no videntes. Con el respaldo de la Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (DICyT), un grupo de técnicos y asistentes honorarios del Museo Nacional de Historia Natural realiza anualmente un encuentro con jóvenes y niños no videntes, a quienes se los introduce a los conocimientos de la paleontología. Esta actividad se divide en tres etapas: una teórica (sobre anatomía), una práctica (la excavación) y una teórico-práctica (los niños son los científicos). La innovación se da en la primera etapa, ya que los técnicos incluyen en ella huesos humanos. Con la aprobación y el entusiasmo de los maestros, se incorporan los huesos o partes del esqueleto humano más representativos. El resultado: nada más espontáneo y natural que un niño descubriendo su «mundo interno».

Este tipo de experiencias se desarrollan también en otra División de la Dirección. Con el mismo objeto de acercar la cultura y el conocimiento a estos sectores de la población, el Museo Nacional de Antropología realiza actividades con adultos mayores y niños de escuelas públicas ubicadas en contexto crítico y próximas a su localización. Mediante actividades específicas se aproxima a los niños y a los adultos mayores a la tarea del

antropólogo y su objeto de estudio.

Un último aspecto a mencionar sobre este subobjetivo es la alianza entre la ANII y el BID, por medio de su División de Ciencia y Tecnología, producto de la cual surge una convocatoria conjunta cuyo objetivo es apoyar a grupos que presenten proyectos de investigación (modalidad A) o a empresas —individuales o asociadas— que presenten proyectos pilotos (modalidad B) cuyos resultados o escalamiento, respectivamente, redunden en soluciones innovadoras para la inclusión social o económica de personas que presenten discapacidades. De este llamado surgieron productos como Lamochila.com.uy y el portal web Luz Verde, ambos proyectos cuyo objetivo central es hacer accesible a las personas no videntes el contenido de ambos portales.

Pero si existe un programa o plan por excelencia en el que se propenda a una mayor equidad en la apropiación de tecnologías de la información y de la comunicación, es el Plan Ceibal.

En diciembre del 2006, el presidente Tabaré Vázquez anunció que se pondría en marcha el Plan Ceibal y que, con él, cada alumno y cada maestro de las escuelas públicas de todo el país recibirían de forma gratuita una computadora portátil. Ese fue el puntapié inicial de este ambicioso proyecto socioeducativo, que pone a Uruguay a la vanguardia en la reducción de la brecha digital, la inclusión y la equidad en el acceso a la educación.

Los niños de la escuela de Villa Cardal, situada en el departamento de Florida, fueron los primeros en recibir las 150 máquinas donadas por la organización One Laptop per Child (OLPC). Así, de un día al otro, Villa Car-

dal, un pueblo de menos de 2000 habitantes, al que los diarios llegan con tres días de atraso, pasó a integrar las ediciones de las cadenas internacionales de noticias, como CNN, de diarios como el Miami Herald y de sitios web en italiano, chino, inglés y japonés.

Dividido en cuatro fases, el Plan Ceibal buscó primero instalarse en todo el departamento de Florida, luego expandirse a los demás departamentos del interior y, en el 2009, llegar a la capital, Montevideo. En tiempo y forma y superando las complicaciones obvias de una empresa semejante, se cumplió el cronograma y hoy, maestros y alumnos de todas las escuelas públicas del país cuentan con su computadora portátil.

Su nombre, Ceibal, es el acrónimo de «Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea» y representa además al símbolo del país, su flor nacional: el ceibo.

El Plan es desarrollado conjuntamente por el MEC, Antel, la ANEP y el Latu, al que, mediante un decreto de Presidencia, le fue encomendada la implementación técnica y operativa del proyecto.

La iniciativa se inscribe, en lo interno, en el Programa de Equidad para el Acceso a la Información Digital (PEAID) y, a nivel internacional, en el trabajo llevado adelante por la organización OLPC.

Años de desarrollo y mejoras por parte de OLPC dieron origen a las XO, las computadoras portátiles que, desde el 2007, se entregan a los niños de varios países del mundo. Bajo costo, software libre y resistencia al trato de los pequeños, eran condiciones indispensables para que las máquinas llegaran a sus destinatarios. Todo este trabajo contó con el apoyo técnico y económico de varios gigantes de la industria como Google, AMD, Red Hat, News Corp y Brightstar.

## Centro de Referencia Nacional para la producción y control de Radiofármacos Terapéuticos

Los radiofármacos terapéuticos son un campo prometedor para el tratamiento de distintos tipos de cáncer (radioterapia dirigida), ya que no requieren equipamiento costoso y se pueden llegar a administrar dosis altas, específicamente en el sitio de interés. Básicamente, la radioterapia dirigida está basada en radiofármacos emisores beta unidos a biomoléculas que permiten el tratamiento más específico y eficiente de pacientes con cáncer. Dado que el cáncer es la segunda causa de muerte en Uruguay, existe una demanda insatisfecha y a veces desconocida de los radiofármacos. Muchos pacientes, que cuentan con recursos económicos suficientes, viajan al exterior para recibir estos tratamientos a precios muy elevados. El objetivo general es el desarrollo y validación de la producción y control de radiofármacos terapéuticos para tratamiento de diversos tipos de cáncer.

Si bien en Uruguay se están investigando y desarrollando con éxito radiofármacos de esta naturaleza, se requiere su preparación en condiciones de laboratorio especialmente adaptados a estos fines, así como la formación continua de recursos humanos.

El Plan Ceibal busca promover la inclusión digital, con el fin de disminuir la brecha digital, tanto respecto a otros países como entre los ciudadanos de Uruguay, de manera de posibilitar un mayor y mejor acceso a la educación y a la cultura. Pero la sola inclusión de la tecnología en las escuelas no asegura el cumplimiento de la meta, si no se la acompaña de una propuesta educativa acorde a los nuevos requerimientos, tanto para alumnos como para maestros. Es así que el Plan se basa en un completo sistema que busca garantizar el uso de los recursos tecnológicos, la formación docente, la elaboración de contenidos adecuados, además de la participación familiar y social.

Los principios estratégicos que encierra este proyecto son: la equidad, igualdad de oportunidades para todos los niños y todos los jóvenes, democratización del conocimiento, también de la disponibilidad de útiles para aprender y de un aprendizaje, no solo en lo que respecta a la educación que se les da en la escuela, sino en aprender ellos mismos a utilizar una tecnología moderna.

Objetivos generales:

- Contribuir a la mejora de la calidad educativa mediante la integración de tecnología al aula, al centro escolar y al núcleo familiar.

- Promover la igualdad de oportunidades para todos los alumnos de Educación Primaria, dotando de una computadora portátil a cada niño y maestro.

- Desarrollar una cultura colaborativa en cuatro líneas: niño-niño, niño-maestro, maestro-maestro y niño-familia-escuela.

- Promover la literacidad y criticidad electrónica en la comunidad pedagógica atendiendo a los principios éticos.

Objetivos específicos:

- Promover el uso integrado del computador portátil como apoyo a las propuestas pedagógicas del aula y del centro escolar.

- Lograr que la formación y actualización de los docentes, tanto en el área técnica como en la pedagógica, posibiliten el uso educativo de los nuevos recursos.

- Producir recursos educativos con apoyo en la tecnología disponible.

- Propiciar la implicación y apropiación de la innovación por parte de los docentes.

- Generar sistemas de apoyo y asistencia técnico pedagógica específica destinada a las experiencias escolares asegurando su adecuado desarrollo.

- Involucrar a los padres en el acompañamiento y promoción de un uso adecuado y responsable de la tecnología para el beneficio del niño y la familia.

- Promover la participación de todos los involucrados en la producción de información relevante para la toma de decisiones.

- Propiciar la creación y desarrollo de nuevas comunidades de aprendizaje promoviendo niveles de autonomía.

Desde mediados del 2008, el Área de Evaluación y Monitoreo de Impacto del Plan Ceibal viene llevando a cabo la evaluación socioeducativa del Plan Ceibal, mediante el trabajo coordinado del Latu y la ANEP. La investigación aplicada a la evaluación integra estrategias metodológicas cuantitativas y cualitativas, y se realizó en dos fases. Los resultados presentados públicamente en diciembre del 2009 son representativos a nivel nacional.

Los resultados son evidentes. Según el INE, en el 2006, el 80 % de los hogares del

país no tenía PC. De acuerdo con la presente encuesta, en el 2009 solo un 13 % de los hogares de nivel socioeconómico más bajo del interior tenían PC o laptop común en el hogar y solamente un 4 % tenía acceso a Internet en el hogar.

Tras la implementación del Plan Ceibal, cambia radicalmente la estructura desigual de acceso a computadoras e Internet. Al finalizar el 2009, todos los hogares de los quintiles más bajos con al menos un niño en la escuela pública superaron las barreras de acceso a estas tecnologías.

El 87 % de los niños respondieron que enseñaron a otros niños, padres o hermanos a usar la XO. De acuerdo a la respuesta de los maestros, el 80 % de los niños aprende el manejo básico de la XO en menos de un mes. Más del 60 % lo hace en dos semanas o menos. Lo más importante: esto se produce por igual para los niños de todos los niveles socioeconómicos. Dentro de los hogares de nivel socioeconómico más bajo, el 71 % de las madres respondió que sus hijos aprendieron a manejar computadoras a partir del uso de la XO y que lo desconocían anteriormente.

## Plan Ceibal

El 10 de mayo del 2007 se inició una prueba piloto en la Escuela 24 de Villa Cardal (departamento de Florida). La organización OLPC donó 200 computadoras portátiles para los 150 alumnos de primero a sexto año y sus maestros, siendo también involucrados en la experiencia los diferentes niveles de supervisores e integrantes de la comunidad educativa.

En noviembre del 2008 fue completada la entrega de computadoras portátiles en el interior del país, exceptuando al departamento de Canelones. De cualquier forma, fueron implementadas experiencias piloto en cuatro escuelas de este último departamento y en otras cuatro correspondientes al departamento de Montevideo.

Finalmente, en el correr del 2009 se realizó la entrega de computadoras a los niños ingresados a primer año en la totalidad de escuelas pertenecientes al interior del país, así como al resto de las escuelas de Canelones y Montevideo.

En el transcurso de las diferentes fases, culminadas durante el 2009, fueron entregadas 380.000 computadoras portátiles, de las cuales 362.000 corresponden a alumnos y 18.000 a docentes de Primaria. Esto equivale a que 220.000 nuevos hogares cuenten con computadora; la mitad de estos pertenece al quintil más pobre de la población. Además, se ha brindado conectividad e Internet a 2068 escuelas.

Por otra parte, y dado el éxito demostrado por la estrategia en materia de democratización del conocimiento, el entonces Presidente de la República amplió el alcance y la cobertura del Plan Ceibal. Así, mediante el decreto de fecha 15 de diciembre del 2008, se habilita la extensión del Plan a instituciones de enseñanza privada (existen en la actualidad 64 colegios privados adheridos al Plan), así como a la educación básica de la enseñanza media —secundaria y técnica— (artículos 1.º y 2.º del referido decreto).

Además del niño, quienes más usan la XO en el hogar son, en primer lugar, los hermanos mayores y en segundo lugar, las madres. Los principales usos a nivel familiar son buscar información general, buscar materiales para el liceo y, por supuesto, entretenimiento.

Una de cada 10 familias respondió que «buscar información sobre salud» es uno de los tres principales usos que se realizan con la XO en el hogar.

80 % de los directores opinan que el Plan Ceibal influyó de forma positiva en la autoestima, en aspectos motivacionales y en el aprendizaje en los niños. En el caso de la influencia en la asistencia, más de un 40 % opina que el Plan Ceibal influyó de forma positiva.

Estos beneficios se observan en mayor medida en niños de escuelas de contexto muy desfavorable, desfavorable y medio que no tenían computadora en el hogar antes del Plan. Por otra parte, el 74 % las madres están totalmente de acuerdo con el Plan Ceibal y una de cada cinco está de acuerdo. Para el 84 % de los niños, la computadora XO se merece la nota sobresaliente.

## DIVULGAR LOS AVANCES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS



Un segundo subobjetivo refiere a divulgar los avances científico-tecnológicos en términos que los hagan comprensibles para el conjunto de los ciudadanos y favorecer la apropiación social del conocimiento.

La ciencia y la tecnología deben y pueden estar al alcance de la sociedad en general. Que la sociedad acceda a ellas depende, en gran medida, de los métodos empleados para acercarla y de los lenguajes y procedimientos que los científicos, investigadores o divulgadores utilizan para hacerla comprensible. Existen varias instituciones privadas y organismos estatales que hacen un esfuerzo importante por decodificar en términos socialmente reconocibles los avances en ciencia y tecnología, para que estos sean tomados por la sociedad en su conjunto.

A modo de ejemplo, existen dos formas de contemplar un eclipse: en un largo lapso de tiempo se contempla el firmamento

o tomar dos esferas y una lámpara portátil y vivenciar la experiencia a escala, comprendiendo por qué se producen los efectos contemplados al ver el cielo. Este simple ejemplo demuestra cómo es posible educar y transmitir el conocimiento científico de un modo sensible al público en general.

Uno de los grandes espacios destinados a la comprensión de la ciencia y la tecnología es el Espacio Ciencia, un museo interactivo dedicado a la ciencia y la tecnología del Latu. Como centro educativo-recreativo y de difusión de ciencia y tecnología, permite al visitante, desde el nivel preescolar al adulto, convertirse en actor de una gran aventura tecnológica. La participación es el eje central de la propuesta y se estimula la imaginación, la creatividad y el espíritu crítico. El entretenimiento es el medio del aprendizaje, sobre el entendido de que la experimentación es una de las mejores formas de adquirir

conocimientos. La visita permite introducir o reafirmar conceptos y principios científicos y tecnológicos en un ambiente novedoso y con estrategias diferentes a las tradicionales. En este ambiente no formal, no solo se despierta el interés del visitante, sino que se le da la posibilidad para decidir, manipular y actuar.

Sus objetivos fundamentales son:

- Apoyar la educación formal brindando un espacio de ciencia y tecnología participativo e interactivo.
- Lograr que aumente la conciencia del visitante acerca del papel y la importancia de la ciencia y la tecnología en la vida actual.
- Estimular la curiosidad mediante la búsqueda de respuestas al fenómeno que observan.
- Estimular el espíritu crítico.
- Brindar un espacio de difusión de temas de importancia nacional.
- Proporcionar experiencias educativas que hagan que los usuarios comprendan algunos principios científicos y aplicaciones tecnológicas que antes no entendían.

El museo tiene una muestra permanente y organiza actividades temporales como Ciencia Show, donde se muestran de manera experimental e interactiva algunos cambios químicos o físicos de la materia, que se manifiestan mediante variaciones de color, aumento o disminución de la temperatura, formación de un precipitado o desprendimiento de un gas. Se realizan en vivo algunas experiencias sencillas con materiales y sustancias que se utilizan habitualmente en la vida cotidiana y que no presentan riesgo en su manipulación. Las actividades experimentales se pueden repetir fácilmente en casa bajo

la supervisión de un adulto responsable.

El público participa activamente en la realización de los experimentos. El guía induce la interpretación de los cambios observados. Asimismo, recibe infinidad de grupos escolares que se organizan en visitas guiadas donde los grupos son recibidos al ingreso por el coordinador de Espacio Ciencia y divididos en subgrupos de aproximadamente 18 alumnos por guía. El coordinador asesora al docente sobre las distintas propuestas de acuerdo a la edad de los visitantes. El docente elige dentro de las opciones presentadas cuáles áreas son de su interés, ya que es imposible recorrer todas las exhibiciones en una sola visita.

Un camino similar recorre la organización Ciencia Viva, ubicada en el Planetario Municipal. Ciencia Viva es una organización cuyo objetivo general es la creación de un ámbito permanente de orden sociocultural:

- que acreciente y mantenga vivo el interés de la comunidad en la ciencia y sus logros,
- que estimule particularmente en los adolescentes y jóvenes, una participación activa mediante muestras, concursos, intercambios y toda tarea que conduzca al desarrollo de la creatividad,
- que propugne el establecimiento de canales eficientes para una interacción de la ciencia con otras esferas de la vida cultural del país,
- que favorezca la creación y desarrollo de proyectos multidisciplinarios.

Y como objetivos particulares tiene los siguientes:

- Promoción de la investigación científica y su vinculación con el proceso de enseñanza.

- Estimulación de metodologías que contribuyan a despertar el interés por el estudio de la ciencia.

- Establecimiento de relaciones dentro y fuera del país, con instituciones públicas o privadas destinadas a la enseñanza y formación.

- Establecimiento de relaciones dentro y fuera del país, con instituciones públicas o privadas de carácter científico que encaren proyectos de acción coincidentes con los presentes objetivos.

- Organización de muestras, conferencias, exposiciones, seminarios, talleres

y toda actividad que contribuya al cumplimiento de los objetivos de la organización.

- Realización de publicaciones vinculadas a las actividades y objetividades de la Asociación.

- Promoción del periodismo científico.

La Asociación tiene una Muestra Activa, que es pionera en el Uruguay como actividad formal y es continua, ya que viene realizándose desde 1993. Se trata de una actividad relacionada con la ciencia y la tecnología cotidianas, netamente participativa, realizada por uruguayos para uruguayos. El diseño

## Ciencia Viva para Todos

En el marco del programa Ciencia Viva para Todos se propone llevar adelante las acciones necesarias de adecuación de la muestra activa permanente para que todas las personas, aun las que poseen capacidades diferentes, puedan acceder a una participación activa. La accesibilidad a un museo incluye la franqueabilidad (poder ingresar sin ayuda de terceros), la movilidad (poderse desplazar con libertad) y la usabilidad (poder realizar las actividades del museo). El proyecto que se presenta constituye la primera etapa de este programa y propone las acciones necesarias para que la muestra pueda ser visitada por personas sordas, ciegas y de baja visión en condiciones similares a las personas videntes. Para lograr estos propósitos Ciencia Viva debe realizar cambios en la estructura actual de algunas de las experiencias y en el entorno de la muestra. La propuesta para esta etapa consiste en:

- 1) Modificar, adaptar o señalar los accesos a la muestra y la circulación dentro de esta, de acuerdo con las posibilidades de las personas sordas, ciegas o de baja visión, o adecuar 25 experiencias de la muestra con las que sea posible interactuar también por medio del tacto o del sonido, o hacer fácilmente identificables esas experiencias al tacto.

- 2) Disponer de un sistema de audioguías con auriculares, para que el visitante con problemas de visión acceda a la información, dada la dificultad que la mayoría de los ciegos tienen para leer fluidamente el sistema Braille.

- 3) Capacitar al personal de Ciencia Viva para la nueva dinámica.

- 4) Incorporar el lenguaje de señas en la actividad «Experiencias guiadas».

de muchas de las experiencias pertenece al mundo de los museos participativos, pero muchas otras son creadas y diseñadas por el equipo técnico de Ciencia Viva y respaldado por los estudiosos de cada tema en Uruguay. Todas son construidas en locales propios por jóvenes estudiantes de distintas disciplinas (Universidad del Trabajo, UdelaR, asociaciones civiles).

Posee una organización temática basada en el hombre y sus valores, que oficia de hilo conductor para el acercamiento a los otros tres temas: universo, vida, y materia y energía. Cada uno de estos temas se organiza alrededor de una serie de ideas o conceptos que se quieren transmitir (aunque no siempre aparecen explícitamente) y se identifican por un color: rojo para hombre, verde para vida, azul para universo y amarillo para materia y energía. Así, mediante unas 120 experiencias, se pueden vivenciar cuestiones de las ciencias básicas, de los conocimientos astronómicos y, lo más importante, comprobar lo engañosa que puede resultar la simple percepción de las cosas y comprender la relevancia de una observación criteriosa, la relatividad de una teoría científica.

Esta muestra permanente se acompaña de una itinerante compuesta por unas 80 experiencias, que ya ha recorrido más de 30 localidades del interior del país y los barrios de Montevideo. Las localidades visitadas albergan a más de 600.000 personas y han participado en la muestra más de 100.000, lo que demuestra el poder de convocatoria de esta propuesta. Esta muestra itinerante se desarrolla con el apoyo del MEC, por medio de los Centros MEC, la ANII y el Consejo de Enseñanza Inicial y Primaria.

En el 2010, Ciencia Viva logró ser be-

neficiaria de la ANII mediante un proyecto presentado a la convocatoria Proyectos de Apoyo a Programas y Proyectos de Popularización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. El proyecto se denomina «Ciencia viva para todos» y por medio de él Ciencia Viva se propone crear nuevas condiciones para continuar los esfuerzos de universalización de sus acciones de popularización de la ciencia y la tecnología.

El IIBCE realiza una actividad de gran importancia, cuyo objeto es actualizar los conocimientos en el campo de las ciencias biológicas. Regularmente, el Instituto realiza talleres para maestros y profesores de enseñanza secundaria que pretenden actualizar a estos actores de la enseñanza primaria y media para completar su formación y, a su vez, transmitan el conocimiento a los niños y jóvenes en términos comprensibles para estos. Esta actividad se acompaña de conferencias didácticas sobre las principales áreas de trabajo de Instituto.

## FOMENTAR EL ESPÍRITU CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO Y EMPRENDEDOR DE NIÑOS Y JÓVENES



Por último, el PENCTI se propone fomentar el espíritu científico, tecnológico y emprendedor de niños y jóvenes por medio de programas de popularización de la ciencia y la tecnología.

Resulta indispensable en la actual sociedad ampliar los escenarios de divulgación de la ciencia, la tecnología y la innovación, integrar la educación formal con la no formal, acercar el discurso académico al lenguaje cotidiano y a los temas de conversación de todos los días, así como promover la participación de las personas en temas de opinión ciudadana sobre ciencia y tecnología.

Las actividades de promoción de la ciencia y la tecnología se proyectan en diversas direcciones y se orientan a variados destinatarios. Sin embargo, desde el Departamento de Cultura Científica (DCC), de la DICYT, del MEC, se entiende que todas las

estrategias de comunicación (ferias, exposiciones, conferencias, muestras interactivas, minicursos y campamentos científicos, entre otros) deben tener un denominador común: acercar la ciencia a la sociedad.

En este contexto, desde la DICYT y por medio del DCC se promueve como una de las líneas principales el acercamiento de niños, jóvenes y adultos: los Clubes de Ciencia.

Este programa involucra a más de 600 Clubes de Ciencia de niños, adolescentes y jóvenes de los diferentes niveles de la enseñanza en todo el país, hasta las más alejadas y pequeñas localidades. Estos clubes trabajan a lo largo del año en proyectos elaborados a partir de una reflexión crítica efectuada por los propios jóvenes y niños, orientados por docentes, proyectos que luego participan en ferias departamentales, instancias de alto contenido integrador, en tanto son expuestas todas las experiencias

entre pares para culminar en una feria nacional, el evento de mayor impacto y trascendencia que se realiza cada año en distintas regiones del país.

Desde el 2005, la ANEP-Codicen, el MEC y la UdelaR firmaron un convenio marco de apoyo a las actividades de Clubes de Ciencia, el que se vio fuertemente acrecentado en los últimos dos años. Cerca de 96.000 personas de un centenar de localidades del Uruguay participaron de las diferentes actividades que impulsa la DICyT por medio de su DCC.

Existen seis casos paradigmáticos de clubes de ciencias recientemente reconocidos por la DICyT. Estos fueron expuestos en la presentación de actividades de los Clubes de Ciencias 2012 y serán embajadores uruguayos en el exterior, pues serán presentados en diferentes instancias internacionales. Se trata de los casos que siguen.

**Club de Ciencia: Bénticos y su proyecto *Una visión béntica del Miguelete*:**

En el 2010 se realizó una investigación en la que se encontraron diversas especies bentónicas en el curso inferior del arroyo Miguelete, principal curso de agua de Montevideo. Los organismos acuáticos se agrupan en tres niveles: plancton, necton y bentos, según su desplazamiento y forma de vida. Se decidió estudiar el nivel bentos, pues se ubica en la orilla y tiene el 70 % de los seres vivos de la fauna acuática, está integrado por macroinvertebrados que miden más de 1 mm y viven en las piedras del fondo de los cuerpos acuáticos. En este año se propone determinar si existen organismos bentónicos en todo el curso del arroyo Miguelete. La diversidad de organismos que se encuentren en un arroyo es un indicador de

la calidad general este: a mayor diversidad, mejor calidad. Se parte de la hipótesis de que existen seres bentónicos desarrollándose en todo el curso del arroyo, encontrando mayor diversidad en el curso superior.

Se desarrolló la siguiente metodología: búsqueda de información en diferentes fuentes escritas; consultas a un especialista de la Facultad de Ciencias; extracción de muestras en la misma zona estudiada en el 2010 en el curso inferior, en el curso superior y en curso medio del Miguelete; entrevista a integrantes del Sector de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo sobre sus actividades de monitoreo biológico; observación y identificación de los especímenes, y cálculo de la diversidad y abundancia de estos; comparación y tabulación de los resultados; extracción de conclusiones. De esta manera, se logró determinar que existen insectos, crustáceos y moluscos que se desarrollan en el arroyo Miguelete, y que el curso superior es la zona de mayor riqueza y abundancia de seres bentónicos. Este club se presentará en XII Congreso Nacional de Ciencias y Tecnologías (Puerto Montt, Chile).

**Club de Ciencia: Los N ecologistas y su proyecto *Tacuarembó ecológico*:**

El presente trabajo se desarrolló en el marco de los temas contenidos en el programa de Biología de tercer año de Ciclo Básico. La elección del tema: «Tacuarembó ecológico» surgió a partir de una lluvia de ideas que se realizó a principio de 2011 sobre las actividades que el grupo deseaba realizar. La motivación del grupo por este proyecto de investigación se basó principalmente en conocer los problemas ambientales de la ciudad y plantear medidas para superar-

las, con perspectivas a mejorar la calidad de vida de la población y a crear una mayor y mejor conciencia ecológica, así como hacer conocer y fomentar, en las autoridades departamentales, ciudadanos y organizaciones ecológicas, el interés por el proyecto. Además, la idea de realizar este trabajo es comenzar a relacionar los conocimientos teóricos y metodológicos con la realidad problemática en el aspecto socioambiental que presenta la ciudad, visualizando sus causas y consecuencias. También se plantea como objetivo establecer lineamientos con perspectivas a futuras medidas a tomar para solucionar los problemas mencionados,

tendientes a desarrollar acciones que determinen el desarrollo sustentable de la ciudad y promuevan en los ciudadanos conductas eficaces y ecológicas. Estos lineamientos fueron planteados a las autoridades departamentales, organizaciones ecológicas y la población en general. *Este club se presentará en la Feria Mostratec (Nuevo Hamburgo, Brasil).*

**Club de Ciencia: Proyectos MODE y su proyecto *Aprestamiento digital*:** Este programa consiste en la aplicación de un juego interactivo orientado a niños de nivel preescolar. Se pretende que el usuario adquiera una sólida base en la caligrafía,

## Clubes de Ciencia

### *¿Qué es un Club de Ciencia?*

Es un escenario de educación no formal, en el que niños, jóvenes y adultos se proponen resolver un problema mediante una investigación o la elaboración de un objeto tecnológico. Las actividades que desarrollen tenderán a un acercamiento del Club a su contexto y a su comunidad, por medio de la ciencia, la tecnología y la innovación.

### *¿Cómo se forma?*

El Club se establece a sí mismo una forma de organización y selecciona un tema de investigación que posteriormente desarrollará con la supervisión de un orientador. El tema elegido podrá estar vinculado a problemas de interés local, regional o al de los propios participantes.

### *¿Quiénes lo integran?*

Lo integran una o más personas (niños, jóvenes o adultos) que a su vez elegirán a otra, mayor de 18 años, para que sea el orientador del Club.

### *¿Dónde se localiza?*

Puede estar localizado en ámbitos formales o no formales de educación, como también en otros escenarios definidos por el propio Club, el cual garantice el desarrollo de la investigación a realizar.

reconocimiento y escritura de los números. La idea surgió mediante la observación de metodologías educativas utilizadas por una maestra al momento de aplicar el aprestamiento en un niño, dando comienzo al reconocimiento y escritura del alfabeto. Tuvimos la visión de incorporar estas metodologías en el área tecnológica-informática por medio de la aplicación de un software: «Aprestamiento digital».

Este club se presentará en la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería Intel-Isef (Pittsburg, Estados Unidos).

**Club de Ciencia: S.H.I. Designs y su proyecto *Silla de ruedas controlada por la voz (Chairtec)*:** Chairtec es un proyecto pensado con el fin de que personas con capacidades diferentes (ej.: cuadriplejía) puedan tener un control sobre su transporte sin tener que ser auxiliado para trasladarse. Este proyecto se basa en una silla de ruedas modificada con motores, sistema direccional y frenos, que con una computadora a bordo puede captar comandos de voz y transformarlos en una función (ej.: cuando la persona diga «aventar», la computadora interpretará y enviará los datos hacia los motores para que se activen y la silla pueda avanzar). En un futuro esta silla contará con un sistema de posicionamiento global (GPS) para indicar la ubicación de esta. Uno de los puntos fundamentales que se tienen en cuenta en SHI Designs es la seguridad y la buena estabilidad en nuestro sistema. Un punto fundamental a recalcar es un soporte desde la casa, por el cual mediante una conexión a internet los familiares de la persona podrán obtener los datos técnicos de la silla, tales como temperatura del motor, funcionamiento de la dirección, entre otros.

También es importante aclarar que contará con otras medidas de seguridad especiales; además de luces, señaleros y una batería de emergencia, en caso de que la batería que alimenta los motores o la computadora se agoten. Este club se presentará en la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería Intel-Isef (Pittsburg, Estados Unidos).

**Club de Ciencia: Los eco-fritos con su proyecto *Mis frituras auto-reciclables*:** Los Eco-fritos es un club integrado por un grupo de adolescentes del Liceo 1 de Tacuarembó, quienes desde hace ya varios años viene trabajando en clubes de ciencia, teniendo siempre como tema central el medio ambiente, su problemática actual y el planeta que dejarán a generaciones venideras. La presente investigación surge luego de largas charlas de amigos en la que se planteaban diversos temas para el club de ciencia. Los objetivos generales que se presentaron fueron colaborar desde los hogares en la conservación del medio ambiente e introducir la idea de reciclaje de desechos domiciliarios. Como objetivos específicos se formularon reciclar aceite comestible usado, diseñar y construir una máquina recicladora para reutilizar ese desecho domiciliario, elaborar jabones con los desechos obtenidos durante el reciclaje de aceite usado, reutilizar el aceite remanente, transformar la acción de fritar en una acción sustentable y recicladora. Se logró la construcción de la máquina recicladora y, por ende, cumplir con los puntos anteriores planteados, a la vez que luego de culminada la investigación surge como tema colateral la economía de los hogares y el aporte desde el presente proyecto. Este club se presentará en la Feria de

Ciencia, Sociedad y Tecnología (Misiones, Argentina).

**Club de Ciencia: Los visionarios con su proyecto *Sexismo en la publicidad*:**

Se entiende por sexismo a la discriminación de personas de un sexo por considerarlo inferior al otro. El sexismo se ve en muchos aspectos de la vida cotidiana, ya que se encuentra instalado en la sociedad desde épocas remotas y crea, como una de las consecuencias, estereotipos desiguales para cada uno de los sexos. Si bien estos han cambiado a lo largo de la historia, siguen presentes y la publicidad, ¿los utiliza? Aquí yace la problemática que intenta resolver esta investigación cuya incógnita es: ¿somos conscientes de qué nos muestra la publicidad? Se tiene como hipótesis que la publicidad presenta mensajes sexistas que son interiorizados inconscientemente por los jóvenes uruguayos, promulgando de esta manera la inequidad de género en la sociedad. El objetivo principal de este estudio es determinar si la publicidad presenta contenido sexista. En ese caso, si este es interiorizado por el consumidor, determinar quiénes son los más propensos a hacerlo y de qué manera, además se busca establecer cómo repercute este fenómeno a nivel social en Uruguay. Se pretende también identificar los antecedentes del sexismo, analizar diversas maneras en las que se lo fomenta (si las hubiese) y, por último, crear conciencia para hacer visible el problema. Al momento, los resultados obtenidos indican que la publicidad presenta contenido sexista y que este es interiorizado por los consumidores de manera inconsciente, promulgando el sexismo en la sociedad. Este club se presentará en la Feria Internacional

de Ciencia e Ingeniería Intel-Isef (Pittsburg, Estados Unidos).

Otra instancia en la que la DICYT participa decidida y activamente es la Semana de la Ciencia y la Tecnología, que ha logrado posicionarse en Uruguay y tener un impacto muy considerable, al punto tal que en el 2011 alcanzó a las 43.000 personas. Es un evento de carácter nacional y que repercute mayormente en el interior del país, alcanzando pequeños poblados y zonas rurales. El incremento en el número de investigadores y divulgadores que ofrecieron conferencias fue notorio de una edición a otra, al igual que la demanda por parte de instituciones educativas, entidades sociales, deportivas, entre otras. El público que aprovecha mayormente de esta instancia corresponde a estudiantes de educación primaria y media, así como centros educativos.

Acompañando a la semana se producen las Jornadas de Puertas Abiertas, que ofrecen un escenario muy fructífero para que escuelas, escuelas técnicas y liceos muestren sus trabajos a la comunidad. Por otro lado, permiten la visita de centros de investigación, museos y empresas que trabajan en emprendimientos innovadores.

Las instancias de Ferias Científicas, con 25 años de trayectoria en el país, han tenido un cambio sustancial en los últimos años. El aumento cuantitativo en el número de Clubes de Ciencia que se presentan año a año no es el indicador más destacable, sino el valor de estos como un instrumento poderoso de educación en ciencias y de inclusión social. El trabajo en Clubes de Ciencia permite, además, despertar vocaciones y constituye un trabajo directo en valores. Debe destacarse que por medio de estos se

logró la reincorporación de estudiantes que habían abandonado el sistema educativo formal. Este hito tuvo un impacto en unas 53.000 personas durante el 2011.

La transparencia en el proceso y los esfuerzos por un trabajo de calidad han posicionado a las Ferias de Clubes de Ciencia de Uruguay en el contexto internacional. De esta manera, la Feria Nacional se encuentra acreditada ante la Feria Internacional de Ciencia e Ingeniería Intel-Isef (Estados Unidos), la Muestra de Ciencia y Tecnología Mostratec y Febrace (Brasil), la Feria Nacional de Ciencia y Tecnología (Argentina), el Congreso Nacional de Ciencias (Chile), entre otras.

La ANII ejecuta instrumentos específicos cuyo objeto es la promoción de la ciencia y la tecnología. Si bien el instrumento se denomina Apoyo a Programas y Proyectos de Popularización de la CTI, el concepto de popularización debe ampliarse al de promoción de la ciencia y la tecnología. De hecho, las convocatorias realizadas, dos hasta el momento, y el contenido de los proyectos aprobados demuestran la amplitud del concepto a la hora de evaluar y aprobar las propuestas.

Proyectos como «Superhéroes de la Física», que es un programa de televisión que divulga conceptos, teorías y enfoques de la física por medio de desentrañar los poderes de los héroes de los cómics y películas, objetos de la cultura popular que despiertan el interés de grandes y chicos, o «Química d+: descubriendo la química de tu entorno», en donde Química D+ es un programa de actividades dirigido a niños en edad escolar y a maestros de enseñanza primaria y tiene como objetivo general mostrar, a partir de

la propia experiencia de los niños, cómo la química está presente en la vida cotidiana, cómo influye en ella y cómo la ciencia contribuye a mejorar la calidad de vida de todos. La participación activa de los niños en actividades experimentales concretas es uno de los puntales del proyecto y se logra, de esta forma, insertar al niño efectivamente en el proceso de generación del conocimiento científico. El programa se desarrolla en dos modalidades, según de la ubicación geográfica de los destinatarios. Los escolares de Montevideo y el área metropolitana concurren a la Facultad de Química a realizar las actividades de Química D+. Para las escuelas del interior se desarrollará un kit QD+, para que presentadores especialmente entrenados realicen las presentaciones en las escuelas. Los kits QD+ contendrán los reactivos necesarios para las actividades, manuales para los presentadores y librillos para que los niños puedan realizar más actividades en sus casas e involucrar de esta manera a sus familias. Tienen un público objetivo muy diferente al de los proyectos presentados y aprobados para los medios de comunicación escrita como el semanario *Brecha* o el semanario *Voces* o los periódicos *La Diaria* o *El Observador*. Más aún, el público objetivo al cual acceden los proyectos a «Inno-agro-sensibilizarse», «Arácnidos del Uruguay» o «Tus ideas valen» demuestra esa amplitud y el concepto expresado por la propia ANII sobre que el apoyo a este tipo de actividad se enmarca en el propósito a mediano y largo plazo cuestiones vinculadas a la ciencia, la tecnología y la innovación sean conocidas e incorporadas por la población en general. Estos procesos apuntan a mejorar las condiciones de la partici-

pación ciudadana y a democratizar procesos sociales esenciales para la población.

La Agencia también desarrolló instrumentos tendientes a promover el emprendedurismo entre los jóvenes. Tal es el caso del programa de Apoyo a Jóvenes Emprendedores Innovadores, cuyo objeto es la creación, puesta en marcha y despegue de una nueva empresa, basada en productos o procesos innovadores en relación con el mercado que se pretende ingresar y que está destinado a personas mayores de edad y menores de 35 años al momento de cierre de la convocatoria y que cuenten con la referencia de una institución patrocinadora.

En igual dirección, otro instrumento del mismo programa es el de Empresas Jóvenes. Este programa apunta a guiar y ayudar en el proceso de maduración de empresas innovadoras de corta historia, mediante el subsidio de proyectos, y está destinado a financiar a aquellas empresas nacionales que no superen los 18 meses desde la emisión de la primera factura y cuyos directores sean menores de 35 años al momento de cierre de la convocatoria. Adicionalmente, estas empresas no podrán haber facturado, por todo concepto, más de 20.000 dólares.

Es necesario hacer mención a la Sociedad Uruguaya para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología (Supcyt), que es una organización civil integrada por ciudadanos de diferentes orígenes e intereses reunidos para promover, desarrollar y divulgar el conocimiento científico-tecnológico para el progreso social, cultural, productivo y económico de la nación. Supcyt se constituye como un ámbito de encuentro, análisis, reflexión, propuesta y acción. Su vocación es la de coordinar, armonizar y promover a los

diferentes actores, instituciones, áreas, disciplinas y ámbitos que de una u otra forma se vinculan a la generación de conocimiento, su aplicación y su difusión en provecho de la sociedad.

Supcyt tiene como fin promover el avance en las fronteras del conocimiento, en beneficio del bienestar nacional. Para ello busca ampliar la base de comprensión social y su deseable y posible apoyo a los aportes que la investigación científico-tecnológica y la aplicación innovadora pueden aportar al desarrollo. Tiene por objetivos estimular la generación, incorporación y adaptación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos en todas las áreas de actividad del quehacer nacional; promover una política de Estado nacional vinculada a la CTI, plástica pero con continuidad temporal. A tal efecto, se instrumentará la participación de diferentes sectores de la sociedad, promoviendo la continuidad basada en consensos o respaldos mayoritarios obtenidos, la sustentabilidad económica, el respeto medioambiental y a la búsqueda permanente de integración y equidad sociales; impulsar la generación y consolidación de un Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, articulando sus distintos actores y en particular fomentando una inversión significativa del Estado y el sector privado, y la fluida comunicación entre científicos y tecnólogos y la sociedad; contribuir a fomentar la educación de calidad en todos sus eslabones y estamentos; colaborar con la difusión, divulgación y popularización del aporte de la CTI a la calidad de vida y desarrollo integral de las naciones; fortalecer la cooperación regional e internacional en CTI y promover la ética en

la CTI, tanto desde el punto de vista de la conducta responsable de sus actores, como de la apropiación de sus beneficios por la comunidad en general.

La Supcyt es una organización que apoya, colabora y participa activamente de actividades como la Semana de la Ciencia y la Tecnología, de la cual es un actor clave en su gestión; organiza eventos de divulgación y exposiciones con el objeto de acortar las distancia entre la población y el conocimiento científico.

*Fuente:* Capítulo elaborado compilando, glosando y extrayendo información de diversas fuentes: Página web de la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República; Información proporcionada por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación y extraída de su página web; Informes anuales y documentos de divulgación del Departamento de Cultura Científica de DICYT-MEC; Informes anuales y página web del Plan Ceibal; Información proporcionada a través de entrevistas personales o páginas web de: Espacio Ciencia (LATU), Ciencia Viva, Sociedad Uruguaya para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología e informes elaborados por el Museo Nacional de Historia Natural y el Museo Nacional de Antropología de DICYT-MEC.

**ANEXOS**





# PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (PENCTI)

## 1. ANTECEDENTES

El gobierno de la República Oriental del Uruguay ha impulsado una multiplicidad de acciones de política pública en el área de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) a los efectos de aprovechar las oportunidades que surgen para alcanzar el desarrollo económico y social que antes nos resultara esquivo. La globalización y la nueva economía basada en el conocimiento exigen contar con mano de obra más calificada, desarrollar capacidades de aprendizaje permanente, disponer de centros de investigación competitivos internacionalmente y con impacto nacional, y generar redes interinstitucionales para sacar el mayor rendimiento social a la interrelación entre educación, conocimiento, ciencia, tecnología e innovación.

Iniciar decididamente dicho camino permitirá enfrentar con éxito la dura competencia internacional, continuar creciendo en el mercado global y generar cada día más y mejores empleos para una fuerza laboral más calificada. También abrirá la posibilidad de avanzar hacia una mayor equidad, pues potencia como recurso de base el desarrollo del conocimiento, un activo cuya propiedad se puede repartir de manera más igualitaria que el capital o los recursos naturales. Avanzar en esta dirección implica afrontar muchos desafíos y construir nuevas alianzas con el sector privado nacional, generando condiciones para levantar restricciones que traban su desarrollo.

Las principales áreas de acción emprendidas fueron: 1) diseño de una nueva institucionalidad que permitiese superar la disper-

sión heredada así como optimizar recursos y capacidades existentes; 2) inicio de un proceso de elaboración programático-estratégico dirigido a concretar por primera vez en nuestro país un Plan Estratégico Nacional en CTI (PENCTI); y 3) consolidación del apoyo financiero que de sustento incremental y permanente a dicha política pública en el sector.

El nuevo diseño institucional comenzó en Abril de 2005 con el decreto de creación del Gabinete Ministerial de la Innovación (GMI), integrado por el Ministro de Agricultura y Pesca (MGAP); el Ministro de Industria, Energía y Minería (MIEM); el titular de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP); el Ministro de Economía y Finanzas (MEF) y el Ministro de Educación y Cultura (MEC), quien lo preside, y fue continuado con la aprobación de la ley 18.084 que le confiere al GMI rango legal y otorga un rol central en la fijación de lineamientos político-estratégicos. La norma avanza estableciendo cometidos y competencias a otros dos relevantes actores: la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), brazo operativo de las políticas públicas y las prioridades del Poder Ejecutivo en el tema; y el Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT) que -ampliado y revitalizado- actúa como órgano de consulta y asesoramiento del sistema.

En relación al soporte financiero incremental para CTI, la tarea se focalizó en dos frentes complementarios. Por una parte, se aprobaron nuevos recursos en leyes presupuestales y de rendición de cuentas, así como estímulos específicos al sector privado derivados

de las reformas tributarias y exenciones fiscales a inversiones productivas innovadoras. Por otra parte, fondos incrementales gestionados ante organismos multilaterales de créditos y entidades de cooperación internacional fueron canalizados para apalancar la política pública.

En lo que respecta a las definiciones político-estratégicas, inicialmente el GMI identificó algunos sectores prioritarios para la promoción de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, y financió una serie de consultorías de técnicos independientes para avanzar y profundizar en dichas prioridades. El procedimiento de las consultorías incluyó diferentes etapas: la confección de documento borradores; la organización de talleres con actores calificados; la presentación del informe sectoriales enriquecidos con los aportes recibidos; y finalmente un documento unificado de síntesis.

En Mayo de 2009 el GMI presentó públicamente las Bases y Principales Lineamientos del PENCTI, y envió para su análisis y opinión por parte del CONICYT, una versión con los principales fundamentos que se han ido elaborando colectivamente en ese extenso proceso de discusión. Recibidos e incorporados importantes aportes realizado por el CONICYT, el presente documento resume los avances alcanzados hasta el momento fijando aspectos de carácter general que orientan la estrategia de mediano y largo plazo. El documento establece premisas, marco conceptual, cinco objetivos generales que se desagregan en varios sub-objetivos, y define áreas estratégicas prioritarias. Si bien este documento no cierra un proceso típico

de planificación estratégica, los elementos presentados pueden resultar suficientes para orientar la asignación de recursos en los años venideros y la evaluación del avance hacia los objetivos, mientras continúa perfeccionándose el sistema de planificación hacia una versión del PENCTI más precisa y por lo tanto con mayor utilidad operativa.

## 2. PREMISAS

**Se parte de una concepción integral del desarrollo, en la que la equidad y el crecimiento económico son elementos de una misma estrategia**

Creer con equidad implica combinación e interacción de políticas macroeconómicas que generen equilibrios sostenibles, con políticas de desarrollo productivo consistentes con una mejor distribución de oportunidades y productividades, y políticas sociales orientadas a la reducción de la desigualdad y la eliminación de diversas formas de discriminación mediante la inversión en capital humano y la construcción de capital social.

**El desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) en Uruguay se inscribe en el marco de un paradigma tecno-económico vigente en el mundo, que se profundizará en los próximos años, en el que el conocimiento y la innovación son el motor del desarrollo**

El conocimiento, encarnado en los avances científicos y tecnológicos, ha sido históricamente un factor determinante en el pasaje de un paradigma tecno-económico a otro.

Sin embargo, la actual velocidad con la que el conocimiento es creado, acumulado, aplicado y depreciado no tiene precedente, y ha dado lugar al concepto de Economía del Conocimiento. Éste pretende reflejar una estructura económica -distinta a la de la era industrial- en la que ciertos *activos intangibles*, tales como conocimiento, aprendizaje y creatividad, se han vuelto recursos clave para la competitividad. La competitividad es cada vez más una función de *ventajas adquiridas*, basadas en la calidad de los recursos humanos y la capacidad para generar y aplicar conocimiento, y cada vez menos de las ventajas derivadas de la dotación de recursos naturales.

Se intenta impulsar un desarrollo “**intensivo en conocimiento**”, frente a una estructura productiva que históricamente ha estado demasiado recostada en la producción de “*commodities*”. Por otra parte, se busca un desarrollo integrador, que genere oportunidades para todos los uruguayos y condiciones para poder aprovecharlas.

Para lograrlo, se pretende articular a los actores mediante incentivos y recursos para amplificar al máximo las posibilidades de incorporar conocimiento en la sociedad, innovando en la producción, los servicios y la cultura. En tal sentido, se intenta superar los principales problemas históricos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI). Cabe aclarar que en el presente documento se utilizarán los conceptos de Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) y de Sistema Nacional de Innovación (SNI) como sinónimos.

Con ese propósito, el presente “documento marco” que denominamos PENCTI, pretende cumplir con los siguientes cometidos:

- *Comunicar y alinear expectativas entre los diferentes actores,*
- *Dar un marco para las iniciativas públicas para el desarrollo de la CTI*
- *Avanzar en el diseño de un lenguaje común que permita una mejor comunicación entre los diferentes elementos e instituciones del SNCTI, lo que facilite la planificación de su desarrollo, la coordinación de actividades y su evaluación*
- *Racionalizar los esfuerzos y la aplicación de recursos transparentando el vínculo entre las prioridades nacionales y los cometidos y acciones de los diferentes componentes del sistema*
- *Proponer arreglos institucionales que favorezcan la consecución de los objetivos planteados*

### 3. MARCO CONCEPTUAL

El PENCTI se apoya en los siguientes enfoques complementarios:

#### ***Enfoque macro: interacción dinámica entre sectores económicos***

El desarrollo económico de Uruguay giró en torno al papel de sus recursos naturales (RRNN), de los que históricamente han de-

rivado sus ventajas comparativas ‘naturales’. Los trabajos de prospectiva realizados recientemente en dirección al diseño de una visión de largo plazo (Estrategia Uruguay III Siglo, Aspectos Productivos, OPP) muestran que el país, en sus escenarios posibles de mayor crecimiento, continuará basando su producción en el uso de la tierra, aunque con una presencia cada vez mayor de sectores intensivos en conocimiento. Una parte relevante de la estrategia de desarrollo productivo debería apuntar a agregar valor a lo largo de las cadenas agroindustriales, lo que mejoraría nuestra inserción internacional tanto en términos de productos como de mercados.

Por otra parte, en los últimos años se reconoce (casi consensualmente en los ambientes académicos) que el cambio tecnológico y los procesos de aprendizaje son factores de peso para explicar diferencias de crecimiento y de comercio entre diferentes economías. Sin embargo, estas argumentaciones han desembocado frecuentemente en una polarización bastante estéril- entre quienes consideran central añadir valor a los RRNN y los que afirman que el país debe apostar prioritariamente al desarrollo de los sectores intensivos en conocimiento.

De acuerdo a los fundamentos teóricos que orientan y respaldan la estrategia del PENCTI, así como los estudios empíricos acerca de los futuros productivos probables, se promueve abarcar las capacidades de innovación en el sistema productivo como un todo, maximizando el potencial de los recursos naturales así como pisando fuerte en la economía del conocimiento, de manera de potenciar las ventajas de la complementa-

riedad y los procesos de sinergia. La evidencia empírica muestra que la interacción entre sectores (y por ende entre los diferentes actores que intervienen en su desarrollo) genera complementariedades y externalidades positivas, que son esenciales para mejorar la productividad y la competitividad de una economía, tal como intenta captar el concepto de Sistema Nacional de Innovación.

Sin embargo, como bien se ha dicho “no todos los sectores tienen el mismo poder de inducir aumentos de productividad, promover la expansión de otros sectores o beneficiarse de tasas altas de crecimiento de las demandas interna y externa, o generar empleos de alta productividad. Por eso, la estructura de la economía de cada país, en términos de los sectores que la componen, es una variable relevante”. En este sentido, los sectores proveedores de externalidades tecnológicas al resto de la economía (también llamados ‘difusores del conocimiento’) tienden a organizarse alrededor de tecnologías genéricas o transversales, cuyos ejemplos más claros y notorios en los años recientes son las TICs, las biotecnologías y las nanotecnologías.

A la vez, las *oportunidades tecnológicas* no son iguales en todos los sectores: en general son mayores en los de alta intensidad tecnológica, donde la velocidad del progreso técnico por definición es muy alta. En los países en desarrollo, en particular en América Latina, es en estos sectores que la brecha tecnológica suele ser mayor y, por tanto, menor la ventaja comparativa. Pero, al mismo tiempo, es allí donde existen mayores *espacios de aprendizaje*, es decir, hay un mayor potencial de difusión internacional de tecnología. A la inversa, los sectores agrope-

cuarios y agroindustriales son considerados de baja intensidad tecnológica en la mayor parte de las clasificaciones de productos según su intensidad tecnológica. En estos sectores -en los que Uruguay concentra sus ventajas comparativas- se verifica una brecha tecnológica comparativamente menor, para el conjunto de América Latina.

En suma, donde los espacios de competitividad de la región y del país son mayores (sectores intensivos en RRNN), los espacios de aprendizaje son menores, y viceversa. De ahí la necesidad de combinar estos dos espacios, usando inicialmente los primeros para construir los segundos. En tal sentido, los RRNN ofrecen una base a partir de la cual es posible promover el aprendizaje para transformar las oportunidades tecnológicas potenciales en oportunidades efectivas. Una posibilidad concreta de esto en Uruguay es la integración de biotecnología moderna al sector agroindustrial, en sus distintas fases, más allá de las biotecnologías maduras ya incorporadas a procesos productivos locales. Pero para que tales posibilidades se concreten, es necesaria la creación de capacidades, lo que implica una inyección directa de recursos en los sectores intensivos en conocimientos, aún para poder lograr el avance hacia un mayor valor agregado en los sectores con base en recursos naturales.

### ***Enfoque social: el aporte a la equidad social desde la investigación***

Reducir o cerrar la brecha tecnológica no es un fin en sí mismo. El cambio estructural y el aprendizaje tecnológico son instrumentos en la búsqueda del objetivo más amplio de elevar el nivel de bienestar del país y

su gente. Desde el PENCTI se adhiere a una concepción integral del desarrollo, en la que equidad y crecimiento avancen de la mano. El PENCTI no se propone resolver los problemas de pobreza y exclusión social del país, sino generar un método de trabajo que contribuya a ello desde las actividades de CTI.

La intensificación en conocimiento de la economía no acarrea automáticamente una reducción de la desigualdad en los países en desarrollo. Más aún, en ciertos países desarrollados ha llevado a exacerbar la polarización social y la inequidad; en otros, (por ej. Finlandia) se han tomado medidas específicas para contrarrestar estas tendencias. En Uruguay, existe evidencia de que el cambio tecnológico introducido recientemente en algunas cadenas agropecuarias, en gran parte vía la importación, ha significado el desplazamiento o la exclusión de los sectores sociales más vulnerables (trabajadores rurales y agricultura familiar), además de fuertes presiones sobre los RRNN.

Esto se vincula, en parte, con los conocidos efectos colaterales en los ámbitos sociales e institucionales de la difusión de tecnologías genéricas (como las TIC, por ej.): los ritmos de respuesta son mucho más lentos en el entorno socio-económico y en el marco institucional que en el área productiva. Cuando las políticas se dirigen a evitar la exclusión social derivada del cambio técnico (en el empleo, medio ambiente, etc.), se suele referir a un 'enfoque compensatorio'. Un ejemplo de ello sería un programa de incorporación de nuevas habilidades cuando las adquiridas se han vuelto obsoletas por la velocidad tecnológica.

Aportes más recientes sobre innovación e inclusión social enfatizan otro abordaje, basado en políticas orientadas a aprovechar de manera más intensiva las capacidades de investigación e innovación para la resolución de problemas asociados a la equidad. Este enfoque no excluye el primero, pero no se limita a los problemas resultantes del cambio técnico sino que incluye diferentes aspectos de la inequidad propios de países en desarrollo. La breve experiencia nacional al respecto indica la necesidad de incentivar, en primer lugar, 'la innovación para la innovación social', es decir procesos de aprendizaje que permitan avanzar en el desarrollo de metodologías eficaces.

En suma, los problemas sociales a cuya solución pretende contribuir el PENCTI están enmarcados dentro de una estrategia general de conocimiento endógeno. Se propone ampliar la agenda de investigación para incluir específicamente proyectos de alto impacto social, a la vez que desarrollar mecanismos tanto para detectar la demanda desde los agentes sociales como para asegurar que el resultado obtenido se exprese en acciones concretas.

**Por lo tanto, se propone que el conocimiento se constituya en un motor principal del desarrollo económico sustentable y social del país.**

Para que el conocimiento sea el motor del desarrollo del país, es necesario impulsar una mejor educación y una mayor calidad de la investigación para lograr resultados que se traduzcan en innovación.

La construcción del llamado “Triángulo del Conocimiento” como motor dinamizador requiere desarrollar armoniosamente sus tres lados: educación, investigación e innovación y que estos estén estrechamente vinculados.

En este marco, los tres grandes ejes directrices del PENCTI son desarrollar la educación, la investigación y la innovación. Estos ejes conductores merecen un análisis exhaustivo de punto de partida, tomando especialmente en cuenta las debilidades o restricciones que enfrenta el sistema para su desarrollo.

Por otra parte, siempre es bueno resaltar que si se pretende impulsar un proceso sustentable de desarrollo intensivo en conocimiento, se debe **impulsar la innovación en las empresas**, y para que ésta fructifique se necesita de un vigoroso Sistema Nacional de CTI que interconecte a los diferentes actores y a las diferentes instituciones públicas y privadas que generan conocimiento socialmente útil y forman el ecosistema de la innovación en el país.



#### 4. LA SITUACION DE PARTIDA EN CTI

Si bien al momento de iniciarse el actual período de gobierno, existían en el país diversas fortalezas en ciencia y tecnología, que era relevante preservar y acrecentar, parecía necesario concentrarse en los problemas y las debilidades diagnosticadas, a los efectos de delinear acciones tendientes a subsanarlos. En tal sentido, se entiende que la situación de partida del país, debían apuntar a levantar las siguientes debilidades o restricciones:

- *Una inversión en I+D muy baja -casi siempre inferior al 0.3% del PBI- altamente relacionada con el financiamiento externo (cíclico) y mayormente realizado por el sector público (67%).*
- *Fuerte fragmentación y descoordinación institucional de las acciones de promoción en CTI, que conlleva ineficiencias en el gasto y desatención de áreas vitales para la economía y la sociedad.*
- *Infraestructura científico-tecnológica altamente concentrada, casi exclusivamente en la UdelaR, el INIA, el IIBCE y, en el ámbito analítico industrial, el LATU.*
- *Una comunidad académica muy reducida en términos absolutos y relativos con escasa participación del sector privado, tanto en el ámbito académico como productivo.*

- *Una cantidad limitada de posgrados nacionales*, que enfrentan además dificultades para lograr o mantener niveles de excelencia.
- *Severas carencias en la formación terciaria no universitaria* y en la preparación de personal técnico calificado en general, lo que constituye un problema crónico de la educación.
- *Serias deficiencias en la educación secundaria pública*, que repercute tanto en el nivel de formación de los que ingresan a la educación terciaria como en la temprana deserción del sistema educativo.
- *Limitadas capacidades de gestión de las políticas científicas y tecnológicas* debido a escasos recursos humanos especializados en este campo en la administración pública.
- *Débil articulación público-privada y escaso desarrollo de redes de innovación* que provoca bajo nivel de aplicación de los conocimientos generados a la esfera productiva e insuficiente generación de conocimientos orientados a resolver problemas tanto locales como sociales.
- *Escasos centros tecnológicos público-privados especializados*. Salvo excepciones, no existen en el país centros tecnológicos que consigan aglutinar esfuerzos privados, capacidades científicas y tecnológicas en áreas estratégicas claramente identificadas.
- *Una estructura productiva y empresarial poco propensa a la innovación y la asociatividad*. Sólo el 28% de las empresas industriales realizó alguna actividad de innovación en 2004-2006 (y los 31% de un subgrupo de empresas de servicios encuestadas en el mismo periodo). Como actividad de innovación predominó ampliamente la adquisición de bienes de capital y hardware. Menos del 50% de las empresas se vinculó con algún agente del sistema nacional de innovación.

Estas debilidades contribuyen a frenar el desarrollo económico del país. Si bien últimamente Uruguay avanzó en el índice de competitividad global elaborado por el Foro Económico Mundial y cambió su categoría desde la categoría 2 (orientados por la eficiencia), ubicándose ahora en una posición intermedia entre la anterior y la categoría 3 (orientados por la innovación) que es la que ostentan los países desarrollados; las dimensiones correspondientes a sofisticación de mercados, capacidades tecnológicas de las empresas, mercados financieros, etc., todavía presentan valores bastante más rezagados que la posición global del país. Por su parte, esa nueva ubicación reclama una mayor importancia de los factores vinculados con la innovación para poder continuar avanzando en la inserción competitiva del país en el mundo, mejorando de forma simultánea las condiciones de vida de la población.

## Distribución y estructura del gasto en I+D en el Uruguay y sus consecuencias para el PENCTI

En general en el mundo la investigación básica la financia casi exclusivamente el Estado, por el alto nivel de incertidumbre y el larguísimo plazo de retorno. En cambio, la inversión en investigación aplicada, desarrollo e innovación debería originarse en alta proporción en el sector privado. El sector privado invierte en I+D (sobre todo en Desarrollo Tecnológico, que es lo más oneroso) en la medida que tiene que desarrollar productos y procesos para poder competir. La inversión del sector privado es trasladada, en última instancia, los consumidores de los productos y procesos que se generan. Se puede decir que todos **invertimos en I+D** al adquirir un bien o contratar un servicio, aunque esta I+D se realice en un lugar distinto de aquel donde se venden los productos o servicios.

La **intensidad de innovación** difiere bastante según el sector de la economía; se puede medir en función del porcentaje de sus ventas que las empresas de cada sector destinan a I+D+i.

El gasto del sector privado en I+D dependerá entonces de estructura de la competencia, cuáles son sus bases y en qué se apoya la competitividad de las empresas en cada sector industrial, así como de la demanda y el estímulo que el Estado sea capaz de ejercer. Hay sectores que necesitan gastar mucho en I+D para ser competitivos, por ejemplo porque deben lanzar constantemente nuevos productos. En ellos, si una firma no invierte lo suficiente en I+D, desaparece del merca-

do. En otros sectores, la innovación no es la base de la competencia, y si la firma sobreinvierte en I+D que luego no es “comprada” por su mercado, pierde dinero o incluso su viabilidad podrá verse comprometida.

Puesto que el gasto nacional en I+D surge de la suma de los gastos que se realizan en la economía nacional, se deduce que los países con alta inversión privada en I+D probablemente tengan una proporción importante de su economía integrada por sectores intensivos en I+D. Existe, por lo tanto, un componente **estructural** de la inversión privada, relacionado con las características propias de los sectores industriales y su peso relativo en la economía nacional.

Ahora bien, si la estructura de los sectores productivos de nuestra economía y la base de su competitividad es la que determina el nivel de gasto en I+D del sector privado, y por esta misma composición, es esperable que no sea de los más altos incluso en la región, se derivan algunas consecuencias para el PENCTI. Una de ellas es que se **debe impulsar el desarrollo de los sectores más intensivos en conocimiento**, y se deben apoyar las demandas de conocimiento aplicado a estos sectores en una mayor proporción con relación a las demandas provenientes de los sectores competitivos de la economía.

Por otra parte, es necesario tomar en cuenta la problemática de los sectores existentes, que pueden mejorar su competitividad fuertemente incorporando tecnología y mejores prácticas. La necesidad de reconocer diferentes estadios en el desarrollo de las empresas y de que existen niveles diferentes de aprovechamiento del potencial del conocimiento

disponible para mejorar su competitividad y permitirles plantearse niveles de innovación sustantivos es imprescindible, tanto para la consideración por parte del PENCTI, como de los instrumentos y herramientas más generales que se propongan para la promoción del desarrollo productivo, más allá de cuál sea la institucionalidad que implemente las políticas de desarrollo productivo (ANII, Agencia Nacional de Desarrollo Económico, ministerios, etc.).

Otra consecuencia derivada de la reflexión anterior, se refiere a que **la vinculación tecnológica será viable solamente si el sector presenta una real necesidad de innovación** para competir, y efectivamente existan dificultades para la conexión con el sector de I+D. En este sentido, hay que ser prudente a la hora de asignar recursos a programas de vinculación y articulación que no tengan un claro foco en sectores dinámicos, intensivos en conocimiento, pues su excesivo desarrollo -más allá de las demandas reales de la producción- tal vez no sea una forma eficiente de asignar recursos.

## 5. PRINCIPIOS RECTORES

i. **Convergencia nacional:** los resultados esperables son dependientes de la coordinación y sinergia con otras transformaciones en marcha en el país. Las acciones emprendidas deben articularse con las que ocurren en otros ámbitos de la política pública (productivos y sociales). Es decir que el PENCTI se enfoca hacia **las necesidades y demandas del desarrollo nacional:** los problemas y las oportunidades del país constituyen su objetivo, sus acciones deben producir efec-

tos conjuntos y a veces subordinados a los de otras políticas públicas, como las de desarrollo productivo. A la vez, el PENCTI tiene una **visión integradora e integral:** promover la *CTI para el desarrollo económico, social y ambiental*.

ii. **Enfoque sistémico:** una Economía del Conocimiento se basa en cuatro elementos fuertemente interrelacionados: a) un régimen institucional y de incentivos económicos claro, coherente y estable; b) un capital humano de calidad; c) una contribución efectiva de la investigación científica y tecnológica; y d) fuertes capacidades innovativas en los sectores productivos. En particular, se apunta al **fomento del desarrollo de talentos y capacidades** a mediano y largo plazo, así como a la articulación **Academia-Empresa-Estado**, tomando en cuenta el papel de todos los actores y contemplando sus necesidades y requerimientos.

iii. **Rol del Estado:** Debe asumir un rol activo, reconociendo que la innovación no se produce en los niveles deseables con las solas fuerzas del mercado. Las fallas sistémicas (derivadas de debilidades de interacción y retroalimentación entre empresas e instituciones vinculadas a la CTI) y las clásicas fallas de mercado inherentes al proceso de innovación, justifican la intervención estatal. Estas fallas deben constituir un punto central de referencia para la evaluación de los programas. Es igualmente importante diseñar mecanismos y procedimientos que permitan evitar o minimizar las típicas 'fallas del Estado (inconsistencia dinámica, captura de rentas y problemas de agente/principal). El Estado tiene una importante responsabilidad en la resolución del *dilema*

que plantea el conocimiento: ¿cómo asegurar su difusión a lo largo y ancho de la sociedad una vez que ha sido producido, sin al mismo tiempo inhibir la inversión privada en su generación como consecuencia de su baja apropiabilidad. Para ello es relevante distinguir tres tipos de bienes asociados al conocimiento -los de carácter público, los privados y los que se generan y circulan en el seno de redes o 'bienes de club'- y distinguir la intervención estatal en cada caso. Ejemplos de este rol activo pueden ser determinadas políticas de compras del Estado, el impulso a la circulación libre y el acceso universal al conocimiento y la priorización de la inclusión social.

iv. **Cambio estructural en el sistema productivo:** las acciones promovidas deben apuntar, en última instancia, a la *diversificación de las exportaciones uruguayas*. En el marco de la globalización y la Economía del Conocimiento, esto implica, además de otras acciones, aumentar la capacidad de absorción tecnológica de los distintos sectores, lo cual se traduce en un 're-posicionamiento' tecnológico de los sectores tradicionales y el desarrollo de los sectores difusores del conocimiento. La teoría económica (en sus distintas vertientes) y la experiencia internacional enseñan que el cambio estructural no se produce espontáneamente, es fruto de una estrategia deliberada en la que el papel de la CTI es esencial. Por lo tanto se debe apuntar a desarrollar las actividades que presenten *impactos potenciales importantes en el futuro*, además de fortalecer las *áreas con ventajas comparativas*. Esto implica establecer *claras prioridades* sectoriales para el diseño e implementación de instrumentos de promoción.

v. **Innovaciones 'sociales':** una política de innovación al servicio del desarrollo debe incluir la movilización de las capacidades científico-tecnológicas nacionales para atender desafíos sociales, ambientales y territoriales, incluyendo demandas asociadas a la inclusión social. El presente plan pone *énfasis en el impacto en la calidad de vida de la población, buscando la equidad, la convivencia democrática en un marco de desarrollo sostenible*.

vi. **Pro-actividad:** el nuevo marco institucional y los recursos financieros acrecentados para la promoción de la CTI allanan el camino para la definición y la ejecución de una política pro-activa. No alcanza con destinar más recursos públicos a lo que ya se viene haciendo; ni tampoco es factible fijar esa política de una vez por todas. Se plantea avanzar hacia nuevos rumbos estratégicos, buscando amplios consensos de los agentes sociales interesados en torno a una visión de largo plazo. A medida que se vayan creando nuevas capacidades institucionales, será posible encarar desafíos mayores o rectificar la estrategia del PENCTI.

vii. Los instrumentos a aplicar deberán ser los más transparentes que sea posible, abiertos y privilegiando *esquemas competitivos* como fomento de la excelencia y la calidad.

viii. Se impulsará la *evaluación periódica con indicadores de impacto* en dos dimensiones: la estratégica, es decir el rediseño del PENCTI considerando indicadores y metas que permitan evaluar el avance hacia cada uno de los objetivos planteados, así como la operativa, es decir promover que la

planificación de las instituciones encargadas de las acciones, instrumentos y programas que se implementen involucre sistemas de evaluación, que informen la evaluación del sistema en su conjunto.

ix. Se promoverá la **apertura e interconexión internacional** de todos los actores del SNCTI, como forma de mejorar la calidad del sistema y su aproximación a los estándares internacionales y a las fronteras del conocimiento.

## 6. OBJETIVOS

### Visión, Misión y Objetivos

**Visión:** construir una sociedad equitativa, democrática y competitiva, basada en el conocimiento, la sostenibilidad y los valores humanos.

**Misión:** crear las condiciones para que el conocimiento y la innovación se vuelvan instrumentos primordiales del desarrollo económico y social, aumentando significativamente la inversión social en actividades innovadoras.

Sobre estas definiciones de carácter general, a la luz del diagnóstico sobre las principales debilidades del SNCTI, para apuntar a la solución de tales debilidades y por lo tanto aproximarse a su visión y misión en el período 2010-2030, se definen los siguientes cinco objetivos generales que se desagregan en sub-objetivos, que a la vez permitirán luego alinear instrumentos de promoción específicos. Dichos objetivos, sub-objetivos y sus relaciones recíprocas, se resumen en el diagrama presentado en la figura 1.

Los instrumentos que permitirán concretar la política de CTI dependen de los objetivos perseguidos en tres espacios o áreas: la oferta de conocimientos científico-tecnológica, la producción y la mejora del bienestar social. La innovación, entendida como proceso social, surge de la interacción y articulación entre actores de todas esas áreas.

Por otra parte, el avance en cualquiera de dichas áreas depende de la disponibilidad de capital humano formado, así como de una visión prospectiva que alimente regularmente las estrategias definidas, es decir la actualización necesaria de este PENCTI en un lapso no mayor a los tres años, incluyendo indicadores y metas precisas para cada objetivo y sub-objetivo, así como los planes de desarrollo que se elaboren a nivel sectorial, y por último, la evaluación periódica y el realineamiento de la estrategia. La formación de capital humano y las tareas de prospectiva y de evaluación, constituyen dos espacios de actividades que resultan transversales a los otros tres objetivos.

### **Objetivo 1: Consolidar el sistema científico-tecnológico y su vinculación con la realidad productiva y social**

La investigación constituye un pilar de la Economía del Conocimiento. Es necesario mantener, consolidar e impulsar las capacidades trabajosamente construidas en los últimos quinquenios lo que implica garantizar condiciones de trabajo adecuadas para los científicos y tecnólogos del país. A esto se dirige el Sistema Nacional de Investigadores, recientemente constituido. Es vital ase-

gurar su progresivo perfeccionamiento y su permanencia en el tiempo, así como su flexibilidad para acoger nuevos investigadores.

El desarrollo integral de la investigación en el país (básica/fundamental, aplicada y tecnológica, y en todas las áreas cognitivas) es un principio irrenunciable. Cuidar la diversidad de conocimientos apunta a la preservación de la cultura, componente significativo de cualquier proceso de desarrollo. Por otra parte, desde todas las áreas de conocimiento, se contribuye, a través de modalidades variadas, a la creación de oportunidades productivas con alto valor agregado. La existencia de un pensamiento científico y tecnológico independiente, con criterios propios de evaluación, constituye una parte indispensable del proceso de innovación endógena.

Si bien ese proceso debe estar orientado a la solución de problemas específicos, ha de retroalimentarse permanentemente con dichos ámbitos de creación y reflexión. La asignación de recursos para la investigación, mediante procedimientos concursables, siempre debe incluir componentes que permitan el avance en cualquier área cognitiva y en cualquier nivel de la investigación. A la vez, es crucial para la transición hacia una Economía del Conocimiento asegurar la generación de conocimientos que contribuyan a: la toma de decisión en áreas críticas para el futuro de Uruguay; el aumento de la productividad en distintos sectores productivos, incluyendo muy especialmente los tradicionales; la identificación de oportunidades para el desarrollo; y la resolución de problemas de carácter económico o social.

Resulta igualmente importante la difusión, en el sentido de uso social, del conocimiento ya generado así como del que se producirá. A pesar de los esfuerzos por lograr una mayor vinculación entre la academia y los otros actores del proceso de innovación, subsisten severas deficiencias al respecto. Dinamizar esta interacción es crucial para lograr un proceso de innovación endógena, además de ser una fuente para la identificación de demandas reales.

Teniendo en cuenta estas consideraciones –y una vez asegurado un sistema de incentivos para el conjunto de investigadores del -Sistema Nacional de Investigadores- se definen los siguientes sub-objetivos.

### **Sub-objetivos**

*1.1 Conformar o consolidar masas críticas para la investigación científica y tecnológica en las áreas de mayor relevancia para el desarrollo del país, con un enfoque de corto, mediano y largo plazo.*

Esto supone disponer, para todas las áreas críticas, de recursos humanos de excelencia, formados a nivel de posgrado, de una infraestructura adecuada y de recursos financieros estables y asignados por concursos.

Este sub-objetivo también implica fortalecer las capacidades institucionales para, a partir de criterios técnicos y económico-sociales, lograr consensos en el país en torno a la identificación de nuevas áreas, así como la evaluación y reajuste de las áreas prioritarias que se plantean en la sección correspondiente de este documento.

*1.2 Dinamizar la interacción entre instituciones de I+D y otros agentes de los ámbitos afines a la CTI (empresarial, gubernamental, y de formación profesional y técnica) vinculando la oferta con la demanda de conocimientos.*

En esta línea de acción, que pretende encarar el talón de Aquiles del “sistema” nacional de innovación, se considera particularmente importante estimular la conformación de diferentes tipos de alianzas entre los investigadores y otros actores públicos y privados par así: i) coordinar acciones orientadas a la búsqueda de soluciones a problemas específicos o sectoriales; ii) optimizar el flujo de conocimiento; y iii) potenciar sinergias. Se trata, en suma, de crear asociaciones público-privadas para la creación, adaptación, uso, difusión y aplicación del conocimiento, mediante la formación de equipos multidisciplinarios e interinstitucionales. Debe resaltarse desde ya la necesidad de consolidar las capacidades de gestión de las interfaces y articulaciones, y crear espacios de confianza entre los diversos actores: la comunidad de investigadores, el empresariado, los trabajadores, la órbita pública en toda su extensión (empresas, ministerios, intendencias), los responsables de la política pública en CTI y la ciudadanía en general. El descuido de estos puntos conlleva riesgos de burocratización, ineficiencias asociadas a problemas de comunicación y empobrecimiento en la definición de políticas.

*1.3 Incrementar la participación de Uruguay en redes regionales e internacionales de investigación.*

Ello representa una forma de maximizar los recursos financieros disponibles, que serán siempre limitados en la comparación inter-

nacional. Pero, fundamentalmente, estas plataformas generan externalidades y complementariedades, propias de las redes, y por ende producen bienes ‘de club’ de alto beneficio para los integrantes de la red.

*1.4 Construir espacios laborales para jóvenes investigadores y para la inserción de investigadores radicados en el exterior*

Deben construirse instrumentos específicos para abrir espacios laborales a investigadores jóvenes, tanto en el sector académico como en el sector empresarial. Estos instrumentos deben alcanzar, en particular, a los jóvenes formados a nivel de posgrado en el exterior. Se trata de una línea de acción estratégica considerando la ‘política de sucesión’ de recursos humanos altamente calificados por parte del mundo desarrollado. Esta misma apertura debe existir para fomentar el retorno de investigadores actualmente radicados en el extranjero.

*1.5 Contribuir a la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos.*

El aporte del sistema científico-tecnológico nacional es imprescindible para construir sistemas locales de monitoreo y evaluación ambiental, como forma de limitar las externalidades negativas que produce a menudo la introducción de progreso técnico en las actividades productivas.

**Objetivo 2: Incrementar la competitividad de los sectores productivos en el escenario de la globalización**

Un aspecto esencial de la estrategia promovida por el PENCTI consiste en estimular la

construcción de ventajas dinámicas a través de la transformación productiva, apuntando a generar una estructura de producción y exportación más diversificada. Esto implica aprovechar espacios de aprendizaje y oportunidades tecnológicas para elaborar bienes y servicios nuevos o diferenciados, captando nichos dinámicos de la demanda internacional, agregando valor y elevando la productividad. A la vez, la dimensión territorial y el sector de PYMES no pueden estar ausentes de una estrategia que apunta a incrementar la competitividad de la economía.

### **Sub-objetivos**

#### *2.1 Contribuir a transformar la estructura productiva vía la diversificación y el agregado de valor*

El marco conceptual adoptado respalda claramente la necesidad de un avance sostenido hacia el cambio estructural. Para ello se requieren líneas de acción fuertes desde la política industrial, agropecuaria, comercial y de promoción condicional de la inversión extranjera. El papel de la CTI es central para reducir la brecha que distancia el país de la frontera tecnológica. En este sentido fortalecer los vínculos entre espacios de competitividad y espacios de aprendizaje contribuye a desarrollar una trayectoria de crecimiento basada cada vez más en las capacidades tecnológicas y la innovación. Dadas las actuales características de la estructura productiva del país, merece atención la innovación en los sectores intensivos en RRNN. Muchos productores de bienes basados en RRNN son integrantes de cadenas globales de valor gobernadas por empresas transnacionales que controlan insumos tecnológicos claves y la

generación y difusión de tecnología en la cadena (CEPAL, 2008). El PENCTI pretende favorecer un proceso de innovación más endógeno, estimulando la interacción entre empresas de estos sectores y las de sectores (nacionales) intensivos en conocimiento. Existen amplias oportunidades para ello. La meta es avanzar progresivamente hacia segmentos de mayor valor agregado de las cadenas globales de valor.

A la vez, es también vital promover que los propios sectores intensivos en conocimiento se expandan, mejoren su productividad y reduzcan así su brecha tecnológica. El actual proceso de fusión y mutua potenciación de tecnologías derivadas de varias disciplinas hace muy probable que los cambios que actualmente se están incubando en el mundo se expresen con fuerza en el mercado a partir de la próxima década. Hasta dónde Uruguay será capaz de sacar provecho de estas innovaciones para un desarrollo endógeno depende en gran medida del progresivo aumento de las exportaciones directas de las empresas de alta tecnología, es decir, de su participación activa en los mercados internacionales (externalidades). Ello, a su vez, supone establecer redes de innovación en las que las empresas se articulen con las universidades y centros de investigación, nacionales e internacionales.

Finalmente, la estrategia propuesta es inclusive del sector nacional de servicios, que ha experimentado un notable incremento en los últimos años y donde existen amplias oportunidades para combinar espacios de aprendizaje y espacios de competitividad. Entre otros, el sector de transporte y logística ya está mostrando su capacidad de inserción en

cadenas globales de valor, en tanto que en el sector turístico existen oportunidades de innovación para diferenciar la oferta nacional y captar nichos de demanda en el mercado mundial.

Debe procurarse estimular la demanda de bienes y servicios del país, que atiendan a generar una sociedad más fuerte y sana.

En síntesis, se distinguen dos líneas de acción que deberían orientar el diseño de instrumentos de apoyo. Por una parte, *fomentar la innovación en los sectores y ramas existentes y, muy especialmente, la interacción entre sectores de baja o mediana tecnología y los de alta tecnología*. La innovación debe entenderse en su sentido amplio (tecnológico, comercial u organizacional), incluyendo la mejora de la calidad y la gestión. Por otra parte, se trata de *favorecer el desarrollo de bienes y servicios, nuevos o diferenciados, en áreas dinámicas en el mercado mundial, especialmente de aquellos basados en las TIC, la biotecnología y las tecnologías emergentes*.

## 2.2 Estimular la innovación en PYMES insertas en “clusters” dinámicos basados, en particular, en especializaciones regionales

Con este objetivo se pretende atender, desde el ángulo de la CTI, dos dimensiones del desarrollo: la dinámica de las PYMES y la dimensión territorial.

Como es sabido, los encadenamientos de las empresas con sus clientes, proveedores, competidores y otras entidades producen ‘ventajas de relacionamiento’ que incluyen, entre otros, externalidades tecnológicas. Existen bases teóricas y empíricas para

afirmar que los conglomerados de empresas (clusters) producen derrames de tecnología -y de conocimiento en general- y aceleran la difusión del progreso técnico. Por lo tanto, a la vez que los clusters constituyen un mecanismo de integración de las PYMES a la estrategia de competitividad, representan un ambiente en principio particularmente receptivo a medidas de fomento de la actividad innovadora, estímulos para la capacitación de recursos humanos y otros mecanismos fortalecedores de la asociatividad.

Además, los esfuerzos actuales -a través de los programas PACPYMES y PACC- por estimular la creación de clusters en diferentes partes del territorio, aprovechando recursos locales, ofrecen la oportunidad de acompañar los procesos de descentralización con políticas de CTI (generación de nuevas competencias, desarrollo de conocimientos específicos, entre otros). En este contexto, adquiere particular relevancia, una vez más, *el estímulo a innovaciones organizacionales y la provisión de mecanismos para la gestión de las articulaciones entre los clusters y otras entidades del sistema nacional de innovación*. A la vez, *resulta imprescindible la articulación entre los objetivos e instrumentos del PENCTI con las demandas originadas en las políticas de desarrollo productivo que se definan para diferentes cadenas y sectores por parte del Gabinete de Desarrollo Productivo, creado recientemente por decreto del Poder Ejecutivo*.

## Sub-objetivos comunes a los objetivos 1 y 2

2.3 Disponer de un marco regulatorio adecuado para las actividades de CTI, incluyendo un

*régimen y servicios de asesoramiento sobre Propiedad Intelectual, así como incentivos para aumentar la participación del sector privado en la creación de conocimientos*

*2.4 Disponer de organizaciones y personas capacitadas para la gestión de las interfaces o articulaciones entre oferta y demanda de conocimientos*

**Objetivo 3: Desarrollar capacidades y oportunidades para la apropiación social del conocimiento y la innovación ‘inclusiva’**

Se trata de generar más y mejores oportunidades de uso y apropiación del cambio tecnológico para las personas, con especial énfasis en los grupos y sectores más desfavorecidos y excluidos.

### **Sub-objetivos**

*3.1 Generar y aplicar conocimientos para la resolución de problemas sociales y la inclusión social*

Se entiende que distintas líneas de acción asociadas a los objetivos del PENCTI tendrán impactos sociales positivos, en particular en términos de educación y generación de empleo (en cantidad y calidad). Con este objetivo se pretende estimular procesos de aprendizaje en torno al desarrollo de innovaciones para resolver problemas sociales y reducir la inequidad.

Se propone ampliar la agenda de investigación e innovación para dar lugar a: i) actividades dirigidas a la solución de problemas de urgencia social y ii) actividades orientadas a mejorar el acceso de amplios sectores de la población a bienes y servicios críticos

para su integración social: salud, educación, alimentación, vivienda, etc. El camino propuesto incluye tres etapas: i) identificación de la demanda; ii) ampliación de la agenda de investigación; y iii) aplicación de la innovación.

*3.2 Divulgar los avances científico-tecnológicos en términos que los hagan comprensibles para el conjunto de los ciudadanos y favorecer la apropiación social del conocimiento*

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Percepción Pública sobre CTI, existe un marcado grado de desinformación sobre temas de ciencia y tecnología en la población (el 72% se considera poco o nada informada), a la vez que una parte considerable de ella se muestra interesada en la temática. Es importante promover la ‘alfabetización en CTI’ para incorporar estas dimensiones en la cultura ciudadana, especialmente considerando que el futuro del desarrollo científico-tecnológico local depende en buena medida de que la sociedad lo demande.

Para que los resultados de la investigación sobre temas de interés nacional se conviertan en factor dinamizador del cambio social, se requiere de un proceso de apropiación social de estos conocimientos. Este proceso pasa, entre otros, por la creación de espacios de debate público, generándose de este modo ‘bienes públicos’ de conocimiento que contribuyen “al buen funcionamiento de la sociedad, a la formación de una opinión pública informada, a la formación del ciudadano, al fortalecimiento de la sociedad civil, a desarrollar mecanismos de resolución de conflictos basados en el respeto de opiniones diferentes en contextos multiculturales

y pluri-actoriales, y a incrementar la capacidad de una sociedad de adaptarse a un entorno cambiante”.

*3.3 Fomentar el espíritu científico, tecnológico y emprendedor de niños y jóvenes a través de programas de popularización de la ciencia y tecnología*

**Objetivo 4: Formar y capacitar los recursos humanos requeridos para atender las exigencias de la construcción de una sociedad del conocimiento**

El cambio económico, social y tecnológico requiere de una continua adaptación del sistema educativo para responder a las nuevas exigencias y aprovechar las oportunidades que se abren en una economía globalizada. Por encima de cualquier consideración de orden económico, la formación y el desarrollo de los recursos humanos hacen a los valores de una sociedad, tales como la equidad y la no discriminación, la responsabilidad social y la participación de todos en la vida económica y social. Son aspectos en los que la coordinación entre las políticas sociales, productivas y de CTI es crucial. Existen, por otra parte, requerimientos inmediatos a nivel productivo que se derivan de severas carencias en el sistema de formación de recursos humanos a nivel terciario no universitario. En los países de rápido desarrollo suele ocurrir una simbiosis entre los centros educativos y el sistema productivo, y a ésta debe contribuir la política de CTI. Los desafíos en torno a la construcción de capital humano implican también impulsar la formación de recursos humanos especializados en la gestión del conocimiento, un campo poco desarrollado en el país.

**Objetivo 5: Desarrollar un sistema de prospectiva, vigilancia y evaluación tecnológica como soporte a la consecución de los otros objetivos propuestos, y de evaluación de políticas públicas e instrumentos de CTI.**

Las decisiones secuenciales requeridas para volver efectivo el cambio estructural son complejas, involucran diversos ámbitos de actuación, tienen consecuencias a largo plazo y movilizan recursos considerables. Son decisiones riesgosas que, además, deben tomarse en un contexto de creciente incertidumbre debido al entorno cada vez más competitivo y la entrada de nuevos jugadores en el escenario mundial. En este contexto, *la prospectiva y la vigilancia tecnológica juegan un papel fundamental como herramienta estratégica al servicio de las empresas y los gobiernos*. Identificar las tendencias tecnológicas más relevantes para el desarrollo de una determinada economía, analizar los factores que posibilitan o frenan su desarrollo a nivel nacional e indagar en la forma en que pueden afectar a la sociedad, se han vuelto cuestiones ineludibles.

Al mismo tiempo se propone desarrollar mecanismos de evaluación de eficiencia y eficacia de políticas públicas e instrumentos en materia de Ciencia Tecnología e Innovación. Esta evaluación deberá tener una visión global, en relación al conjunto de las políticas de desarrollo social y productivo nacionales. Estos mecanismos no dependerán de los organismos financiadores de CTI.

## 7. ÁREAS ESTRATÉGICAS PRIORITARIAS

Un modelo de desarrollo que busque construir una sociedad equitativa, democrática y competitiva, basada en el conocimiento, la sostenibilidad y los valores humanos, debe plantearse desde el sector público una determinada estrategia de desarrollo, lo cual requiere **foco** y decisiones. Una **estrategia de desarrollo solamente será viable, eficaz y eficiente, si prioriza áreas y problemas**, asignándole mayor importancia a algunos frente a otros, y establece claramente los objetivos para asignar recursos y levantar las restricciones detectadas.

Uruguay presenta sectores de actividad que hoy están consolidados como de competitividad creciente: son ejemplos de ello la producción agropecuaria y agroindustrial de primera transformación, el turismo y la logística y transporte, que aún tienen espacios muy importantes para seguir desarrollándose.

El ejercicio de prospectiva Estrategia Uruguay III Siglo, Aspectos Productivos, elaborado por OPP, muestra que en la economía uruguaya existen hoy otros sectores o conglomerados con mucho menor desarrollo relativo (es decir que hoy no alcanzan elevadas escalas) logran, sin embargo, elevadas tasas de crecimiento reciente y un desarrollo potencial futuro muy prometedor, a la vez que muestran una mucho mayor intensidad de conocimientos.

Constituyen ejemplos de ello, el conglomerado que vincula las industrias culturales (o creativas) con la informática y las tecnolo-

gías de información y comunicaciones (TIC), así como otro que relaciona las biotecnologías y las ramas farmacéuticas humana y animal, u otro más heterogéneo que agrupa industrias que utilizan insumos importados. Se pueden mencionar otros ejemplos, como la educación actualizada en áreas emergentes, las nuevas fuentes de energía que permitan diversificar la matriz energética nacional, el medio ambiente y la preservación de los Recursos Naturales (RRNN), la gestión pública y privada, etc., que tienen también crecientes niveles de dependencia estratégica con el desarrollo del conocimiento, la tecnología y las innovaciones.

Todas estas áreas que aparecen en las nuevas agendas, dependen para su desarrollo de la creación de bienes públicos y bienes de club. Estos bienes se diferencian entre sí en función de la existencia de dos atributos básicos: rivalidad en el consumo y apropiabilidad de las innovaciones. Los bienes públicos puros (por oposición a los bienes privados que pueden ser producidos incluso por empresas públicas) son aquellos que, dada una capacidad de provisión del servicio, la incorporación de un usuario adicional presenta un costo nulo. La producción de este tipo de bienes resulta imprescindible para la vida en sociedad y debe ser gratuita, ya que sólo con un precio nulo se logrará también un costo nulo para el consumidor adicional.

Únicamente una entidad pública, con capacidad recaudatoria puede pretender producirlos, o incluso ceder su producción a terceros. Se trata de bienes no apropiables y en donde no es posible excluir a nadie de su consumo. En estas condiciones es impo-

sible que el sistema de precios racione y si ha de suministrarse este tipo de bien o servicio es el Estado al que le corresponde hacerlo. Los ejemplos son múltiples: esquemas de vacunación, gastos en sanidad animal, educación, investigación básica, monitoreo ambiental, ciertas carreteras y obras de infraestructura, etc.

La producción de bienes públicos puros implica hacer frente al costo de los factores de producción utilizados. Para ello, por lo general, la asignación de los recursos está separada de la recaudación, lo que plantea no sólo temas de transparencia y rendición de cuentas (*accountability*) sino también de prioridades de asignación de recursos para producir innovaciones vinculadas a la creación de nuevos bienes públicos y en función de objetivos estratégicos en ciencia, tecnología e investigación.

Los bienes de club, por su parte, surgen cuando existe un consumo colectivo pero es posible limitarlo a los miembros del club. Se trata de bienes no rivales pero parcialmente apropiables, como categoría intermedia entre bienes públicos y bienes privados y en donde el número de los integrantes del “club” es muy importante y está relacionado con el carácter apropiable de los bienes y servicios de club. (Por ejemplo: clubes de empresas innovadoras en temáticas como merino fino, carne orgánica, etc.).

La economía nacional está crecientemente especializada internacionalmente, en la exportación de *commodities* agrícolas y de algunos servicios. Esta especialización se logró no sólo por las notables ventajas naturales que tiene nuestro país, sino también

por la presencia de importantes Inversiones Extranjeras Directas en la producción agrícola y en la agroindustria de primera transformación, que respondieron a demandas internacionales de creciente intensidad; así como por una matriz tecnológica donde ha predominado la importación de crecientes volúmenes de insumos de última generación, así como de bienes de capital invertidos en este perfil de especialización.

El PENCTI centra su atención en una hipotética “matriz tecnológica” o de innovaciones que se pretende impulsar estratégicamente. En esta perspectiva, los sectores en que se ha especializado Uruguay son clasificados como de tecnologías ya maduras en el concierto internacional, y hasta cierto punto “dominados por la oferta” de innovaciones (“supply dominated” en la terminología de la economía de la innovación). En nuestro caso particular, dicha oferta tecnológica fue incorporada mediante insumos, bienes de capital y modelos de gestión importados en la fase de expansión de los últimos años. También se han constatado desarrollos dinámicos en sectores de servicios, que han también incorporado tecnología y esquemas productivos intensivos en conocimiento.

Dentro de la matriz tecnológica a construir hacia el 2030, se pretende lograr intensificar la presencia de desarrollos innovadores complementarios nacionales provistos por varios sectores intensivos en conocimientos: en particular TIC’s, Biotecnología y Nanotecnologías e innovaciones ambientales y posiblemente energéticas de diversos tipos. En otras palabras, además del impacto exógeno, se pretende un dinamismo propio impulsado por capacidades endógenas.

Dado que se pretenden políticas mediante la aplicación de recursos públicos, se plantea la cuestión de cómo maximizar el impacto de la inversión en I+D+i en el desarrollo nacional. Los fondos públicos serán siempre escasos, y se requieren prioridades para su asignación. Definirlas inevitablemente será complejo: según el tipo de problema, las tecnologías disponibles o potencialmente desarrollables para ese problema, el costo y tiempo que se debe incurrir para lograr resultados será diferente, y las capacidades existentes en el país también.

Por lo tanto, para una definición más precisa de las prioridades será necesario actualizar el diagnóstico de capacidades y recursos existentes y asignados según las diferentes áreas seleccionadas.

Asimismo, es difícil fijar prioridades solamente en base a las grandes tendencias mundiales y a nuestro conocimiento actual de la situación nacional y la prospectiva existente. Son decisiones con alto nivel de incertidumbre, lo que implica que podrán existir algunas opciones muy nítidas, pero en los márgenes otras opciones no deberían ser demasiado rígidas ni tajantes. Debemos integrar mejor a nuestra reflexión los problemas y oportunidades del país, la acumulación existente y la visión sistémica: se trata de hacer funcionar el SNCTI maximizando su impacto, más que de identificar e impulsar iniciativas aisladas o encapsuladas.

En conclusión, en términos estratégicos y dinámicos, el foco de prioridades no podría quedarse sólo en potenciar aquéllos sectores de actividad que hoy son fuertes y que se basan en ventajas estáticas como la do-

tación de recursos naturales. El desarrollo de las capacidades endógenas para poder ingresar competitivamente en los sectores más intensivos en conocimiento, en particular aquellos asociados al nuevo paradigma tecno-económico que podría transformar las condiciones de producción y consumo en el mundo de las próximas décadas, requerirá de un rol proactivo del estado en la provisión de bienes públicos y en la promoción de la generación de bienes de club.

### Las prioridades en la visión sistémica

El SNCTI como tal tendrá -a lo largo del tiempo- diferentes cuellos de botella donde resultará prioritario invertir; además, esos cuellos de botella irán evolucionando y modificándose. Por otra parte, se trata de un sistema cuyo impacto se registra en el largo plazo, lo que genera condicionamientos importantes para la formulación de políticas.

Si estamos planteando una visión sistémica, orientada a la innovación en los sectores sociales y económicos, la fijación de prioridades se debe encarar tomando en consideración por un lado **los sectores de impacto** (basados en los núcleos de problemas u oportunidades que se visualizan para nuestro país), y por otro lado las diferentes **actividades** que hay que desarrollar para lograr estos impactos (dentro de la visión que abarca la Investigación, el Desarrollo y la innovación que se presentó anteriormente), cada una de las cuales tiene su propia lógica. Esta doble mirada nos llevará a establecer objetivos y prioridades para cada tipo de actividad: prioridades para fomentar la innovación, prioridades para la investigación aplicada y el desarrollo, prioridades para la investigación básica.

De esta forma, en lugar de una visión unidimensional de las prioridades, donde solamente se trata de elegir áreas, proponemos pasar a una visión multidimensional del sistema, donde hay que definir instrumentos y prioridades:

- En cada tipo de actividad (investigación, desarrollo, innovación),
- Por cada área del conocimiento
- Por cada núcleo de problemas de los sectores de la sociedad,
- De acuerdo a la realidad, el potencial y las capacidades existentes en el país.

Finalmente, esta definición de instrumentos y prioridades debe realizarse como un proceso dinámico, donde (i) se establecen objetivos y prioridades; (ii) a partir de ellos se definen instrumentos; (iii) al aplicarse se logran impactos que deben ser medidos y evaluados, y (iv) a partir de esta evaluación se ajustarán prioridades y objetivos, reiniciándose el proceso a partir de allí.



### Una estrategia de CTI alineada con el modelo de desarrollo propuesto

El modelo de desarrollo que orienta al PENCTI, como ya se ha dicho anteriormente, es el de la apuesta a un modelo “intensivo en conocimiento”. Un modelo como ese, en el fondo propone el desarrollo de sectores económicos fuertemente innovadores apoyados en sectores tecnológicos potentes y dinámicos.

Pero hay implícita una estrategia para lograr el desarrollo de estos sectores tecnológicos y es el fortalecimiento de los sectores intensivos en conocimiento a partir de su interacción con núcleos de problemas de los sectores productivos y sociales más importantes actuales y que se prevén para el futuro del país.

En otras palabras, se piensa que se debe impulsar el desarrollo de sectores intensivos en conocimiento, a partir de su vinculación con problemas nacionales y con demandas del sector productivo. Evidentemente, los sectores tecnológicos que se intentarán favorecer son aquellos que puedan alcanzar masa crítica, lo cual se puede alcanzar sea por tratarse de áreas tecnológicas de aplicación ubicua o genérica en muy diversos tipos de problemas (ej: las TICs), sea por tratarse de tecnologías aplicables en sectores de gran significación económica en nuestra realidad como las Biotecnologías (que también prometen ser bastante ubicuas), y potenciar su interacción con los “núcleos de problemas/oportunidades” del Uruguay.

Si queremos generar otros sectores dinámicos hay que lograr interacciones parecidas entre demandas importantes, personas capacitadas en tecnologías adecuadas,

y la capacidad de emprender. Para poner un ejemplo: el desarrollo de la industria de software y servicios informáticos en el Uruguay, estuvo directamente relacionada con la interacción entre empresas jóvenes (formadas por tecno-emprendedores con ingenieros y técnicos capacitados) y las demandas fundamentalmente del sector financiero nacional y de las grandes empresas que requerían informatizar su gestión. Esta demanda sirvió de locomotora para el desarrollo de soluciones informáticas por parte de empresas que luego pudieron dar el salto y transformarse en exportadoras. Simultáneamente, se deben crear capacidades en áreas tecnológicas que, con visión prospectiva, podrán crear a mediano y largo plazo dichas interacciones, pero que para eso requieren de una fuerte inyección de recursos que el mercado no puede proveer hoy en las cantidades necesarias.

Se propone entonces una triple estratificación, donde cada estrato o nivel sigue una lógica diferente y admitirá priorizaciones diferentes:

- En primer término, están los núcleos de problemas y oportunidades que ofrece la realidad nacional. Les llamaremos **“Sectores Productivos y Sociales”**.
- En segundo término, los **“Áreas tecnológicas intensivas en conocimiento”**, que se pretende potenciar con una visión de mediano y largo plazo.
- En tercer lugar, no hay que descuidar la necesaria formación y mantenimiento de capacidades básicas, de largo plazo y para una realidad necesariamente cambiante e

incierto. Esto lo llamaremos **“Capacidades de Base”**.

Es en la interacción entre estos tres estratos o niveles, que se desarrolla el PENCTI:



Antes de introducirnos en la definición de prioridades y criterios, tenemos que hacer todavía una reflexión y es la **distinción entre sectores y áreas del conocimiento**. A la hora de determinar áreas prioritarias para la aplicación de los instrumentos aparecen dos conceptos que son diferentes: por un lado están los *“núcleos de problemas y oportunidades”* que se presentan para el desarrollo del país, y por otro las áreas del conocimiento. El abordaje por sectores o núcleos de problemas lleva a una lógica relacionada con el impacto productivo y social (desde la demanda), mientras que las áreas tienen una lógica más relacionada con el desarrollo de capacidades (desde la oferta). Además, los sectores requieren un enfoque multidisciplinario, dado que sus problemáticas son complejas (por ejemplo, la problemática del medio ambiente admite abordajes desde muy diversas disciplinas, desde el tratamiento de efluentes a la ingeniería automotriz, pasando por la sociología y el urbanismo). En tercer término está la infraestructura y las capacidades formadas para soportar esta interacción, en la lógica antes mencionada.

## Los sectores de actividad a priorizar

Se priorizarán entonces las iniciativas que requieren desarrollo de conocimiento y aplicaciones, y en particular de los sectores llamados “intensivos en conocimiento” o también “tecnologías transversales”. En principio son las siguientes:

### Áreas Tecnológicas a priorizar

- 1) TICs
- 2) Biotecnología
- 3) Otros sectores emergentes con potencial e impacto, como la nanotecnología

Asociado a esto, no hay que descuidar la necesaria formación y mantenimiento de las “Capacidades de base” de I+D+i, para lo cual se requiere:

### Actividades para el desarrollo de Capacidades de Base

- 1) Funcionamiento “basal” de la investigación
- 2) Formación de RRHH, de grado y posgrado
- 3) Fortalecimiento Institucional
- 4) Infraestructura
- 5) Cambios en Sistema Educativo en su conjunto, para lograr el acceso de toda la población a las nuevas tecnologías
- 6) Desarrollo de capacidades avanzadas de gestión

Otra forma de decir esto es que el objetivo prioritario será desarrollar aplicaciones y conocimientos necesarios en las áreas tecnológicas seleccionadas para lograr su impacto en la sociedad, impulsando en mediano plazo el potencial de generación de innovación. Es evidente que este impulso debería redundar en el desarrollo de innovación en forma mediata y por lo tanto no asegurada. Se acepta una alta incertidumbre, donde existe el riesgo de que una parte de esta inversión no logre los resultados previstos. Eso incluye el desarrollo

de capacidades de base directamente en estas áreas tecnológicas o en otras que podrían estar vinculadas o relacionadas con su desarrollo.

El tercer espacio de priorización se refiere a los núcleos de problemas relacionados con sectores productivos y sociales. Se proponen los siguientes:

### Sector/Núcleo de Problemas y Oportunidades

- 1) Software, Servicios Informáticos y Producción Audiovisual
- 2) Salud Humana y Animal (incluye Farmacéutica)
- 3) Producción Agropecuaria y Agroindustrial
- 4) Medio Ambiente y Servicios ambientales
- 5) Energía
- 6) Educación y Desarrollo Social
- 7) Logística y Transporte
- 8) Turismo

Se priorizará para estos núcleos de problemas y oportunidades, la interacción con el desarrollo de las áreas tecnológicas prioritarias, entre otras cosas impulsando el nacimiento de empresas de alta tecnología, dirigidas a mercados que posean la suficiente masa crítica.

Para cada sector se pueden identificar tanto problemas como oportunidades de desarrollo, y surgirán iniciativas para atacarlos, algunas de las cuales requieren el desarrollo de conocimiento específico y en ese sentido tendrán que ver con actividades de I+D+i de una u otra disciplina, o frecuentemente de carácter multidisciplinario. Lo que se pretende señalar es que la búsqueda de conocimientos aplicables a la resolución de problemas mediante las áreas tecnológicas prioritarias podrá requerir de otras disciplinas cuya conexión puede no resultar en primera instancia evidente.

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS



ANCAP	Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland	CDC	Consejo Directivo Central, Universidad de la República
ANEP	Administración Nacional de Educación Pública	CENUR	Centro Universitario
ANII	Agencia Nacional de Investigación e Innovación	CES	Centro de Ensayos de Software
ARU	Asociación Rural del Uruguay	CHEA	Comisión Honoraria de Experimentación Animal, Universidad de la República
ASSE	Administración de los Servicios de Salud del Estado	CIU	Cámara de Industrias del Uruguay
AUDEBIO	Asociación Uruguaya de Biotecnología	CMC	Consejo Mercado Común del Mercosur
BID/FOMIN	Banco Interamericano de Desarrollo/Fondo Multilateral de Inversiones	CND	Corporación Nacional para el Desarrollo
CAP	Comisión Académica de Posgrado, Universidad de la República	CODICEN	Consejo Directivo Central, Administración Nacional de Educación Pública
CCDT	Comisión Central de Dedicación Total, Universidad de la República	COMAP	Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones
CCI	Comisión Coordinadora del Trabajo en el Interior, Universidad de la República	COMPUTE	Grupo de Computación Teórica, Universidad Católica del Uruguay
		CONAPROLE	Cooperativa Nacional de Productores de Leche
		CONICYT	Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología

CRI	Consortio Regional de Innovación	IIBCE	Instituto de Investigaciones Biológicas “Clemente Estable”
CSIC	Comisión Sectorial de Investigación Científica, Universidad de la República	INAC	Instituto Nacional de Carnes
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación	IPM	Instituto Pasteur de Montevideo
CUDIM	Centro Uruguayo de Imagenología Molecular	IRAE	Impuesto a las rentas de las actividades agropecuarias
CURE	Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República	IVA	Impuesto al Valor Agregado
CUTI	Cámara de Tecnologías de la Información	JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón
CVUy	Sistema de Información para el registro de investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores, SNI	LATU	Laboratorio Tecnológico del Uruguay
DCC	Departamento de Cultura Científica, DICYT-Ministerio de Educación y Cultura	MATE	Grupo Matemática Aplicada a las Telecomunicaciones, Universidad Católica del Uruguay
DICYT	Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Ministerio de Educación y Cultura	MEC	Ministerio de Educación y Cultura
DILAVE	División Laboratorios Veterinarios, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	MERCOSUR	Mercado Común del Sur
DINAMA	Dirección Nacional de Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente	MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
DINAPyME	Dirección Nacional de Artesanías, Pequeñas y Medianas Empresas, Ministerio de Industria, Energía y Minería	MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería
DINARA	Dirección Nacional de Recursos Acuáticos, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca	MIPyMES	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
DT	Dedicación Total, régimen docente de la Universidad de la República	MSP	Ministerio de Salud Pública
ER	Epilepsias Refractarias	OLPC	One Laptop per Child
FOCEM	Fondo de Convergencia Estructural del MERCOSUR	OPP	Oficina de Planeamiento y Presupuesto
FPTA	Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria	OSE	Obras Sanitarias del Estado
		PACC	Programa de Competitividad de Conglomerados y Cadenas Productivas
		PACPyMES	Programa de Apoyo a la Competitividad y Promoción de Exportaciones
		PAIE	Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil
		PCTP	Parque Científico Tecnológico de Pando
		PDU	Polos de Desarrollo Universitario, Universidad de la República
		PEAID	Programa de Equidad para el Acceso a la Información Digital
		PEDECIBA	Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas

PENCTI	Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
PLANISA	Plan Nacional de Investigación en Salud Animal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PRET	Programas Regionales de Enseñanza Terciaria, Universidad de la República
PTP	Polo Tecnológico de Pando
RAP	Red de Atención Primaria
RECyT	Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología del Mercosur
SAG	Sistema de Apoyo a la Gestión
SECIF	Servicio de Clasificación Celular y Citometría de Flujo
SNB	Sistema Nacional de Becas
SNI	Sistema Nacional de Investigadores
SRA	Servicio de Referencia Académica, Universidad de la República
SUL	Secretariado Uruguayo de la Lana
SUPCyT	Sociedad Uruguaya para el Progreso de la Ciencia y la Tecnología
TICs	Tecnologías de la Información y la Comunicación
UCUDAL	Universidad Católica del Uruguay, "Dámaso Antonio Larrañaga"
UDE	Universidad de la Empresa
UdelaR	Universidad de la República
UM	Universidad de Montevideo
URSEA	Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua
UTE	Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas

# PLAN ESTRATÉGICO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

**OBJETIVO 1:**  
Consolidar el sistema científico-tecnológico y su vinculación con la realidad productiva y social

## SUB-OBJETIVOS:

Conformar o consolidar masas críticas para la investigación científica y tecnológica en las áreas de mayor relevancia para el desarrollo del país, con un enfoque de corto, mediano y largo plazo.

Dinamizar la interacción entre instituciones de I+D y otros agentes de los ámbitos afines a la CTI (empresarial, gubernamental, y de formación profesional y técnica) vinculando la oferta con la demanda de conocimientos.

Incrementar la participación de Uruguay en redes regionales e internacionales de investigación.

Construir espacios laborales para jóvenes investigadores y para la inserción de investigadores radicados en el exterior.

Contribuir a la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos.

## SUB-OBJETIVOS COMUNES A LOS OBJETIVOS 1 Y 2

Disponer de un marco regulatorio adecuado para las actividades de CTI, incluyendo un régimen y servicios de asesoramiento sobre Propiedad Intelectual, así como incentivos para aumentar la participación del sector privado en la creación de conocimientos.

Disponer de organizaciones y personas capacitadas para la gestión de las interfaces o articulaciones entre oferta y demanda de conocimientos.

**OBJETIVO 2:**  
Incrementar la competitividad de los sectores productivos en el escenario de la globalización

## SUB-OBJETIVOS:

Contribuir a transformar la estructura productiva vía la diversificación y el agregado de valor.

Estimular la innovación en PYMES insertas en "clusters" dinámicos basados, en particular, en especializaciones regionales.

**OBJETIVO 3:**  
Desarrollar capacidades y oportunidades para la apropiación social del conocimiento y la innovación inclusiva

## SUB-OBJETIVOS:

Generar y aplicar conocimientos para la resolución de problemas sociales y la inclusión social.

Divulgar los avances científico-tecnológicos en términos que los hagan comprensibles para el conjunto de los ciudadanos y favorecer la apropiación social del conocimiento.

Fomentar el espíritu científico, tecnológico y emprendedor de niños y jóvenes a través de programas de popularización de la ciencia y tecnología.

**Visión:** construir una sociedad equitativa, democrática y competitiva, basada en el conocimiento, la sostenibilidad y los valores humanos.

**Misión:** crear las condiciones para que el conocimiento y la innovación se vuelvan instrumentos primordiales del desarrollo económico y social, aumentando significativamente la inversión social en actividades innovadoras.

**OBJETIVO 4:**  
Formar y capacitar los recursos humanos requeridos para atender las exigencias de la construcción de una sociedad del conocimiento

**OBJETIVO 5:**  
Desarrollar un sistema de prospectiva, vigilancia y evaluación tecnológica como soporte a la consecución de los otros objetivos propuestos, y de evaluación de políticas públicas e instrumentos de CTI.



*Editor:*

Gerardo Agresta

*Selección, glosado y compilación de textos e información:*

Gerardo Agresta, Santo Balbi, Julio Varela

Este trabajo reúne principalmente información generada por las instituciones que integran el Sistema Nacional de Innovación que son mencionadas en el texto.

Dicha información fue resumida, extractada o glosada para adaptarla a las necesidades del documento.

Las fuentes de información se mencionan al final de cada sección y capítulo.

*Corrección de texto:*

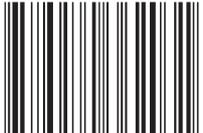
Susana Aliano Casales

*Diseño:*

Andrés Cribari

ISBN 978-9974-36-203-1

ISBN 9974-36-203-2



9 789974 362031

