



**RIDAA**  
Repositorio Institucional  
Digital de Acceso Abierto de la  
Universidad Nacional de Quilmes



Universidad  
Nacional  
de Quilmes

Vazquez, Daniel Alberto

# La transferencia de conocimiento en las universidades públicas : el caso de los biomateriales en el INTEMA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.  
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

*Cita recomendada:*

Vázquez, D. A. (2022). *La transferencia de conocimiento en las Universidades Públicas: El caso de los biomateriales en el INTEMA. (Tesis de posgrado). Bernal, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3942>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

## **La transferencia de conocimiento en las Universidades Públicas: El caso de los biomateriales en el INTEMA**

***TESIS DE MAESTRÍA***

**Daniel Alberto Vázquez**

davazquez19@gmail.com

### **Resumen**

En la presente Tesis se analiza la vinculación, a través de la transferencia de conocimiento, entre los Institutos de Investigación dependientes de las Universidades Públicas de la República Argentina y el medio socioproductivo local, regional e internacional. Para realizar esta tarea se seleccionó un caso específico: el Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), dependiente de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET).

## **Agradecimientos**

Esta tesis no podría haber visto la luz sin las generosas aportaciones de un gran número de personas. Por ello, quiero expresar mi más sincero agradecimiento:

- A mi madre, mi padre, mi compañera Victoria por haberme apoyado en la vida cotidiana y acompañado en las dificultades que, a lo largo de este proceso de varios años.

- A los profesores, investigadores y gestores de la comunidad científica, que me recibieron en sus despachos, en sus facultades, en sus centros e institutos de investigación brindándome generosamente su disponibilidad y su buen criterio a la hora de discutir aspectos relacionados con esta tesis.

- A los informantes que colaboraron con cuestionarios, contestaron preguntas y se ofrecieron a participar con sus testimonios en mi investigación.

- A las autoridades de la Facultad de Humanidades de la Universidad de Mar del Plata, por todo el apoyo recibido en la recopilación de datos fundamentales para este trabajo.

- A mis amigos y amigas más queridas, quienes con paciencia infinita, han visto todos mis esfuerzos de elaborar y concretar la Maestría, y se han alegrado por la posibilidad que me ha brindado la Universidad Nacional de Quilmes, de desarrollar mi trabajo en un marco de ecuanimidad y alta calidad académica.

- A los miembros docentes y no docentes del Área de la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la UNQUI, por brindarme esta oportunidad que reviste una gran importancia para mi desarrollo profesional y vital.

- A mi directora Marta Arana y mi co-director Dario Codner por su respeto, su paciencia, sus comentarios agudos, su comprensión, su rigor, su apoyo personal, intelectual y académico.

Mar del Plata, octubre 2013

## Contenido

Agradecimientos .....	2
Índice de Tablas.....	6
INTRODUCCIÓN .....	7
CAPITULO I: Abordaje Teórico Metodológico.....	11
1.1 Aproximación a la Problemática .....	11
1.2 Relaciones I+D y la Universidad Pública .....	13
1.3 Las Ingenierías en el marco de la CTS .....	19
1.4. Acerca del objeto de la investigación .....	21
1.5 Metodología de investigación .....	26
CAPITULO II: Las características de la producción del Conocimiento .....	28
2.1 Acerca de la producción de Conocimiento y el Modelo Lineal de Investigación .....	28
2.2 El Modelo Lineal y los Sistemas de Innovación Nacional .....	32
2.3 Políticas Científicas de Innovación.....	34
2.4 Acerca del financiamiento y las prácticas de evaluación .....	36
2.5 El contrato entre la Universidad y el Medio Socioproductivo.....	42
2.6. Mercado e investigación en biotecnología en la Argentina .....	45
3.6. Las regulaciones en el contexto nacional .....	50
CAPITULO III: El INTEMA, la vinculación de la Universidad y el medio socioproductivo.....	56
3.1 Historia del INTEMA .....	56
3.2 Información general sobre el INTEMA.....	58
3.3 Organigrama del INTEMA.....	59
3.4 Normativas y marcos regulatorios de la transferencia .....	60
3.5 Política de vinculación tecnológica del INTEMA en relación con los servicios tecnológicos de alto nivel (STAN) .....	65
3.6 La extensión y la transferencia en la UNMDP.....	69

CAPITULO IV: Los Biomateriales: un estudio de caso .....	74
4.1. Acerca de los Materiales Biomédicos .....	74
4.2. El desarrollo de la investigación en el área de los Biomateriales .....	77
4.3. El desarrollo de los Biomateriales en Estados Unidos y en la Unión Europea .....	78
4.4. El desarrollo y el estado de la investigación y producción de los Biomateriales en la Argentina.....	82
4.5. Desarrollo de la investigación en Biomateriales en el INTEMA .....	84
4.6. Actividades de transferencia en el ámbito de la producción en Biomateriales .....	86
CONCLUSIONES .....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	98
ANEXOS.....	105
PROYECTOS FINANCIADOS EN EL ÁREA DE POLIMEROS BIOMATERIALES.....	105
LINEAS DE INVESTIGACIÓN.....	108
LINEAS DE INVESTIGACIONES ACTUALES.....	109

## **Índice de Tablas**

Tabla 1 Figura Jurídica de las UVT .....	53
Tabla 2 Integrantes del INTEMA.....	59
Tabla 3 Organigrama del INTEMA .....	60
Tabla 4 Sistema de Vinculación Tecnológica .....	66
Tabla 5 Distribución de fondos derivados de las actividades de transferencia .....	69
Tabla 6 Proyectos de investigación .....	70
Tabla 7 Proyectos de extensión.....	71
Tabla 8 Facturación del período 2009-2011 .....	72
Tabla 9 Transferencia período 2008-2011.....	73

## INTRODUCCIÓN

En la presente Tesis se analiza la vinculación, a través de la transferencia de conocimiento, entre los Institutos de Investigación dependientes de las Universidades Públicas de la República Argentina y el medio socioproductivo local, regional e internacional. Para realizar esta tarea se seleccionó un caso específico: el Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), dependiente de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET).

El trabajo se centró en una de las líneas de investigación que se desarrollan en el Instituto: el área de Polímeros, específicamente el estudio de materiales biomédicos, también conocido con el nombre de biomateriales. La decisión de trabajar el área de biomateriales se fundamenta en que se trata de uno de los núcleos de investigación con más desarrollo y alto impacto social. Cotidianamente los sujetos convivimos y nos relacionamos directamente con diferentes materiales biomédicos, que van desde una simple píldora que ingerimos hasta, en casos de patologías médicas específicas, prótesis complejas como, por ejemplo, los materiales que componen un corazón artificial.

Es de destacar que la investigación en biomateriales adquiere protagonismo a partir de la segunda mitad del siglo XX; diferentes acontecimientos fueron los gérmenes de la puesta en práctica de una política de investigación en torno a la aplicación de materiales nobles en organismos vivos. En Argentina, uno de los espacios científico-académico, más importante en la problemática de los biomateriales es el INTEMA. Se trata de un Instituto de investigación de prestigio nacional e internacional.

La presente Tesis aborda, asimismo, el análisis sobre la práctica de la transferencia universitaria. La misma se constituyó en una actividad destacada dentro del ámbito universitario, influyendo en la generación de conocimiento y también en la de recursos económicos y humanos, modificando prácticas de la



gestión y la investigación universitarias, así como la vinculación con el medio. Las políticas públicas de transferencia, promueven el vínculo entre la investigación en instituciones públicas y el medio socioproductivo, de manera constante. La producción de conocimiento, en este contexto, se convierte en un nuevo valor de cambio estratégico en función de los intereses del mercado, de esta manera la transferencia es el vehículo mediante el cual la producción de conocimiento se vuelca hacia las necesidades del medio.

Es de destacar que la investigación sobre la que se sustenta la presente Tesis finaliza a mediados del año 2012<sup>1</sup>. Este dato es importante para comprender el proceso de realización de la misma. Finalizada la escritura y las correcciones de estilo, se realizaron las consultas pertinentes para la entrega del trabajo y tomamos conocimiento de la exigencia modificaciones reglamentarias que demoraron la entrega de la Tesis. En todo momento contamos con el apoyo de la Dirección de la Maestría y el personal de la Secretaría de Posgrado.

En relación al material bibliográfico empleado, se trabajó material específico de la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad, en la modalidad virtual. Muchos de estos textos son clásicos en la temática con una antigüedad

---

<sup>1</sup> Aprovecho esta oportunidad para realizar algunas aclaraciones de tiempo y forma. En principio debo informar que la entrevista que realicé al Dr. Abraham Gustavo y la Dra. Teresita Cuadrado la lleve a cabo a fines del año 2011. También aclaro que una de las entrevistas que intente realizar, que fue a los médicos que trabajan en el INTEMA, por diferentes motivos, nunca logre realizarla de manera formal, siempre han sido conversaciones informales, pero no por eso, no significativas en la investigación. Asimismo las experiencias mutuas entre los investigadores del INTEMA y los médicos fueron de gran utilidad para comprender y explicar los procesos de las prácticas en el campo de la investigación. Estos ejemplos fueron narrados por los propios actores, que más de una vez, han dejado evidencia de la interesante y fructífero que resulta el trabajo en conjunto entre ambas disciplinas. Algunos de estos ejemplos, han sido motivo de relación y redacción en la tesis. En lo que respecta a las entrevistas al personal administrativo del INTEMA los informantes han sido varios, como es el caso de la bibliotecaria del INTEMA, como el personal de la UVT del INTEMA y como el personal que desempeña sus labores en el interior del instituto. En este caso, las entrevistas no han perseguido un guión, sino que la información que me fue brindada me ayudo al momento de organizar y entender los procesos de investigación en la temática.

estimativa de quince años, sin embargo la mayoría de estos autores son fuentes principales que hasta la actualidad se mantienen vigentes, siguen siendo textos de consulta disciplinar, convirtiéndose en clásicos. También se trabajaron estudios recientes en torno a la temática de investigación de la tesis, provistos por diferentes bibliotecas como la misma UNQUI. Es oportuno aclarar que en el exhaustivo barrido bibliográfico realizado para la investigación se constata escaso material sobre la producción de biomateriales su relación con el medio socioproductivo; el vínculo con los institutos de investigación pública en biomateriales. A raíz de este inconveniente, algunos textos se encuentran desactualizado en tanto tienen una antigüedad de 10 años.

La presente Tesis se organizó en cuatro capítulos con una Introducción, Conclusiones y Anexos. En el primer capítulo se realizan las aproximaciones teóricas-metodológicas para la definición del problema de la investigación, a su vez, se analiza la situación de los Institutos de Investigación dependientes de las Universidades Públicas. Asimismo, se describe el caso particular de las investigaciones generadas en el interior del INTEMA. También, en este primer capítulo, se estudian las diferentes vertientes teóricas que dan cuenta de la interacción de la producción de conocimiento generada en la investigación pública y la forma en que la misma se vincula con el medio socioproductivo; de ahí en más, se reflexiona alrededor de cuáles son los beneficios y las desventajas de esta relación entre la universidad y el medio.

En el segundo capítulo, se realiza un análisis de los diferentes modelos teóricos clásicos que promueven el vínculo entre la universidad y el medio socioproductivo. Se apela a diferentes posturas teóricas como es el caso del *modelo lineal* de investigación para analizar cuál es su propuesta teórica-práctica en cuanto a los proyectos en ciencia y tecnología, tanto de corto como de largo alcance. En las últimas décadas del siglo XX surge un nuevo sistema de producción de conocimiento, denominado *sistema nacional de innovación*, como nuevo modelo productivo se propone interactuar y acrecentar los lazos entre los centros e institutos dependientes de las universidades públicas y el medio, en la búsqueda de brindar soluciones científico-tecnológicas a diferentes problemáticas del ámbito social. Asimismo en este capítulo, se analizan el desarrollo de los biomateriales desde la biotecnología. También, se

realiza una revisión de las políticas nacionales en relación a la transferencia de producción de conocimiento y el marco regulatorio de las políticas científicas en diferentes contextos históricos.

En el tercer capítulo de la Tesis, se analiza y describe el caso seleccionado, donde se incluye la historia de la creación del INTEMA y la información sobre las temáticas de investigación que se desarrollan en el mismo. También se estudia la forma organizacional de la composición del INTEMA y cuál es la producción de conocimiento, prestándole especial atención a las líneas de investigación y desarrollo (I+D).

En el cuarto capítulo el trabajo se centra en el desarrollo de la investigación en biomateriales que se genera en el INTEMA, analizando las diferentes líneas de trabajo en I+D. En el capítulo se examina el trayecto histórico de la investigación sobre los biomateriales, a mediados del siglo XX en EEUU, posteriormente su expansión hacia la Unión Europea y finalmente, su desarrollo hasta la actualidad. A continuación la tesis se centra en la investigación en biomateriales en la Argentina y en particular en el INTEMA. Asimismo se describen cuáles son los problemas en el campo disciplinar de esta área de investigación en nuestro país. Finalmente se propone indagar sobre la forma en que estos proyectos de investigación logran, en gran parte, ser transferidos al medio socioproductivo.

# **CAPITULO I: Abordaje Teórico Metodológico**

## ***1.1 Aproximación a la Problemática***

A partir de los años 80' del siglo XX, las universidades, los centros e institutos de investigación nacionales, comienzan a interactuar de manera conjunta con algunos sectores del medio socioproductivo. De esta relación se desprendieron diferentes tipos de innovaciones<sup>2</sup>, muchas de las cuales se han instalado en la vida cotidiana de la sociedad.

Este escenario es propicio para la interacción entre nuevos desarrollos científicos-tecnológicos y la sociedad, desde la perspectiva de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS). A través de un estudio de caso es posible comprender el proceso de consolidación de la producción de conocimiento, que se genera en las universidades nacionales e institutos públicos de investigación, y su recorrido hasta la vinculación con el medio.

La presente investigación parte de los estudios entre la universidad y el medio socioproductivo desarrollado por autores como Casas (Casas 2001), que implica analizar las relaciones que se dan entre la producción de conocimiento (universidades, centros de investigación, laboratorios privados, etc.) y la producción empresarial y su vínculo con el Estado (Etzkowitz y Leydesdorff 1995). En este marco se analiza la transferencia de conocimiento y la gestión de la innovación en la educación superior universitaria.

Varios autores han expuesto múltiples evidencias y experiencias sobre la constitución de un campo de estudios en la Educación Superior Universitaria y su relación con las políticas de transferencia, que

---

<sup>2</sup> El concepto de innovación es ambiguo, tiene diferentes acepciones en la bibliografía específica y en la práctica. En el campo de la CTS, y en este trabajo, nos remitimos al Manual de Oslo, edición 2006, en el cual la innovación implica la utilización de un nuevo conocimiento o de una nueva combinación de conocimientos existentes. (Manual de Oslo 2006:44).

particularmente se consolidaron en Argentina en las últimas dos décadas. La Primera Revolución Académica (*docencia-investigación*), de acuerdo con Etzkowitz y Webster (1998), estuvo vinculada con el impulso del Estado en la investigación académica para aportar soluciones en el mercado agrícola, el médico y a los programas militares. En la actualidad, la Segunda Revolución Académica (*investigación-producción*) se fusiona con las necesidades del Estado para estimular el crecimiento económico basado en políticas industriales.<sup>3</sup>

En tanto Gibbons (1997) argumenta la diferencia entre el Modo 1 y el Modo 2 de investigación sobre la finalidad de la producción de conocimiento.

*En el modo 1 se plantean y se solucionan los problemas en un contexto gobernado por los intereses, en buena parte académicos, de una comunidad específica. En contraste, el conocimiento del modo 2 se lleva a cabo en un contexto de aplicación. El modo 1 es disciplinar, mientras que el modo 2 es transdisciplinar. El modo 1 se caracteriza por la homogeneidad, el modo 2 por la heterogeneidad. Organizativamente, el modo 1 es jerárquico y tiende a preservar su forma, mientras que el modo 2 es más heterárquico y transitorio. Cada uno de ellos emplea un tipo diferente de control de calidad. En comparación con el modo 1, el modo 2 es más socialmente responsable y reflexivo. Incluye a un conjunto de practicantes cada vez más amplio, temporal y heterogéneo, que colaboran sobre un problema definido dentro de un contexto específico y localizado. (Gibbons 1997:12)*

El protagonismo de la universidad como agente y productor del

---

<sup>3</sup> Los principales clientes de las universidades son las grandes empresas públicas. Esta preferencia no resulta ciertamente de ninguna opción política o ideológica, sino que es la consecuencia del simple hecho de que en países como la Argentina, Brasil o México las grandes compañías del estado representan la parte más importante del sector productivo, comprendiendo, al mismo tiempo, el componente más avanzado de la economía y las únicas empresas donde existen los recursos adecuados para esa cooperación y la conciencia de la importancia estratégica que representa para la economía esta vinculación del medio académico con el sector productivo. (Vessuri 1996:54)

conocimiento, conlleva al análisis expuesto por Ben-David en los años 1970, que en la década de los 80' se conoce como "*capitalización del conocimiento*". Otros autores como Rosalba Casas (2001), definen este fenómeno como el Tercer rol de la universidad: el primero es la docencia, el segundo es la investigación y el tercero sería focalizar la relación de la producción del conocimiento con las demandas sociales. En estas últimas décadas, en América Latina, se han consolidado los estudios sobre la vinculación de la universidad y el medio socioproductivo. Hebe Vessuri (1995) es una referente que desarrolló investigaciones donde se evidencia la relación entre la investigación, la universidad y los mecanismos de financiación de los grupos y proyectos de investigación. Parte de su producción académica analiza la vinculación de diferentes actores del medio socioproductivo y su articulación con la Universidad a través de distintos conceptos como son: *desarrollo local* o *economía social* ampliados posteriormente por Weil (2000). Finalmente es de mencionar los aportes de otros autores como Sutz (2002), Pablo Kreimer (1998) y Banett (2006), que subrayan la pérdida de autonomía de la universidad, destacando que las líneas de investigación se encuentran afectadas por la demandas de las necesidades del medio socioproductivo, donde la presencia del mercado impone repensar nuevas reglas de trabajo.

## ***1.2 Relaciones I+D y la Universidad Pública***

La vinculación (*matrimonio*) entre universidad e industria técnico-productiva, formó las bases de la primera revolución académica, una forma de enseñanza y saber en relación directa con un mercado tecnológico aún vigente en la actualidad.

*La transición desde la ciencia académica hacia la posacadémica está marcada por la aparición de palabras tales como administración o gestión, contratos, regulación, responsabilidad, capacitación, empleo, etc., que previamente no tenían cabida en la vida científica. Este vocabulario no se originó en la ciencia, sino que fue importado de la*

*cultura más moderna que emergió a través de varios siglos en las sociedades occidentales, una cultura caracterizada por Weber como esencialmente burocrática. La ciencia postacadémica...está aquí para quedarse. (Ben-David 1974: 35)*

Este autor señala que en dos lugares se produjeron grandes avances en la producción científica, Alemania y EE.UU. El punto de acuerdo entre estos dos países, fue el proceso de conciliación entre el hombre de estudio y la industria tecnológica, que se inicia a mediados del siglo XIX. En ese momento la organización en torno a la investigación en la universidad llegó a ser el factor más importante en la definición de las actividades científicas. Por ese entonces los hombres que desarrollaban tecnología aplicada trabajaban como docentes en las universidades más importantes del mundo. La relación entre producción de conocimiento y universidad se encontraba mucho más emparentada. La institución del saber, cumplía una función activa al generar y producir conocimiento.

*Por lo general, la transmisión de las capacidades de investigación se produjo en seminarios y laboratorios universitarios, más que en forma privada. Durante las últimas décadas del siglo XIX, las investigaciones de las ciencias experimentales llegaron a organizarse en los llamados institutos, organizaciones burocráticas permanentes, habitualmente ligadas a las universidades y que poseían sus propias instalaciones, así como también su personal, tanto científico como de respaldo. (Rosalba Casas 2001: 47)*

El papel de la universidad luego de la Segunda Guerra Mundial, se convirtió en una de las estrategias técnicas productivas más importantes. La consolidación del desarrollo científico volcado a tecnología de punta, con su aplicación a los desarrollos armamentísticos, reorganizaría el futuro académico de los currículos universitarios.

En ese escenario se daría comienzo, a lo que muchos llaman, la segunda revolución académica. Las universidades dejan de ser consideradas

como una casa de altos estudios con sus propios intereses de investigación, para transformarse en parte creativa y activa del medio socioproductivo que demanda de sus servicios.

*La Primera Revolución Académica, de acuerdo con Etzkowitz y Webster (1998:39) estuvo relacionada, aunque no exclusivamente, con la necesidad del Estado de investigación académica que contribuyese al desarrollo agrícola y médico y a los programas militares. Actualmente, la nueva revolución se integra con las necesidades del Estado de estimular el crecimiento económico en ausencia de políticas industriales formales para tal fin. Aun cuando estas políticas existan, las relaciones academia-empresa ocupan un lugar central muy prominente en todas las propuestas que han aparecido en la última década. Por tanto, los autores argumentan que estamos presenciando el comienzo de un nuevo "contrato social" entre la academia y la sociedad. Este "contrato" requiere que el apoyo gubernamental en gran escala a la investigación académica sea sostenido por largo tiempo ya que la investigación juega un papel clave en la nueva economía. (Rosalba Casas, 2004)*

Esta nueva vinculación entre universidad y empresa, y este nuevo contrato social, posibilita que el capital académico se relacione como elemento central a la hora de proyectar propuestas empresariales. El nuevo estilo de los equipos de trabajo académico, acrecienta su poderío de manera clara y necesaria como es el caso de la libertad de negociar su capital intelectual, con aquellos organismos que lo demandan, como es el caso de empresas y otros interesados. Pero el circuito universidad-empresa se hace presente un tercer actor, el gobierno o el estado, según los autores:

*El gobierno está cada vez más preocupado en el desarrollo de nuevas estructuras organizacionales que puedan fortalecer el conocimiento nacional y las bases económicas típicamente por la vía de nuevos mecanismos para vincular la empresa con la academia o la empresa con la empresa (Etzkowitz y Webster 1998: 23).*



Pareciera que no se trata de una mera circunstancia coyuntural a la institución académica la que ha llevado al auge actual de las relaciones entre Universidad-sector productivo. Por el contrario, hemos tratado de mostrar que existe un largo recorrido histórico de estos vínculos, con un trasfondo filosófico y social más profundo.

*Se ha avanzado en la dirección abierta por la promesa de los fundadores de la ciencia moderna en el siglo XVII. De la ciencia experimental como conocimiento que manipula a la naturaleza, se ha pasado al reconocimiento que ese conocimiento puede, a su vez, ser manipulado. Una porción apreciable de la ciencia se ha convertido en una técnica entre otras técnicas. La ciencia busca hoy resultados prácticos. Desde el punto de vista de la organización social del trabajo intelectual, el investigador, en un número creciente de contextos de trabajo, pasa a ser un técnico profesionalizado entre otros, dedicado a extender el conocimiento cuyo significado está menos en sí mismo que en su utilidad (Vessuri 1995:12).*

Los resultados de la investigación realizada por Weil (2000) dejan en claro que la base científica de la universidad no acciona cambios directos al proceso de innovación en las empresas, sino que su accionar se relaciona de manera indirecta, en tanto las repercusiones de los nuevos desarrollos, en el ámbito social, acrecienta la interacción de los elementos de transmisión de nuevas habilidades, siendo estas capturadas por el mercado de los negocios. Por tal motivo, los organismos empresariales exponen que sería imposible pensar en la generación de conocimiento por fuera del ámbito universitario. Este autor identifica las razones por las cuales los empresarios procuran tener nexos con los departamentos de biología de las universidades:

1. Acrecentar los lazos de interacción entre la universidad y las empresas permite estar en contacto directo con los investigadores y lograr, a través de mecanismos informales, obtener anticipadamente, información acerca

de nuevos hallazgos y nuevas líneas de investigación, lo cual puede ser decisivo para alcanzar la comercialización de nuevos descubrimientos. (Rosalba Casas 2004)

2. Desarrollar contactos directos con estudiantes de posgrado, con la intención de capturar los buenos cuadros académicos en relación a los intereses de la empresa. Esto demuestra el por qué del beneficio de vincular estudios de posgrado con los intereses del mercado.

Las ventajas académicas que se producen en la actividad empresarial, a sorpresa de muchos, no solamente se refieren a la posibilidad del beneficio económico directo, sino que influyen de manera indirecta a través de la captación de los recursos humanos y su potencialidad económica.

- 1- La posibilidad de lograr insertar en el mercado laboral al estudiante de posgrado a una empresa, compañía de servicios, etc. de ese modo se garantiza la incorporación constante de los recursos humanos provenientes de las universidades públicas.
- 2- La ventaja de contar con recursos tecnológicos para el desarrollo de la investigación, con la posibilidad cierta de contrastar los diferentes procesos de las fases de investigación, contando con los insumos apropiados para la ejecución de una óptima corroboración científica.
- 3- La tercera ventaja son los incentivos o estímulos con que cuenta el investigador, llámese monetario o intelectual.

Ya detallamos las ventajas del trabajo mancomunado entre la universidad y la empresa; pero el autor nos advierte también sobre los problemas que se pueden producir entre estos dos actores y cómo algunos de estas dificultades podrían ser evitables.

- 1- El primer problema, es aquella relación entre el saber académico y la pregunta de cuál es la función del hombre de ciencia y el carácter proyectivo de la universidad. Esta debería anticiparse a los futuros

inconvenientes que sucedan entre los intereses de las empresas y la universidad pública, en relación la acreditación de patentes que son obtenidas por recursos humanos de la universidad estatal.

- 2- El segundo problema, es la estrategia económica de demorar la publicación de los investigadores, con el fin de minimizar los tiempos y alejar comunicacionalmente a la competencia. Si la publicación científica queda solapada como elemento de recurso de interés económico, se distorsionará la función principal del acto de la publicación. En el planteo del Modo 2 de investigación de Gibbons (1997) el autor le dedica un apartado, a la reserva de información sobre los avances descubiertos. Este proceso podría interferir en el desenvolvimiento tradicional de la comunicación académica. La cláusula de confidencialidad que forma parte del convenio entre la empresa y producción académica distorsiona el normal avance de la investigación en la comunidad académica. Esto es lo que atinadamente algunos definen como la *Cultura del Secreto*.
  
- 3- El tercer peligro es el riesgo de que el ánimo de lucro distorsione el juicio científico del investigador, lo que llevaría a que las instituciones académicas perdiesen credibilidad. (Rosalba Casas 2004)

El detalle realizado anteriormente nos lleva nuevamente a revisar los fines de dos ámbitos tan distintos como la Universidad y la Empresa, el objetivo de esta última es el lucro; en cambio el objeto de la investigación científica en las universidades nacionales es el afán de nuevos descubrimientos. El concepto *mercantilización del conocimiento* nos ilustra sobre el sentido de la producción de conocimientos en la universidad, y los riesgos de que la producción académica se transforme en un mero producto de cambio, ignorando otros tipos de producción científica como las sociales y humanas.

*Las reflexiones acerca de las funciones en la universidad pública muchas veces parten de la consideración de la importancia de la contribución de las universidades al crecimiento económico, en lugar de*

*fomentar los estudios sobre problemas sociales significativos para la mayoría. (Llomovatte 2006: 64)*

### ***1.3 Las Ingenierías en el marco de la CTS***

Desde la perspectiva de análisis de la transferencia de conocimiento, la investigación universitaria, en algunas disciplinas, pretende brindar soluciones a determinados problemas prácticos. Las Ingenieras tienen un rol destacado en este aspecto y son solicitadas desde el medio socioproductivo lo que genera una relación fluida que promueve canales de comunicación con los centros e institutos de investigación de las universidades públicas.

La producción de conocimiento suscita innovaciones para dar respuesta a las necesidades de I+D, de nuevos materiales o de nuevas combinaciones capaces de sustituir los insumos tradicionales y proporcionar productos altamente eficientes como aleaciones metálicas ligeras, cerámicas de alta tecnología para generación de energía, polímeros tenaces para sustitución de metales, compuestos avanzados para aplicaciones espaciales, semiconductores para aparatos electrónicos de complejidad creciente, biomateriales, superconductores no metálicos con temperaturas de funcionamiento cada vez mayores, materiales aptos para ser reciclados y reutilizados a fin de no destruir el equilibrio ecológico.

El desarrollo tecnológico productivo de las últimas décadas ha afectado la estructura económica y social del mundo. Los avances en la ciencia y particularmente en la ingeniería de materiales, han estimulado el crecimiento de muchos sectores de la economía. Los nuevos materiales y los procesos productivos, además de satisfacer las necesidades de las industrias existentes, crean nuevas tecnologías y abren a la sociedad nuevos caminos para afrontar el problema de la escasez de los recursos y el crecimiento económico sostenido.

Desde los años 1960, fortaleciéndose en los años 1970, la ciencia de la Ingeniería en Materiales alcanzó niveles de desarrollo tan importantes que, junto a la microelectrónica y la biotecnología, se considera uno de los

lineamientos prioritarios de investigación en el mundo contemporáneo. Esta realidad impulsa la creación de las carreras de grado y de posgrado en el área de materiales en Europa, EE.UU. y Australia.

En Latinoamérica, la primera carrera de Ingeniería en Materiales, se crea en la Universidad de Campinas, Brasil, en 1970. Siguiendo la tendencia académica internacional, en Argentina, la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, crea en 1983 las carreras de Posgrado de Magíster en Ingeniería en Ciencias de Materiales y, posteriormente, en 1986 la de Doctorado en Ciencia de Materiales. En 1989 se crea la carrera de grado en Ingeniería de Materiales. Es de destacar que la carrera de grado, a diferencia de otras instituciones, nace de las carreras de posgrados. La particularidad de este caso en el ámbito de la UNMDP, en que el posgrado precede al grado, generó recursos académicos de excelencia para atender la demanda de los alumnos de grado. Esta situación se favoreció por las necesidades de una realidad económica basada en la búsqueda de nuevos materiales para promover las innovaciones. En coincidencia con Hebe Vessuri vemos que:

*...Sin embargo, la propia realidad de la investigación científica fue llevando a cambios, muchas veces imperceptibles en su momento, pero que dejaron su marca en el tiempo hasta fijar una tendencia. Por un lado, la investigación científica que se hace hoy, mayoritariamente, enfatiza lo técnico en la ciencia y, por otro lado, en la medida que las técnicas proliferan, ellas llevan a la fragmentación del conocimiento en campos pequeños que son intensivamente cultivados. El resultado es la producción, en las universidades, de especialistas profesionales que pueden ser descriptos más apropiadamente como investigadores que como científicos. (Vessuri 1996:5)*

A partir de la década de los '80 Argentina se suma a los planteos de la Asociación Internacional de Materiales. En 1991 y 1993 se realizan en nuestro país las I y II Jornadas de Materiales, respectivamente, mientras que en 1992 se crea la Sociedad Argentina de Materiales. En 1986 la American Society for Metals pasó a ser la Asociación Internacional de Materiales (ASM).

En nuestro país contábamos con el antecedente de la Sociedad Argentina de Metales (SAM) fundada el 20 de diciembre de 1955, por un grupo de jóvenes profesionales de distintas disciplinas del área metalurgia de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. El 15 de marzo de 1993, en la ciudad de Rosario, Provincia de Santa Fe, se refunda esta Asociación con el nombre de SAM-Asociación Argentina de Materiales conservando sus fines, que entre otros son:

- Promover el conocimiento y la difusión de la ciencia de los materiales; fomentar, coordinar y orientar su estudio, investigación y enseñanza; vincular a las personas que se dediquen a ella o se interesen en su desarrollo y propender al mantenimiento de un elevado carácter científico entre sus miembros.
- Editar y/o subvencionar publicaciones, en forma de folleto o revista, de carácter técnico-científico, destinadas a informar adecuadamente sobre las actividades desarrolladas y orientaciones de la asociación.

Por otro lado la Asociación Argentina de Materiales en estos últimos 10 años ha editado la Revista SAM [www.materiales-sam.org.ar/sitio/revista](http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/revista) (anteriormente denominada *Metalurgia Moderna*). Es la publicación oficial de la Asociación, está indexada, es de soporte informático y está dedicada a la difusión del conocimiento relacionado con la Ciencia y Tecnología de los Materiales. En esta revista se publican especialmente trabajos de revisión, de investigación y de desarrollos tecnológicos. También se encuentran notas de información general, y es su principal objetivo mantener actualizada a la comunidad científica-tecnológica del área disciplinar.

#### ***1.4. Acerca del objeto de la investigación***

La presente Tesis propone brindar una perspectiva de análisis de la transferencia de conocimiento en vinculación con los institutos de investigación dependientes de la universidad pública. Para ello, partimos de un conjunto de

problemas conceptuales, que intentarán ser aclarados con la ayuda de diferentes autores que se analizaron en el transcurso de los seminarios cursados en la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Por lo tanto, la investigación se centrará en analizar la vinculación entre la Universidad Pública, los institutos de investigación integrados y la transferencia tecnológica al medio socioproductivo.

En este contexto, se define como objeto de la investigación la interacción del INTEMA (Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales), unidad integrada de la UNMDP y CONICET y el medio socioproductivo. La opción del mismo se fundamenta en la experiencia de excelencia que posee en vinculación e innovación tecnológica, así como en la accesibilidad de las fuentes para esta investigación. Este Instituto interacciona con empresas y organismos públicos y privados nacionales e internacionales de primera línea. Se aborda una de las múltiples líneas de investigación en el área de los Polímeros, particularmente los biomateriales, que se selecciona debido al peso de las investigaciones en biomateriales y a su impacto en el ámbito social. A partir del análisis de las entrevistas con la responsable de la Secretaría de Vinculación Científica y Tecnológica del INTEMA, se observa una fuerte y fluida interacción con el medio socioproductivo. Las formas de aplicabilidad de la producción de conocimiento generada desde el interior de los grupos y los proyectos de investigación del Área de Polímeros, demuestran los lazos que posee la institución con la industria regional, local e internacional. Esta realidad se sustenta en el objetivo del Instituto de atender las necesidades de los sectores productivos relacionados y orientarlos en la búsqueda de soluciones mediante la vinculación con las capacidades prácticas del mismo<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> *En los distintos estudios de casos incluidos en este volumen, podemos observar que las relaciones con el sector productivo son establecidas a través de dos principales agentes: por un lado, los “innovadores” o “empresarios” académicos, que generan una presión desde el interior de la institución académica, usando los recursos disponibles para hacer avanzar sus intereses. Por el otro, distintas agencias gubernamentales y algunas firmas privadas que se interesan en establecer vínculos con la institución académica, usualmente a través de un grupo de investigadores que ya conocen, a cambio de financiamiento para algunos laboratorios de investigación. El investigador activista, empresario, trata de transformar las pautas organizacionales existentes en su institución o cuando un ataque frontal no es posible, adopta*

La investigación en polímeros es uno de los procesos más significativos donde se verifica el contacto entre los desarrollos en ciencia y tecnología y el uso o beneficio para la sociedad. Uno de los ejemplos que luego se expondrán en el transcurso del cuarto capítulo de esta Tesis, es, la investigación sobre los Polímeros Biomédicos<sup>5</sup>. Evidenciado en la ciudad de Mar del Plata a través de experiencias concretas con empresas como: Perfiles Revestidos S.A., Repsa S. A, Servicio de Ortopedia y Anatomía Patológica del Hospital Interzonal de Agudos, Servicio de Ortopedia del Hospital Privado de Comunidad del Partido de General Pueyrredon, Siderca SACI, Huntsman Polyurethanes, Bonano S.A., Moscuza y Cia., Metalcentro S.A.

El INTEMA es de doble dependencia: por un lado, depende de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y, por convenio, depende también del CONICET.

La excelencia académica del INTEMA, con relevancia nacional e internacional, se fundamenta, entre otras cosas, en contar con carreras de grado y posgrado en el área de Ingeniería en Materiales, ambas acreditadas en la Comisión de Evaluación Académica del Ministerio de Educación (CONEAU) con la más alta categoría. Las carreras se dictan en el ámbito de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, desde hace dos décadas. Es importante resaltar que son las únicas carreras de posgrado en el país en esta temática y poseen un acreditado nivel académico. Por consiguiente es posible argumentar que la UNMDP es pionera en el país en los estudios de posgrado en el área de

---

*un modelo menos disruptivo tratando de sumarse a lo existente. No pocas veces, más que los clientes, parecieran ser los propios investigadores quienes se ven de esta nueva forma (Stankiewicz 1986: 62)*

<sup>5</sup> Polímeros biomédicos. Dispositivos biomédicos poliméricos. Síntesis, caracterización y propiedades de poliésteres alifáticos y copolímeros en bloque. Síntesis, caracterización y propiedades de poliuretanos biodegradables lineales y redes. Sistemas poliméricos para ingeniería de tejidos: preparación de matrices con alta porosidad. Desarrollo de técnicas de procesamiento y caracterización de matrices porosas. Nanofibras poliméricas y compuestas con aplicaciones en ingeniería de tejidos y textiles funcionales.



Ingeniería en Materiales.

En el INTEMA<sup>6</sup> se desarrollan los trabajos finales de grado, becas y tesis de las carreras de posgrado<sup>7</sup> en Ingeniería en Materiales. Los graduados de las mismas, en gran parte se insertan en empresas y organismos públicos manteniendo su vínculo con la Facultad y otros se desempeñan como docentes y/o investigadores en la UNMDP, INTEMA y/o CONICET. Esta realidad le da una dinámica especial a la Facultad en cuanto a su vinculación con el medio socioproductivo: comparten actores que muchas veces se convierten en los

---

<sup>6</sup> El INTEMA tiene doble dependencia: CONICET – UNMDP. Es una Unidad Integrada, donde trabajan actualmente, más de 170 personas de las cuales 73 son docentes-investigadores, 31 son profesionales, técnicos, administrativos y/o personal de servicio. El resto son becarios o pasantes que, en su mayoría, se hallan inscriptos en los Programas de Posgrado de la propia Facultad. Es de destacar que la UNMDP cuenta con un Programa de Becas Internas (Estudiante Avanzado, Iniciación, Perfeccionamiento y Formación Superior) altamente consolidado desde fines de los 80'. Las actividades del INTEMA han sido financiadas principalmente con fondos provenientes de la UNMDP, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Agencia Nacional de Promoción Científicas y Tecnológica (ANPCyT), la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) y Fundaciones varias. Por otra parte, participan organismos internacionales como la Organización de Estados Americanos (OEA), el British Council, Third World Academy of Sciences (TWAS) y la Comunidad Europea a través del V Programa Marco, Internacional Foundation for Science (IFS). Asimismo una parte de los ingresos provienen, además, de los servicios de transferencia. [www.intema.gob.ar](http://www.intema.gob.ar)

<sup>7</sup> El grupo de investigación académico está típicamente constituido por estudiantes y por un profesor y a veces por más de uno. La rápida rotación estudiantil plantea ventajas y desventajas. Los nuevos reclutas siempre tienen que ser adiestrados antes de resultar de alguna utilidad, pero el flujo de nuevos miembros aporta constantemente nuevas ideas al grupo. La partida de algunos integrantes, al terminar sus estudios, contribuye a la transferencia de los resultados del trabajo de ese laboratorio a otros sitios. Precisamente el grupo de investigación académico es un mecanismo altamente adaptado y flexible para asegurar la transferencia de tecnología. A veces, el grupo de investigación proporciona un punto de partida y un modelo organizacional para las primeras etapas de desarrollo en firmas de tecnología avanzada. Algunas firmas comienzan a funcionar en laboratorios académicos antes de establecerse como entidades independientes. En otros casos, en las industrias se establece o recrea el ethos de la “pequeña ciencia” en sus laboratorios de investigación, con la formación de pequeños grupos semiindependientes de investigación y desarrollo. (Vessuri 1995: 10)

principales motores de actividades de transferencia.

En las primeras observaciones realizadas hacia el interior del Instituto, se contó con la colaboración de informantes calificados, como es el caso del Dr. Gustavo Abraham, Director del área de biomateriales del INTEMA, luego de una visita guiada por las instalaciones del INTEMA, el Dr. Abraham comentó que el Instituto genera y lleva a la práctica varios proyectos de transferencia tecnológica con el medio socioproductivo, tanto público como privado. Esta información está reflejada en la página web oficial del INTEMA, en el apartado Vinculación Científica Tecnológica, se detalla la vinculación con el medio socioproductivo de la siguiente forma:

*...Incrementar los lazos institucionales con la industria regional y local. Entender y atender las necesidades de los sectores productivos relacionados orientándolos en la búsqueda de soluciones mediante la vinculación con las capacidades del instituto. Mantener actualizada la oferta de productos y servicios del Instituto Explorar posibles fuentes de financiamiento para proyectos de innovación y/o mejoras tecnológicas destinadas a empresas del sector productivo. (Consultada 12/08/11)*  
<http://www.intema.gob.ar>

Desde la perspectiva de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), analizar el INTEMA y sus políticas de formación de recursos, investigación y transferencia, aparecen como un verdadero desafío. Como resultado de la revisión bibliográfica realizada, se evidencia una escasa producción sobre la temática. Entre los antecedentes hallados se cuenta con el trabajo del Ing. Amado Cabo (2005), que desarrolló un análisis desde la *perspectiva social* acerca del rol de la Ingeniería en Materiales. El texto "*Empresa, Tecnología y Sociedad*",<sup>8</sup> es una aproximación al análisis desde la perspectiva de la empresa y del beneficio que obtiene de la investigación que se lleva a cabo en ámbitos

---

<sup>8</sup> La publicación "*Empresa, Tecnología y Sociedad*" Revista SAM - Nº 3 - Año 2005.  
<http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/revista/32005.htm>

públicos.

Pedro Krotsch (2001), en su libro “Educación superior y reformas comparadas”, dedica un espacio al rol de la transferencia de las ingenierías en materiales que se desarrollan en el interior de la UNMDP. El estudio explica y argumenta de qué manera el sistema universitario absorbe las investigaciones de los estudiantes de carreras de posgrado, como producto de las tesis realizadas, para brindar nuevas perspectivas de desarrollo para potenciales innovaciones:

*La investigación sobre la educación superior en la Argentina constituye un fenómeno reciente si lo consideramos en términos de una modalidad de trabajo asentada en programas o grupos de investigación (en el Estado, las universidades o en centros privados), que a su vez se apoyan en el uso de bibliografías reconocida internacionalmente, y que además se identifican como miembros de un ámbito especializado de producción de conocimiento. (Pedro Krotsch 2001: 37).*

## **1.5 Metodología de investigación**

En esta investigación se utilizaron distintas herramientas metodológicas. En primera instancia se realizó un exhaustivo barrido bibliográfico en torno a los estudios generados en el campo de las Ciencias Sociales en relación al INTEMA en el marco de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad a nivel nacional e internacional. Así mismo, se realizó una búsqueda de trabajos bibliométricos acerca de la producción científica generada en este espacio académico. De esta revisión se visibilizan varias líneas de trabajo publicadas<sup>9</sup>, algunas de las cuales se vinculan contractualmente con actividades industriales en los campos de generación de energía, petroquímica y en ramas relacionadas con las síntesis y procesamiento de materiales cerámicos, poliméricos y metálicos.

---

<sup>9</sup> Para leer los trabajos publicados en relación con los Investigadores realizadas en la carrera de ingeniería en Ciencias de los Materiales en cooperación con INTEMA, ver la página <http://www.intema.gob.ar>

Se realizó una minuciosa búsqueda de los trabajos realizados en el campo de los biomateriales, como también en relación directa con el área de investigación del INTEMA. También se llevó a cabo una exploración de los convenios generados en torno a la transferencia de tecnología realizada desde la Facultad de Ingeniería en Materiales de la UNMDP con el medio.

Se resolvió realizar una triangulación metodológica cuali y cuantitativa, utilizando fuentes estadísticas del Instituto, de la Secretaría de Políticas Universitarias, del Ministerio de Educación y de la UNMDP. Asimismo se realizaron entrevistas en profundidad, para lo que se diseñó una herramienta metodológica tres versiones de entrevistas que, si bien coincidían en el núcleo, se adecuaron a los diferentes informantes seleccionados. Se trabajó con una muestra arbitraria de informantes seleccionados compuesta por personal administrativo del INTEMA (investigadores y becarios) quienes accedieron a colaborar, optando muchos de los mismos a no aportar identidad.

Entre los miembros del Instituto se seleccionaron informantes calificados que representaran los proyectos y los procesos de investigación. Se profundizó en la indagación acerca de los proyectos que desarrollan en el área de los biomateriales y su vinculación con las empresas tanto privadas como públicas. Se entrevistaron diferentes actores, afectados a Proyectos de biomateriales.

También participaron como informantes, actores del medio, beneficiarios de los proyectos desarrollados, como son médicos y odontólogos que desempeñan su trabajo en el Hospital Regional de Agudos de Mar del Plata (HIGA), los cuales participan activamente en proyectos específicos, suministrando consejos y habilidades procedimentales de la práctica médica, con el objetivo de interactuar con las investigaciones realizadas en el área de los biomateriales. Estos manifestaron claramente el resguardo de su identidad por potenciales problemas jurídicos y éticos en las instituciones de pertenencia.

Las entrevistas fueron grabadas en su totalidad, excepto los médicos y odontólogos, así como un alto miembro del Instituto. Se realizaron en un ambiente cordial. Las mismas fueron desgravadas. Se acordó con los entrevistados la potencial publicación de sus identidades. Cinco informantes solicitaron absoluta confidencialidad.

A fin de realizar las primeras observaciones acerca del Instituto

seleccionado, se realizó una visita a la sede central del INTEMA, el primer contacto fue la Biblioteca Central de Investigaciones dependientes del Instituto. En ese espacio se obtuvo un primer acercamiento para el desarrollo de la investigación con quien se convirtiera posteriormente en una informante calificada. Se trata de la bibliotecaria quien brindó un primer elemento de análisis: las memorias del INTEMA. Estas memorias son los documentos oficiales donde se registra toda la actividad de investigación y la descripción de la producción académica generada en el año, detallando cuál de estas producciones de conocimiento lograron transferirse al medio.

Un segundo informante calificado se encontró en la Secretaría Administrativa del INTEMA; allí la encargada, quien maneja la administración de la transferencia tecnológica generada en el Instituto, fue una excelente colaboradora. Se obtuvo información detallada acerca del trabajo específico que se realiza en el Instituto y el circuito administrativo necesario para que la producción de conocimiento sea transferido al medio. Esta información se concentra en la UVT del INTEMA. Se contó con la colaboración del Director del área de Biomateriales del INTEMA, investigador altamente calificado que permitió contactar colegas importante trayectoria en el Instituto.

## **CAPITULO II: Las características de la producción del Conocimiento**

### ***2.1 Acerca de la producción de Conocimiento y el Modelo Lineal de Investigación***

La vinculación entre la universidad pública y el medio socioproductivo promueve otro tipo de relación entre ambas organizaciones que exige adecuarse a nuevos escenarios de producción de conocimiento.

En el transcurso de la presente investigación, nos encontramos con un actor clave, que hasta hace poco tiempo no se relacionaba ni con los institutos

ni con los centros de investigación de la universidad pública: la empresa<sup>10</sup>. Desde el momento en que la empresa impulsa su *matrimonio* con la universidad pública, los mecanismos y los objetivos de la investigación comienzan a cambiar. Es conveniente realizar un análisis de los modelos de investigación que se aplicaron en las universidades públicas, Institutos y Centros de Investigación para promocionar el vínculo con el medio socioproductivo. Es relativamente difícil hablar de los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) sin nombrar las particularidades del *modelo lineal*<sup>11</sup>. Nos detendremos a examinar las pautas centrales de este modelo y también analizaremos las críticas al mismo. Teniendo presente el Sistema de Innovación, como la variable de transformación de un nuevo modelo de innovación que supera y trata de acentuar los lazos entre la producción de conocimiento y el medio socioproductivo.

Hasta no hace mucho tiempo las políticas científicas y tecnológicas de los países desarrollados articulaban su relación entre el conocimiento académico y la sociedad industrial en el marco del *modelo lineal*. De esa manera la producción de conocimiento, quedaba sujeta a la academia, a los laboratorios de tecnología y a la investigación y el desarrollo (I+D).

El Estado financia la academia, mientras que el laboratorio público hace una combinación de fondos estatales y privados provenientes de la venta de

---

<sup>10</sup> Durante una primera fase (fin del siglo XIX, inicio del siglo XX), la ciencia moderna hace su aparición en la región, estrechamente ligada a los principios del programa del positivismo europeo, como parte integral de los esquemas de modernización política y económica de las nuevas naciones. Una segunda fase se caracteriza por la incipiente institucionalización de la ciencia experimental (1918-1940). Una tercera fase puede ser descrita como las décadas del desarrollo (1940-1960). Una cuarta fase se distingue como la Edad de la Política Científica (1960-1980). Finalmente una quinta testimonia el surgimiento de un nuevo público para la ciencia: el empresariado industrial(1890-1990) (Vessuri 1995: 437)

<sup>11</sup> El modelo Lineal de investigación corresponde a la política de Estado que invierte en el desarrollo de ciencia y tecnología en función de optimizar la ciencia básica, de ahí en más se genera un desencadenamiento hacia la investigación aplicada, para su producción y luego generar su comercialización. El mecanismo sería de la siguiente manera: Investigación Básica - Investigación Aplicada - Desarrollo experimental - Producción - Comercialización

servicios al medio:

*La linealidad de este modelo - en tanto no retroalimentado - no pretende reflejar la realidad sino definir las esferas de acción de la política.*

*(Sutz, J. 2002: 238)*

El *modelo lineal* supone que el camino de financiamiento de la investigación en ciencia y tecnología, desarrolla su propia inercia; de tal manera que la sola intervención económica del Estado es garantía de crecimiento en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Sin embargo existen otras dos posturas que confrontan con el *modelo lineal*: El *modelo no intervencionista*, en el cual el Estado se limita a financiar económicamente políticas en ciencia y tecnología, sin ejecutar ningún tipo de plan estratégico, en función de canalizar la inversión con los logros obtenidos; y el *modelo intervencionista*, en el que desde la posibilidad de inversión y financiamiento, se propone un objetivo de investigación y desarrollo (I+D) para la concreción de un producto específico (investigación a medida).

*Pero más allá de esto, la política científica y tecnológica en el mundo desarrollado estuvo inspirada en el modelo lineal, con ciertas peculiaridades en el caso japonés debido a la particular forma de articulación público- privado que se dio en ese país en la segunda posguerra. (Sutz J. 2002: 329)*

En Latinoamérica por largo tiempo, fue complicado fomentar y aunar la retroalimentación de la producción académica hacia los entes generadores de promoción industrial pública y privada. La brecha entre la producción de conocimiento y la industria sigue siendo uno de los problemas de la región. Sin embargo, existen casos donde esta relación se ha desarrollado de manera exitosa, pero en gran parte por la comunidad académica, a nivel general el vínculo es todavía escaso.

En la entrevista realizada a uno de los informantes calificados del INTEMA, Director del Área de Biomateriales, se evidencia el escaso grado de

retroalimentación detallado anteriormente.

Ante la pregunta sobre cuáles son las prioridades que se observan desde la política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación productiva, responde:

*...Existen numerosos reclamos para replantear las políticas de Ciencia y Tecnología en función de las verdaderas necesidades del país y para sostener tanto los proyectos que están en curso como los proyectos en evaluación. Los planes estratégicos del MINCyT son de corto alcance. Las prioridades deben surgir de un análisis y proyección de mayor alcance y deben sostenerse económicamente con fondos que incluyan y prevean aumento en infraestructura, renovación de equipamiento, recursos humanos (becas, contratos o personal estable). En recientes anuncios la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) se deja sin financiamiento al 75% de los proyectos de investigación presentados a la convocatoria PICT 2011. Las cuotas de los subsidios PIP de CONICET están atrasadas y los montos están muy desactualizados. En ese marco se hace muy cuesta arriba sostener proyectos y líneas de investigación.*

La importancia del grado de conciencia que adquiere el *modelo lineal* como hilo conductor de nuevos cambios, describe el elemento de aplicación de aquel Estado con ansias de innovar en ciencia y tecnología. Este mismo Estado es aquel que interviene en un comienzo como el único o principal sustento económico de la academia. El desafío que sigue, al iniciar el camino de la huellas de las sendas del *modelo lineal*, es uno de los más difíciles, que no es otro que cumplir con lo pactado entre el Estado y la academia. Un objetivo a lograr es generar conciencia acerca de la necesidad de desarrollar un Plan Estratégico, sostenido en el tiempo de Ciencia y Tecnología.

En la consolidación del mundo globalizado, el *modelo lineal* con el transcurso de los años exigió modificaciones. Los problemas más frecuentes



detectados son: el debilitamiento de los canales de comunicación entre la academia y la producción, y, por otro lado, una cierta ambigüedad entre los alcances de la producción académica y las necesidades del mercado.

*En la mayoría de los casos, sin embargo, la hipótesis de que bastaba con que cada actor se ocupara eficientemente de lo suyo para lograr una buena síntesis operativa entre el conocimiento y su difusión y aplicación falló. Y la primera consecuencia de este fallo, al comienzo de toda la cadena, tiene que ver con la autonomía académica en la fijación de la agenda de investigación, que empieza a ser seriamente cuestionada. (Sutz, J. 2002: 239)*

## **2.2 El Modelo Lineal y los Sistemas de Innovación Nacional**

Las ventajas iniciales de la aplicación del modelo lineal aportaron a los cambios económicos y a la competitividad tecnológica que aceleró los tiempos de aplicabilidad de los nuevos conocimientos. Es de subrayar el factor *tiempo* en la innovación, el mismo ha sido modificado a medida que la innovación se iba haciendo más competitiva por el mercado.

*El tiempo que pasa entre la aparición de un invento y su difusión masiva también muestra cambios significativos al pasar de la primera a la segunda mitad del siglo XX: mientras que a la radio le tomó treinta y ocho años, sólo fueron cuatro para Internet.<sup>12</sup>*

Schumpeter (1946) propone que la innovación es un germen de los procesos de desarrollos económicos. Se evidencia que aquellos Estados que no han apostado o invertido capital en ciencia y tecnología se encuentran en desventaja con aquellos que sí lo han hecho:

---

<sup>12</sup> Sutz, Judith (2002 : 240)

*Una consecuencia directa de todo esto es que dos mundos hasta hace no mucho totalmente separados, regidos por lógicas que en algunos aspectos más que diferentes eran antagónicas, empiezan a acercarse, a dialogar y también a enfrentarse. El nudo problemático tiene que ver con cuál de las lógicas prevalecerá. La de la búsqueda de un conocimiento que amplíe la comprensión que tenemos del mundo, con los tiempos que ello requiera y con libertad para cambiar de rumbo aunque los plazos se alarguen, no es compatible con la lógica que se debe a la rápida explotación de los resultados a efectos de incrementar o al menos no erosionar ventajas competitivas. La lógica del secreto es norma en la producción, pero es intolerable en el marco de la vida académica. Y finalmente, más allá de las diferencias en las lógicas de ambos mundos, aparece el problema “motor” de todo lo que sigue: ¿quién define la agenda de investigación?; ¿sobre quién recae la responsabilidad de decidir por qué caminos se buscará lo nuevo?; ¿de los infinitos senderos que conducen a lo nuevo, con qué criterios se decidirá cuáles serán efectivamente recorridos?<sup>13</sup>*

En los debates respecto de estos nuevos escenarios, que incluyen a las comunidades académicas y el estado que se vincula a estas últimas a través de la instrumentación de políticas públicas de investigación y transferencia tecnológica, se debería incorporar un apartado sobre las responsabilidades en la definición de la agenda científica.

*...es probable que estemos siendo testigos de una transformación no menor en las responsabilidades del Estado, puesto que éste se enfrenta a un nuevo espacio de articulación, de negociación y de regulación configurado por las transformadas relaciones entre academia y producción en la era de la sociedad global del conocimiento. (Sutz, J. 2002: 241)*

---

<sup>13</sup> Sutz, Judith (2002 : 240)

## ***2.3 Políticas Científicas de Innovación***

Lo expuesto más arriba en cuanto al Sistema Nacional de Innovación no es otra cosa que un cambio en la política científica en el mundo desarrollado, que comenzó a tener vigencia hace tan sólo 30 años. El andamiaje de las tradicionales políticas de ciencia y tecnología se modifica hacia una nueva política de innovación. El giro político desencadena una reestructuración en la conducta de los actores académicos. La experiencia retrospectiva expone otra forma de reorganizar las investigaciones: se impone el corto plazo a través de las innovaciones.

El valor de cambio que adquiere la producción de conocimiento, genera nuevas perspectivas las cuales son atendidas por los grupos académicos. La innovación reorganizó la agenda de la producción académica, y con ella un nuevo status de la evaluación productiva.

*La excelencia académica no alcanza para la toma de decisiones y las acciones de lobby, siempre importantes en política, cualquiera sea su tipo, no pueden ser las únicas que definan el rumbo futuro de la agenda. Es decir, la autonomía de la academia en términos de la orientación de la agenda de investigación se ve doblemente erosionada: a la pretensión del Estado y de los actores productivos de intervenir en su definición debido a la importancia económica de las decisiones que por esa vía se están tomando, se suma su dificultad para decidir endógenamente qué caminos seguir en condiciones de restricciones económicas. (Dagnino, R. y Thomas, H. 1998:168)*

El financiamiento sigue siendo el principal inconveniente, los métodos de evaluación académica se encuentran regulados por determinados condicionantes de las políticas de innovación, distorsionando la natural intermediación entre la producción academia y su vinculación con la sociedad. Así, la universidad se transforma en un elemento de generación de bienes y servicios, que termina por delimitar la agenda académica.

El problema se complejiza cuando hablamos de supervivencia de los proyectos de investigación, una cosa son las políticas de innovación, y, otra muy distinta, es lo que sucede en el interior de los grupos de investigación, cómo estos deben reorganizarse en función de obtener fondos para mantener vigente sus proyectos de investigación y cómo definir nuevas estrategias para estos nuevos escenarios.

*Las ciencias básicas, las humanidades, aquellas disciplinas de las ciencias sociales cuyo objetivo no esté dirigido a apoyar decisiones concretas, se verán así en clara desventaja, compitiendo internamente por recursos menguantes y sin tener posibilidades de echar mano de apoyos externos. Las tensiones en el interior de las universidades crecerán y no es fácil imaginar qué tipo de innovaciones serían necesarias -ni que viabilidad política tendrían- a efectos de descomprimir la situación. (Sutz, J. 2002: 242)*

En la consolidación de la vinculación de la universidad y el medio, a través de la mediación del estado, la autonomía universitaria se ve afectada, teniendo en cuenta que la institución no debería estar condicionada por factores externos o internos que confrontan con la propuesta de la segunda revolución académica, como se detalló anteriormente.

*Es reciente el hecho de que el estado asuma la producción de conocimiento científico y tecnológico y la distribución de los saberes profesionales como una función propia y objeto de políticas específicas, a partir de la convicción de que las profesiones y los conocimientos son computados como recursos de la economía. (Vaccarezza 2006: 36)*

El *modelo lineal* garantizaba que con la sola inversión en investigación básica, se generaría un derrame de conocimiento que sería absorbido luego por la investigación aplicada. De ahí en más el mecanismo de interacción entre la investigación académica y el medio socioproductivo promoverían los

intereses y los lazos en la búsqueda de satisfacer las necesidades prácticas para el fomento y el desarrollo en ciencia y tecnología. El modelo de retroalimentación (modelo de innovación) persigue estrategias mucho más directas para acentuar las necesidades prácticas del medio socioproductivo. La empresa manifiesta interés por un determinado producto y un sector de la academia investiga y desarrolla un producto de conocimiento a medida.

*La legitimidad deja así de ser solamente una cuestión de acuerdo inter pares para pasar a construirse crecientemente a través del logro de financiamiento externo, lo que implica necesariamente abrir el juego a actores con los cuales hay que aprender a dialogar. (Stuz, J. 2002:244)*

El debate acerca de las políticas de innovación es reciente y visibiliza el tema de la productividad tecnológica como tema de agenda en los proyectos de Estado. Este escenario incide en el interés académico de las universidades, viéndose estimuladas por programas de transferencia al medio socioproductivo.

*Las políticas de innovación no pueden dejar de tener centralmente en cuenta las profundas transformaciones que están teniendo lugar en las formas de producción de conocimiento. En algún sentido, estas transformaciones están exigiendo la emergencia de estudios de la innovación de “segunda generación”, en los que la investigación académica pase a formar parte de lo que hay que entender para entender las dinámicas innovativas. (Sutz, J. 2002: 244)*

## **2.4 Acerca del financiamiento y las prácticas de evaluación**

El tema a discutir es el rol de la universidad pública en el mundo contemporáneo en un escenario donde la función investigación se asocia a un beneficio económico y a los intereses del Estado. El tema de la autonomía aparece en debate y los condicionamientos que sufre la investigación por acción de las demandas del medio socioproductivo. Se observa que muchas

investigaciones se transforman en artilugios retóricos que sólo sirven para establecer las pautas de negociación entre las instancias de la auditoría y la evaluación.

El científico se encuentra influenciado por dos intereses: las implicaciones específicas de sus investigaciones y su coherencia con el proyecto de investigación previamente planteado y, el otro, muy distinto, es aquel factor referente a los compromisos que debe cumplir para acceder a los subsidios económicos para el mantenimiento de su investigación.

La actividad científica no sólo debe ser un trabajo de laboratorio sino que también los investigadores, bajo estas pautas, deben aprender a construir *papers*. Entendiendo este imperativo no sólo se verán en la función de describir la situación de investigación real, sino que deben esforzarse a construir papers que no sean más que cuestiones preliminares de los mismos procesos de investigación, que presentan la acreditación como un valor de cambio para la comunidad científica.

*Así se advierte de la secuencia anterior que la concepción del artículo como momento de llegada del proceso de investigación científica, pasamos a un análisis en el cual la posibilidad de obtener un material que pueda adquirir la forma retórica de un artículo, que pueda ser adecuadamente negociado y publicado en una revista en particular, no se encuentra al final, sino en el comienzo y a lo largo de todo el proyecto de investigación (Kreimer 1998: 56).*

Los investigadores son conscientes del riesgo que conlleva pasar un largo tiempo sin publicar, aun cuando ellos mismos sepan que determinadas investigaciones requieren de un largo período de experimentación. En ese caso, el investigador se encuentra obligado a escribir cuestiones preliminares, que no hacen a la cuestión de fondo, que no son demostraciones reales del proceso de investigación, y que, en muchas ocasiones, no tiene relación con los resultados esperados en la experimentación proyectada previamente. A continuación el testimonio del informante calificado afirma lo planteado

anteriormente.

*Se observan grandes dificultades (en la actividad científica), comenzando por la necesidad inminente de publicar resultados para permanecer y avanzar en el sistema científico-académico (lo que limita la patentabilidad, o viceversa), la dificultad para implementar los protocolos internacionales con la estructura nacional, los elevados costos de insumos en su mayoría importados y equipamiento, así como los tiempos y caminos administrativos y burocráticos para adquirirlos (trámites y obstáculos para importaciones, licitaciones públicas nacionales e internacionales...)*

*En resumen, el investigador tiene que hacer múltiples actividades: docencia, investigación, transferencia, gestión, extensión,... Desde formar recursos humanos, pedir presupuestos, hacer los pagos, presentar informes, memorias, solicitar proyectos, gestionarlos científica y administrativamente, evaluar proyectos de terceros, evaluar becas, ingresos a carrera de investigador, promociones, revisar trabajos científicos de revistas internacionales (sistema de referato por pares),... hasta organizar reuniones científicas (y conseguir los fondos correspondientes...) Es posible hacer todo esto y dedicar espacio para atender a los problemas que presentan ocasionalmente las empresas o personal del sistema de salud.*

Las exigencias externas al trabajo específico de investigación, que deben cumplirse para lograr los fondos y el sostenimiento de los grupos y proyectos de investigación, como los estrictos cronogramas de revalidación académica individual, así como los complejos circuitos administrativos atentan contra la calidad de la investigación.

*Uno de los resultados de esta situación es la proliferación de los fondos concursables y, con ello, una alteración significativa de las rutinas de trabajo que agregan al viejo eslogan “¡publicar o morir!” el*

*más nuevo “¡presentar proyectos o morir!” (Sutz, J. 2002:138)*

Determinados actores directos e indirectos de la academia, alertan la presencia de un peligro: la integridad de la investigación académica, ante el avance de los requerimientos de las demandas del medio que condicionan la investigación. Un mayor involucramiento con la industria y el comercio terminarían distorsionando el rol que ocupa la investigación en las instituciones públicas.

*A la necesidad de afinar sus mecanismos debido a la explosión de investigadores y temas de investigación, que diera lugar a una aplicación directa de la cientometría - típicamente la cuestión de las citaciones de trabajos - se suma ahora el volumen inmenso de evaluaciones asociado con las solicitudes presentadas a las más diversas modalidades de fondos concursables. Está emergiendo una cuasi-profesión, la de redactor de propuestas, y de la habilidad para ejercerla depende cada vez más la perspectiva de líneas disciplinarias enteras. Con fondos crecientemente escasos frente a demandas cuyo número es imposible satisfacer, los mecanismos de evaluación pasan a ser uno de los núcleos más delicados de la vida académica. La “apertura forzosa” de ésta a la injerencia externa plantea tensiones de difícil resolución, puesto que la excelencia deja de ser suficiente como elemento de juicio (Sutz, J. 2002:142).*

Como plantea Arana (2012) el surgimiento y consolidación de los procesos de evaluación académica universitaria se imponen hacia la década de los noventa del siglo XX, como tema de agenda de políticas públicas en Educación Superior, vinculado a las preocupaciones de los estados por la calidad educativa.

*Durante la década de 1990 surgió con fuerza un nuevo tema en la agenda política de la educación superior de la mayoría de los países del mundo. Además de asuntos ya tradicionales, como la política de acceso y los costes, se incorporó una nueva preocupación por la calidad*



*académica. Se inició en Francia, en la década de 1980, y se completó en el Reino Unido, por el gobierno de Margaret Thatcher en la misma década. Estas nuevas formas de evaluación de la universidad con frecuencia pasan a denominarse "garantía de la calidad académica" y se han extendido rápidamente por todo el mundo. En la primera década del siglo XXI, casi todos los países de la Unión Europea, así como muchos de África, Asia, América Latina y un buen número de estados de los Estados Unidos estaban experimentando con nuevas formas de regulación de la calidad académica. (Arana 2012: 101)*

En el marco del auge de las corrientes modernizadoras y liberales se define una preocupación que acompañara a los programas de evaluación académica hasta la actualidad: la calidad, entendida como un factor que aporta a la competitividad. Además se la considera el resultado de una evaluación integral, donde se consideren todos los componentes internos y externos.

Según señala Albornoz (2007):

*El problema de la asignación de valor a los conocimientos científicos ha sido una cuestión siempre presente, a partir de la primera institucionalización de las comunidades científicas en el siglo XVII. Muy tempranamente, la Royal Society debió desarrollar metodologías y criterios que le permitieran seleccionar los trabajos científicos que serían publicados, y establecer un orden de prelación entre ellos. Los primeros sociólogos de la ciencia, como Robert Merton, Joseph Ben David y Derek de Solla Price describieron los mecanismos por los cuales la comunidad científica se autorregularía mediante la asignación y reconocimiento de valor a la actividad de sus miembros y a los resultados de su trabajo. Esta dimensión del proceso de evaluación remite exclusivamente a la calidad y relevancia teórica de los resultados de la investigación. Sin embargo, a partir de la atención prestada por los gobiernos a la ciencia (proceso que en gran escala se desarrolló a partir de la segunda guerra mundial) otras finalidades sociales, propias de la lógica de los intereses públicos, han tornado más complejo el proceso de evaluación, introduciendo en él nuevos criterios y actores. Las*

*decisiones relativas a las líneas de trabajo que habrán de ser financiadas y desarrolladas, así como los campos del saber que serán explorados tienen ahora que ver con otras dimensiones, tales como la pertinencia o relevancia social, o la correspondencia con un sistema de prioridades políticas. En el campo de la tecnología, obviamente, los criterios de utilidad y eficiencia ocupan un lugar central en el proceso evaluador. Estos rasgos han convertido a la evaluación en un núcleo central de las políticas y en la gestión de la ciencia y tecnología. Albornoz (2007:14).*

A su vez es de destacar según Víctor Morles (1996) las dimensiones básicas de un sistema de evaluación académica que comprenden: El propósito; el objeto (insumos, procesos, productos) y el agente evaluador.

Con respecto al **propósito**, indica que no existe la *evaluación en abstracto* y que **toda evaluación tendrá consecuencias políticas**:

*Evaluar las instituciones sociales, tal como puede ser el postgrado o las universidades, es importante sobre todo en tiempos de recursos escasos; porque la sociedad tiene derecho a conocer el destino de sus gastos o inversiones. Pero no existe evaluación en abstracto. **Toda evaluación responde a propósitos que fija o tiene asignados el ente interesado, responsable o usuario de esa evaluación.** Por otra parte la evaluación institucional es siempre un proceso económicamente costoso; por ello es menester reflexionar mucho antes de tomar decisiones sobre el qué, cómo y con qué evaluar.*

*Por otra parte, la evaluación educacional es un problema técnico, **pero antes que técnico es un problema político.** Y lo es porque cualquier sistema que se adopte afectará a unos sectores sociales mientras beneficia a otros. Por eso, en última instancia, los sistemas de evaluación que se aplican dependen más de la opinión de autoridades que de expertos en métodos de evaluación, es decir, depende del papel que en materia educativa desempeñen el Estado, las comunidades o ciertos sectores sociales con poder político.*

Con respecto al **objeto** de la evaluación, todo el mundo coincide en que

*se trata de la calidad. Pero la definición de este concepto no está consensuada, ni hay un acuerdo mínimo sobre los indicadores que la componen. En general, al concepto de calidad, se asocian criterios como “pertinencia social”, “productividad”, “excelencia” (en tanto innovación y diferencia). Pero es innegable que pueden distinguirse diversos planos evaluativos, según quiénes y para qué evalúan. El tercer punto se refiere a **quiénes evalúan**. Aquí entran a jugar parte una diversidad de actores fuera de la comunidad académica, dado que crecientemente esta actividad se enmarca en las competencias de los Estados. (Víctor Morles, 1996:60)<sup>i</sup>*

En la comunidad académica argentina el sistema de evaluación más consensuado es el de pares (peer review), sin embargo en los proyectos que involucran actividades de I+D es necesario implementar actores provenientes de otras áreas, pertenecientes al medio socioproductivo (empresarios, funcionarios).

## ***2.5 El contrato entre la Universidad y el Medio Socioproductivo***

La cultura académica está sostenida por un *contrato social tácito* entre la comunidad científica y la sociedad. Los investigadores son cada vez más dependientes del financiamiento de proyectos, lo que produce un efecto Mateo<sup>14</sup> en la comunidad científica. Según Etzkowitz (1991) los grupos de investigación se convierten en cuasi pequeñas empresas en vinculación con el mercado de servicios de investigación.

*Por tanto, los autores argumentan que estamos presenciando el comienzo de un nuevo **contrato social** entre la academia y la sociedad. Este **contrato** requiere que el apoyo gubernamental en gran escala a la investigación académica sea sostenido por largo tiempo ya*

---

<sup>14</sup> Robert K. Merton, el padre de la moderna sociología de la ciencia, bautizó con el nombre de *efecto Mateo* el hecho de que los investigadores científicos eminentes tienen más prestigio que otros investigadores, menos conocidos, por contribuciones equivalentes.

*que la investigación juega un papel clave en la nueva economía.  
(Casas, R. 2001: 51)*

Las universidades y los centros de investigación públicos cumplen una tarea activa en la transferencia de conocimiento y en la generación de recursos económicos y sociales, sin embargo, las universidades necesitan de la planificación macro que ejecute el Estado, el compromiso político así se convertirá en la herramienta de precisión para proyectar cambios sustanciales en el crecimiento económico.

*El grupo de investigación integra a alumnos de licenciatura, de posgrado, de posdoctorado, investigadores asociados y técnicos. En algunos países el investigador principal se ha convertido en un buscador de financiamiento, un administrador, un agente de publicidad y en director de investigación de un equipo. Estos grupos operan como cuasi empresas dentro de las universidades y lo único que les falta para convertirse en una empresa es un motivo directo de ganancia.  
(Etzkowitz, 1991: 78).*

El tema es conflictivo, en cuanto al rol que adquiere la universidad pública en el mundo contemporáneo. La investigación vinculada a la generación de beneficios económicos se contrapone a la autonomía que posee la universidad; asimismo dentro de esta institución se generan problemas entre distintas disciplinas ya que algunas de ellas, no pueden o no quieren participar, de estos nuevos modelos.

*Sin embargo, muchos académicos, en particular aquellos que realizan investigación básica, perciben en estos cambios organizacionales un gran peligro debido a que prevén la aparición de un nuevo tipo de institución académica que estará orientada a jugar un papel más directo en favor del Estado -una especie de agencia de desarrollo económico-, lo cual sin duda atenta contra la autonomía y la libertad de investigación de estas instituciones. (Casas, R. 2001: 71)*

Debido a este nuevo rol que desempeña la universidad, los conflictos de intereses comienzan a ser examinados de manera diferente por la crítica intelectual del momento. Las conclusiones de dichas críticas, poseen un denominador en común, qué lugar y qué actitud tomar en relación a los condicionamientos de la ética profesional. Los intereses económicos se encuentran enraizados con cada uno de estos conflictos éticos. Pero podríamos resumir que la razón del conflicto nace cuando se contraponen, por un lado, el conocimiento desinteresado, y, por otro, la escasez de fondos destinados al desarrollo del saber.

*Un grupo de académicos intentó averiguar hasta qué punto los investigadores que tenían vínculos con las empresas tendían a descuidar sus compromisos con la universidad y a desviarse de la ética universitaria. La investigación halló que los académicos que contaban con financiamiento de la industria tendían a publicar más, a patentar más, a ganar más dinero, a desempeñar funciones administrativas, y a dar clases en la misma proporción que quienes no contaban con este tipo de financiamientos. Sin embargo, también se encontró que en sus informes, los primeros mencionaban con mayor frecuencia que sus investigaciones habían tenido como resultado secretos comerciales y que habían seleccionado determinado proyecto tomando en cuenta criterios comerciales (Tedesco y Blumenthal, 1986:158).*

Por lo tanto, los conflictos del vínculo entre universidad y empresa pueden ser de dos tipos: los *normativos* que se refieren a la definición del rol de la universidad (sumarse a la economía del conocimiento o continuar su función tradicional); y los *prácticos-cotidianos* como la necesidad de cumplir con los requisitos de publicaciones, congresos, jornadas, cursos, los derechos de las patentes y el financiamiento de la investigación.

## ***2.6. Mercado e investigación en biotecnología en la Argentina***

Se define a la moderna biotecnología como la aplicación científica y tecnológica de organismos vivos, sus partes, productos y modelos destinados a modificar organismos vivos y/o materiales aplicados a la producción de conocimientos, bienes y servicios (OECD, 2006).

Desde comienzos del siglo XX, se desarrollaron una serie de industrias que tuvieron como epicentro la generación de materias primas a partir de investigaciones provenientes de la química; si bien no de manera excluyente, una parte sustantiva de las mismas, se asocia con la industria petroquímica desde una serie de intermediarios, a partir de los cuales se encadenan una amplia gama de subproductos.

Inicialmente en la investigación en biotecnología se determina un conjunto de componentes químicos naturales (que incluso pueden tener modificaciones genéticas), que pueden ser material vegetal o desechos de animales que se incorporan como material de cultivo en un fermentador (biomasa). Se genera un caldo de cultivo en el que se producen una serie de reacciones químicas controladas (utilizando organismos modificados genéticamente) que dan como resultado precursores de insumos industriales.

Este tipo de investigaciones permite, por ejemplo, producir pvc biodegradable, a partir de la molienda de tallos y hojas del maíz; aplicar mecanismos de captación de biocombustibles a partir de lignina proveniente de los chips de madera así como otros desarrollos como las semillas transgénicas y los avances en farmacología (el desarrollo del edulcorante stevia, las cápsulas de rápida absorción, etc.).

Las alianzas con empresas públicas y privadas favorece la vinculación con los centros e institutos de investigación públicos. La interacción entre estos actores promueve nuevas líneas de investigación y, asimismo, desarrolla estrategias propias con la intención de producir conocimiento en conjunto.

De este modo se evidencia que las empresas “operan como una red” rastrean producción de conocimiento por fuera de su espacio interno. Esta red se construye y consolida a través de mecanismo de comunicación entre los espacios creativos de producción de conocimiento. La investigación pública es el espacio central de generación de conocimiento.

El trabajo analiza el rol de las empresas nacionales e internacionales en vinculación con los Organismos Públicos de Investigación (OPI). A partir de ese dato, el autor, construye y describe una composición geográfica entre las empresas de biotecnología y los OPI, generando una red de vínculos.

*La evidencia empírica de los países líderes muestra que el desarrollo de la actividad biotecnológica descansa en un complejo entramado de cooperaciones entre diversos tipos de autora: empresas, universidades, institutos públicos de investigación, laboratorios y capitales de riesgo. (Stubrin, L. 2013: 539)*

A partir de la interacción y vinculación entre ambos actores claves, se van construyendo lazos de encuentro, que al paso del tiempo se transforman en redes por donde fluye información estratégica en relación a los desarrollos en biotecnología.

Un ejemplo de ello, es la experiencia de los ingenieros que trabajan en el área de biomateriales y los médicos del Hospital HIGA de Mar del Plata. Aunque en este caso, la empresa como actor principal, es remplazada por los médicos la idea es reconstruir este lazo de encuentro entre dos actores que trabajan en cooperación mutua. En este caso en particular, los investigadores del INTEMA en el área de los biomateriales, han comentado que luego de trabajar en conjunto, ingenieros y médicos, en el desarrollo de un biomaterial específico de uso medicinal. En determinados momentos de la investigación, la experiencia empírica de la práctica de los médicos promovía cambios específicos en la estructura física de los biomateriales, porque el artefacto no se adaptaba a los instrumentos con que contaban los médicos del HIGA. De tal manera, que ingenieros en materiales, y los médicos del hospital de Mar del

Plata, trabajaban en conjunto para la optimización de la producción de conocimiento.

*En la literatura, la participación de las empresas en acuerdo de I+D con organizaciones en otras regiones es entendida como una forma de estas tienen de acceder y adquirir conocimiento y recursos y know-how que no se encuentran disponibles en su propio ámbito. (Stubrin, L. 2013: 544)*

Sin duda la relación entre las empresas y los Institutos de investigación de orden público, generan flujos de conocimiento que en determinadas ocasiones promueven la optimización de desarrollo en biotecnología.

*La red de conocimiento de las empresas argentinas está formada por acuerdos con organizaciones tanto en la Argentina como en otros países. Respecto a las colaboraciones de nivel local, las empresas establecen alianzas principalmente con OPI. Este tipo de vinculación no es tal sorprendente dado que la actividad biotecnológica se caracterizó desde sus orígenes por la sinergia entre el ámbito la ciencia y de la industria. (Stubrin, L. 2013: 554)*

Gran parte de las investigaciones desarrolladas en la Argentina en biotecnología en los espacios de investigación pública, promueven fuertemente la transferencia de su producción de conocimiento. En una medida considerable la transferencia de innovaciones en relación a la producción de conocimiento en biotecnología, son trabajos a medida, que nacen de las demandas de los sectores de empresas públicas y privadas.

Desde hace algunas décadas, el desarrollo en biotecnología se ha transformada en una de las áreas primordiales en torno a la investigación estratégica. Los nuevos descubrimientos y avances en la biología molecular, en nuevos materiales, el agro, en los biocombustibles, etc. Promueven novedosos emprendimientos de interés y necesidades prácticas para la forma de vida contemporánea. Como propone (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 23) “...nada



*de ello habría sido posible son el dialogo continuo y fluido entre el conocimiento, la investigación y la industria.”*

La aplicación, el desarrollo y la difusión en biotecnología tiene un alto impacto en los países y las regiones donde se generan I+D. *“Por lo tanto puede afirmarse que argentina tiene buenas posibilidades de posicionarse en el mercado internacional además de poseer la competitividad necesaria para lograr un desarrollo de punta.”* (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 30)

El inconveniente principal en Argentina, sigue siendo el financiamiento, como eslabón fundamental para amortizar los gastos operativos, instrumentos, insumos, etc. en el desarrollo de la biotecnología en general.

*En la Argentina los insumos tecnológicos no han logrado insertarse en el mercado interno; los insumos se importan, a pesar de la enorme cantidad de empresas de capitales nacionales. Además la planificación de las políticas públicas es escasa e insuficiente para responder a las demandas del sector biotecnológico empresarial.* (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 31)

Sumada a este grave problema de financiamiento, aparece en escena un nuevo inconveniente, el hecho que se detectan políticas articuladas que fomenten el vínculo entre la investigación pública y empresas públicas y privadas. Esta relación es central; la interacción entre lo público y lo privado es un tema que debe ser analizado en profundidad. Las experiencias en países líderes en el desarrollo de biotecnología, demuestra que la vinculo entre investigación pública y empresas está regulada y fomentada por los organismos de sus políticas públicas. Es esa regiones el desarrollo en biotecnología el investigación pública y la inversión privada conviven naturalmente, la comunicación y el contacto entre ambos actores en central en la búsqueda de conciliar nueva producción de conocimiento. Un dato no menor, es tomar conciencia que gran parte del capital de riesgo en el desarrollo en biotecnología, surge de la inversión privada. Esta afirmación se encuentra

mutuamente relacionada con el problema del financiamiento.

*Si se compara el perfil local con los perfiles existentes en economías más avanzadas se observa claramente que la Argentina no alcanza los estándares encontrados en los países desarrollados. Sin embargo, un análisis exhaustivo permite afirmar que el país posee las herramientas necesarias para explotar la industria biotecnológica al máximo. (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 52)*

En conclusión es interesante el trabajo de (Boschma, R. y Balland, P. 2014) el cual pretende indagar la relación entre el espacio geográfico y determinados temas de investigación desarrollados en el ámbito de la biotecnología. El objetivo es evaluar el surgimiento de un tema específico de investigación en el área de biotecnología, y su correspondencia dentro de un campo geográfico determinado. A partir de este diagnóstico es posible generar conjeturas en relación al tema de investigación en un espacio geográfico local. De ahí en más, la tarea será rastrear si ese tema de investigación se generó a causa del desarrollo de investigadores locales o por la llegada de un investigador destacado a esa región.

Si la intención es construir las bases para el desarrollo del conocimiento en biotecnología, no alcanza con estudiar solamente los contenidos del conocimiento en una nueva temática en particular de unos de los temas relevantes en biotecnología. Si no hay que relacionarse directamente con los especialistas que investiguen en esa temática en particular. La relación y la colaboración con investigadores destacados es fundamental, ellos tienen la práctica real de la producción de conocimiento, conocen los problemas reales del mecanismo en el proceso de investigación, los especialistas manejan un conjunto de saberes que promueven la minimización los errores. Asimismo el hecho de contar con especialistas destacados en un determinado espacio geográfico, por inercia genera las bases de su producción de conocimiento, mediante la formación de becarios e investigadores interesados en la temática.

Otra de las ventajas comparativa, la cual amerita un análisis minucioso,

es que nuevas empresas tienden a invertir y localizarse en las ciudades o regiones donde se encuentran los institutos o centros de investigación. La interacción entre empresas y los gestores de la producción de conocimiento en biotecnología, acrecienta los lazos entre ambos actores. Esto fomenta las posibilidades de trabajar en conjunto entre los intereses prácticos de las empresas y la producción de conocimiento en los espacios públicos de investigación.

La retroalimentación de la producción de conocimiento en diferentes ciudades del mundo es una experiencia que se ha fortalecido y cobrado relevancia en estos últimos años. Esta realidad de que especialistas destacados en biotecnología, se relacionen directamente con espacios investigativos de diferentes lugares del mundo, se encuentra promovida por los organismos internacionales. Como es el programa de investigación internacional fomentando los vínculos entre diferentes especialistas y regiones, generando una red de conocimientos que acrecienta la participación global en la búsqueda de nuevos conocimientos en biotecnología.

### ***3.6. Las regulaciones en el contexto nacional***

En este apartado describimos las características y leyes más importantes del marco regulatorio de la actividad de investigación y vinculación con el medio socioproductivo. *Este comienza a organizarse como lo conocemos en la actualidad en la década de los años noventa* A nivel nacional con la ley 23.877 de Innovación Tecnológica, aprobada en 1990 y reglamentada en 1992, que establece que los investigadores que generen producción de conocimiento de interés socioproductivo, tienen la posibilidad de recibir un porcentaje de los resultados comerciales de la transferencia de la producción de conocimiento.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Para facilitar esta tarea el gobierno de los Estados Unidos aprueba la ley Bayh-Dole, que autoriza a las universidades a cobrar regalías por las invenciones patentables que resulten de investigaciones financiadas por el gobierno federal. Anteriormente, el gobierno había retenido los derechos por estos conceptos (RAHM, 1994, citado por VARELA, 1997). Así, en la etapa

A su vez, En 1992 se sanciona la Ley de Promoción y Fomento a la Innovación Tecnológica, N° 23.877; y en 1994, la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), constituye el Programa de Vinculación Tecnológica con las universidades, es cuando a partir de esa acción todas las Universidades Nacionales (UUNN) conforman una red informal que comienza a trabajar en la temática.

En el año 1990 se pone en práctica la primera empresa de vinculación tecnológica que incluye a la universidad pública: UBATEC S.A.

*El impacto –incluso cultural- que tuvo UBATEC y su constitución en Sociedad Anónima, marcó una forma posible de comercialización en la Academia. Experiencias internacionales similares, como Mc Gill Inc. generan un intenso debate en el interior de la comunidad académica.*  
(Chan y Firsher, 2003: p. 87)

La ley de Innovación Tecnológica N° 23.877, establece además la posibilidad de crear Unidades de Vinculación Tecnológicas (UVT). Estas unidades cumplen la función de interfaces entre la empresa que requiere de los servicios y la institución académica que puede brindarle soluciones prácticas. Las UVT, en general, están vinculadas con la universidad: *Inicialmente, la ley de Innovación Tecnológica dispuso de un monto de \$20.000.000 del presupuesto nacional para la conformación de Fondos de Promoción de la Innovación con destino a préstamos y subvenciones. (Vinculación Tecnológica Lodith Naidorf)*

Los Subsidios están dirigidos particularmente a tres ejecutados mediante la UVT:

- 1- Proyectos de I+D
- 2- Proyectos de Capacitación
- 3- Plan de Negocios para Empresas de Base Tecnológica

---

*inicial donde la reducción del presupuesto gubernamental disminuye el apoyo a la investigación universitaria, la inversión correspondiente de las grandes empresas hacia la universidad aumentó de 235 millones de dólares en 1980 a 670 millones de dólares en 1987.*

Las prioridades para el otorgamiento de los subsidios son los micro-empresarios, PYMES y proyectos de interés provincial o estatal. Otro de los mecanismos de difusión de la Vinculación entre Universidad-Empresa es mediante el “Programa de Vinculación Tecnológica de las Universidades” que a partir de 1993, desde la Secretaria de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, cumple la tarea de capacitar a funcionarios universitarios en encuentros, talleres, seminarios, jornadas, etc. La capacitación gira en torno a los siguientes contenidos:

- 1- Cómo acceder a los recursos estatales de la Ley 23.877.
- 2- Cómo formular Proyectos viables de Vinculación Tecnológica.
- 3- Cómo son los mecanismos de comunicación para negociar con las empresas.
- 4- Qué estructuras institucionales son las más adecuadas para asegurar el máximo de flexibilidad y uso efectivo de los ingresos económicos.

Para comprender el grado de perspectiva que atañe al campo preciso de aplicabilidad de las UVT, es oportuno aclarar que las unidades de vinculación tecnológica pueden ser de tres tipos:

- **UVT VINCULADAS A UNA UNIVERSIDAD:** Se trata de organizaciones de derecho privado que guardan una estrecha relación con su organización de origen: universidad (pública o privada) o alguna de sus unidades académicas (facultades).
- **UVT VINCULADAS A UN ORGANISMO O INSTITUCIÓN DEL SISTEMA CIENTÍFICO:** Se trata de organizaciones de derecho privado relacionadas directamente con instituciones del sistema científico. Su relación puede darse de las que atienden las necesidades del organismo como un todo o las que atienden a institutos o regionales dependientes

del organismo.

- **UVT VINCULADAS A UNA EMPRESA:** Se trata de organizaciones fundadas por empresas especialmente creadas para promover transferencia de tecnología.

## UNIDAD DE VINCULACION TECNOLÓGICA (UVT)

### Figura jurídica de las UVT habilitadas

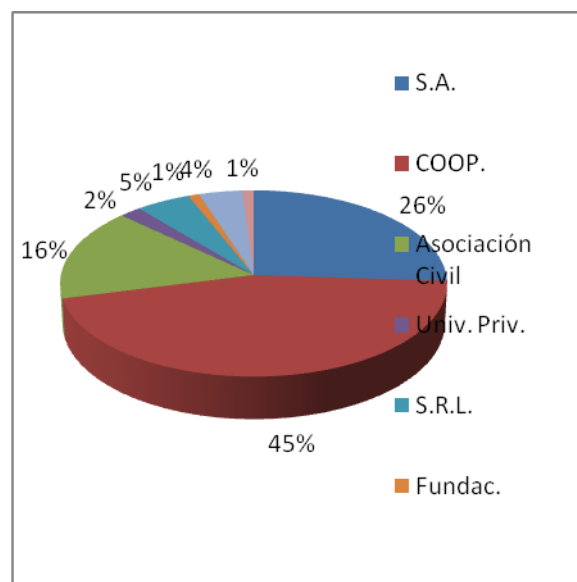


Tabla 1 Figura Jurídica de las UVT

Fuente: Secretaría de Extensión de la UNMDP. 2011

Continuando el proceso iniciado en los años previos de organización y consolidación del marco legal y regulatorio de la vinculación entre Investigación y medio socioproductivo. **En 1995, con la sanción de la Ley de Educación Superior, Nº 24.521, se confirma que las UUNN no necesitan constituir una figura jurídica distinta para ser Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT).**

En el año 1996 el Estado Nacional sanciona el Decreto 1274, que modifica y aprueba la nueva estructura de la SECyT, los cambios fueron significativos, *debido a que* la SECyT se transformó en un organismo de

promoción de políticas científicas y tecnológicas, la cual tuvo la tarea de elaborar un Plan Nacional Plurianual de Ciencia y Tecnología. A partir de esta reestructuración y en concordancia con el Decreto 1273 del mismo año, se creó el Gabinete Científico-Tecnológico (GACTEC), que coordinaba las diversas áreas de conducción de actividades de CyT. En este contexto se crea la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), con recursos propios, para otorgar subsidios a la investigación y a la transferencia tecnológica a través de partidas destinadas al Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) y al Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR).

La SECyT se constituyó en el organismo encargado de la elaboración e implementación de políticas públicas en el área de ciencia y tecnología. Anteriormente estas acciones eran llevadas adelante por el CONICET mediante diferentes unidades ejecutoras. El Decreto 1207/96 del Poder Ejecutivo Nacional es el que aprobó esta nueva reestructuración, la cual subordina las acciones del CONICET en esta temática a las líneas de investigación que devienen de las políticas públicas desarrolladas por la SECyT.

Este modelo de reorganización del CONICET toma como referencia el plan de acción que llevaron a cabo los países desarrollados en relación con las industrias. De tal modo que la jerarquización de este modelo sería el siguiente: en primer lugar la formulación de políticas públicas; en segundo lugar, la promoción de las actividades en desarrollo en ciencia y tecnología y la tercera, la ejecución de las actividades previamente diseñadas.

En 1999 se crea la Secretaría de Tecnología, Ciencia e Innovación Productiva (SeTCEIP), dependiente de la Presidencia de la Nación, Decreto 20/99. En el 2000 del pacto de los bloques Parlamentarios se acordó tratar el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva como una cuestión de Estado. El resultado fue la pronunciación de la ley 25.467, aprobada en el Congreso Nacional en el 2001.

En el 2002 se crea el Programa de Apoyo y Fortalecimiento de la Vinculación de la Universidad con el medio socioproductivo en el ámbito de la SPU, que respaldó fuertemente el trabajo en Red y comienzan a hacerse

encuentros de fortalecimiento.

En el año 2003, la Resolución N° 452/03 del CONICET, denominada *Investigadores en empresas* expresa:

*Las experiencias internacionales reafirman la importancia de realizar esfuerzos continuos para promover una efectiva articulación entre el sector científico tecnológico y el sector productivo. La vinculación de estos centros de excelencia y de los investigadores con las empresas constituyen un factor clave en la transferencia de conocimiento y la vinculación con la investigación pública, por lo cual el Consejo está convencido de que una cooperación exitosa entre ambos sectores contribuirá en el beneficio del conjunto de la economía del país, al promover la incorporación de valor agregado y generar empleos en mayor número y calificación.*

En 2004 el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) constituye la red de Vinculación Tecnológica (VITEC), con objetivos tales como difundir en la sociedad la contribución del sistema universitario al desarrollo y la transferencia de conocimientos en diversas áreas del saber, propendiendo a la valorización de la universidad pública. Asimismo se busca estimular la capacitación y el entrenamiento de recursos humanos mediante Programas específicos sujetos a las necesidades regionales.

Finalmente, por primera vez en la historia nacional, la Argentina crea y pone en marcha el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Creado en diciembre de 2007 por la presidenta Cristina Fernández de Kirchner. Ley 26.338, en el ítem 5 de la promulgación de la ley se destaca el fuerte interés de las políticas del Ministerio en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de profundizar la investigación en el área de Biotecnología.

*Ítem 5. Entender en la formulación y ejecución de planes, programas, proyectos y en el diseño de medidas e instrumentos para la promoción*



*de la ciencia, la tecnología y la innovación; en particular en el impulso y administración de fondos sectoriales en áreas prioritarias para el sector productivo o en sectores con alto contenido de bienes públicos, en coordinación con los Ministerios con competencia específica. Administrar los existentes en materia de promoción del software con los alcances del régimen del artículo 13 de la Ley N° 25.922, en la de promoción de la biotecnología moderna en lo que respecta al fondo creado por el artículo 15 de la Ley N° 26.270, y de promoción de la nanotecnología a través de la Fundación de Nanotecnología —FAN— (Decreto N° 380/05).*

## **CAPITULO III: El INTEMA, la vinculación de la Universidad y el medio socioproductivo**

### ***3.1 Historia del INTEMA***

En 1982 se crea el Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) mediante convenio entre la UNMDP y el CONICET, Ordenanza del Consejo Superior (OCS) 432/82. El mismo se consolida a partir de cuatro grupos de investigación preexistentes en la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, especializados en: 1) Corrosión Metálica dirigido por la Dra. Susana Rosso, 2) Catalizadores y Catálisis Heterogénea dirigido por el Dr. Daniel Löffler, 3) Metalurgia de Fundiciones Ferrosas dirigido por el Ing. Jorge Sikora y 4) Polímeros Termorrígidos dirigido por el Dr. Roberto J.J. Williams. A esas disciplinas se agrega en 1984 un grupo de investigación sobre Soldadura y Fractomecánica dirigido por Ing. Luis de Vedia. En 1988 se agrega un grupo que se especializa en Materiales Cerámicos dirigido por el Dr. José M. Porto López. En el año 2000 se crea dentro del Instituto un grupo interdisciplinario sobre temas de Tribología, en el que participan integrantes de los diferentes equipos existentes, mayoritariamente del área de Metalurgia y Soldadura y

Fractomecánica.

En sus comienzos la dirección del Instituto estuvo a cargo del Dr. Roberto J. J. Williams de la División Polímeros. En ese período de gestión el Instituto se consolidó con el ingreso de nuevo personal formado con el grado de Doctores, obtenido en prestigiosas Universidades del país y del exterior. Estos recursos ingresaron a la Carrera de Investigador Científico y Tecnológico del CONICET, en cada una de sus disciplinas, participando también como docentes con dedicación exclusiva en la Facultad de Ingeniería de la UNMDP. En forma paralela, también se produce el ingreso de personal para investigación dentro de la Carrera de Personal de Apoyo (CPA) de CONICET o como Personal Técnico de la UNMDP. En ese mismo período, los docentes investigadores que se desempeñaban en el INTEMA participaron activamente en la creación de las carreras de posgrado de Magister y Doctorado en Ciencia de Materiales, actualmente acreditada por la CONEAU con Categoría A. Posteriormente, y sobre la base de la existencia de jóvenes investigadores con el máximo grado académico en Ciencia de Materiales, se elaboró la propuesta de creación de la carrera de grado de Ingeniería en Materiales en la UNMDP, que por primera vez se ofreció en el país en el año 1990.

Desde la creación de la carrera de Ingeniería en Materiales, el Departamento homónimo tiene a su cargo la gestión académica y organizacional de la carrera de grado y las de posgrado. Al Dr. Williams le sucedieron en la dirección de INTEMA el Dr. Daniel Löffler (División Catálisis y Superficies), la Dra. Susana Sánchez (División Corrosión), el Ing. Raúl Conde (División soldadura y Fractomecánica) y, desde julio de 2002 el Dr. Julio Borrajo Fernández (División Polímeros). En el año 2004 asume sus funciones como Director Dr. Mirco Daniel Chapetti. Luego en el año 2009 el nuevo Director será Dr. Roberto Enrique Boreri.

Desde sus comienzos, el INTEMA participó en la formación de recursos humanos con el grado de Magister y Doctorado de jóvenes graduados provenientes de las carreras de Ingeniería en Materiales, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química y Licenciatura en Química.

Actualmente la UNMDP organiza internamente la investigación a través de la Ordenanza de Consejo Superior 2258/07 y sus modificatorias. La misma,

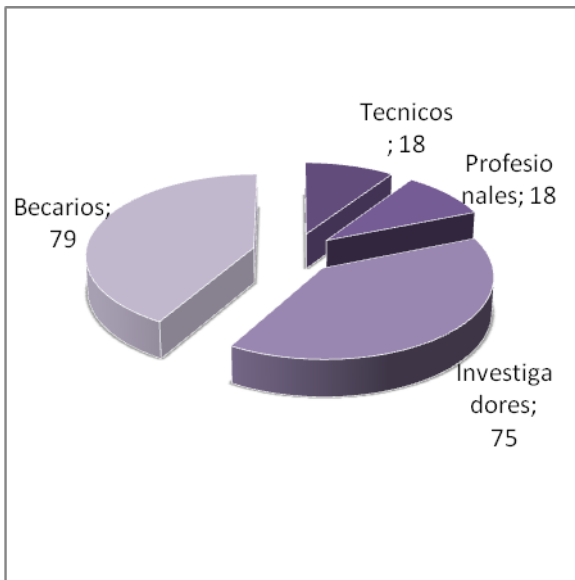
con vigencia desde el año 2007, prevé la existencia de Núcleos de Actividades Científico Tecnológicas (NACTS), con diferente grado de complejidad interna: los Grupos, los Centros y los Institutos de Investigación.

### ***3.2 Información general sobre el INTEMA***

Actualmente el INTEMA desarrolla sus actividades dentro de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, funcionando como un Departamento más de la Facultad. En el Instituto se desarrollan los Trabajos Finales de Graduación de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Materiales y las Tesis de posgrado en las carreras de Magister y Doctorado en Ciencia de Materiales. Es, asimismo, lugar de trabajo de Becarios UNMDP, CONICET, CIC y organismos nacionales e internacionales. Se integran a los Grupos de Investigación desde donde desarrollan actividades de asesoramiento y se brindan servicios de transferencia dirigidos al sector empresarial y gubernamental.

El INTEMA recibe anualmente apoyo económico para su desenvolvimiento institucional por parte de la UNMDP, el CONICET y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC), entre otros Organismos de Investigación nacionales y extranjeros. Los proyectos de investigación en ejecución cuentan con el financiamiento de instituciones a nivel nacional e internacional: UNMDP, CONICET, SECyT, ANPCYT, Third World Academy of Sciences (TWAS), V Programa Marco Europeo, International Foundation for Science (IFS), etc. Varias decenas de profesionales formados al nivel de posgrado en el INTEMA desarrollan sus actividades en instituciones de enseñanza Universitaria y empresas industriales y de servicios, tanto públicas como privadas.

En la actualidad, el INTEMA se halla constituido por 190 personas de las cuales 75 son cargos de docentes - investigadores provistos por la UNMDP y/o CONICET; 18 son Técnicos de Apoyo del CONICET; 18 Profesionales y 79 son Becarios del CONICET, la UNMDP, el FONCyT, la CIC y de otras universidades del país y del exterior.

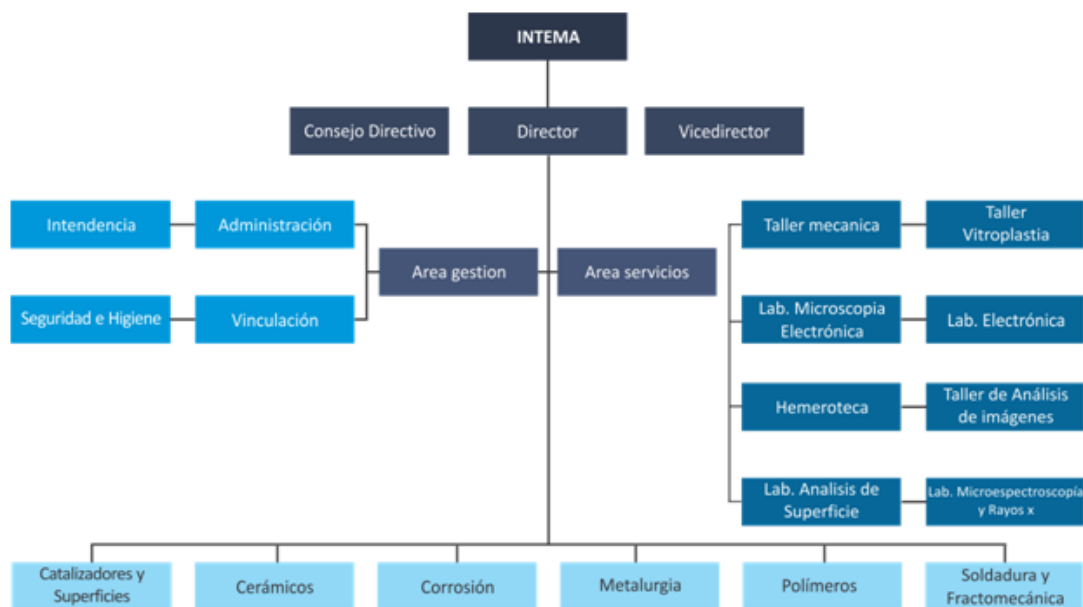


**Tabla 2** Integrantes del INTEMA

**Fuente:** Memorias del INTEMA

Prácticamente todos los docentes – investigadores, así como los Técnicos de Apoyo del CONICET realizan tareas docentes en la enseñanza de grado, en su mayoría en la Facultad de Ingeniería de la UNMDP. Los cursos de posgrado de Magister y de Doctorado se hallan, en gran parte, a cargo de docentes - investigadores responsables de la ejecución de Proyectos de Investigación y dirigen Becarios de Posgrado.

### ***3.3 Organigrama del INTEMA***



**Tabla 3 Organigrama del INTEMA**

**Fuente:** Secretaria privada del área de transferencia del INTEMA

### ***3.4 Normativas y marcos regulatorios de la transferencia***

Durante los noventa, se puso en ejecución el Programa de Reforma de la Educación Superior (PRES), en el marco de políticas públicas modernizadoras del Sistema Universitario Argentino (SUA), acorde con lo que acontecía en la Educación Superior en el mundo globalizado. Es en ese momento cuando se crea la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) dentro del ámbito del Ministerio de Educación, estando a cargo de la misma el Lic. Juan Carlos Del Bello. Se implementaron Sistemas de Información (SI), como el Sistema Informático Universitario (SIU), y diferentes programas de alto impacto, como el Fondo para el Mejoramiento de la Calidad Educativa (FOMEC). Posteriormente se creó la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, en cuyo ámbito se desarrollaron el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT) y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), que continúan funcionando hasta la fecha. La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) comenzó a tener una presencia determinante en la vida de las universidades nacionales. Asimismo

como elemento de fractura en las políticas públicas que involucran la universidades, se puede destacar en esta etapa, la presencia de la vinculación con el medio representada, en muchos casos por las demandas del mercado.

La década de los noventa pasó a la historia como el período de cristalización de las políticas neoliberales que comenzaron a implementarse durante la última dictadura militar. En el marco del proceso de desmantelamiento del Estado, las áreas Salud y Educación fueron focos de procesos de *desconcentración* pasando la responsabilidad de las mismas a las Provincias y los Municipios pero sin transferirles presupuesto. Las universidades continuaron dentro del ámbito de la Nación pero sufrieron la aplicación de políticas *modernizadoras* que tienden a homogeneizar realidades muy diferentes tanto a nivel nacional como internacional.

Con respecto a la promoción de la transferencia desde la universidad pública, el primer antecedente que encontramos es de 1984, cuando se crea el Área de Transferencia en Tecnología dependiente del CONICET. El impulso de los Sistemas de Innovación, como mecanismo de propulsión en ciencia y tecnología, fueron bien recibidos por la demandas tecnológicas de las empresas. En el año 1985 se crea en el país la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) tomando como referente el modelo europeo y norteamericano.

La primera universidad en crear una Oficina de Transferencia de Tecnología fue la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA) en 1987, a través de la Dirección de Convenios y Transferencia, por la Resolución del Consejo Superior 1195/1987. La segunda universidad en crear la OTT fue la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) en el año 1988, Ordenanza del Consejo Superior (1034/1988).

La consolidación del binomio Ciencia y Tecnología en el espacio académico como un interlocutor académico práctico de beneficios económicos para aquellos Estados que apuestan al desarrollo en CyT, comienza a hacerse espacio en la política Latinoamericana. Así es que la política científica nacional promueve la vinculación entre la universidad y el medio socioproductivo. La Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) es el antecedente clave de todo tipo de política científica en el ámbito de transferencia de las universidades

nacionales. El reconocimiento de la transferencia de producción de conocimiento generado en la universidad, organiza y registra los recursos económicos obtenidos de la investigación científica. Pero la relación de los investigadores de la universidad con las empresas y las consultorías, no es algo nuevo, en muchos de los casos los investigadores, previamente a la aplicación de esta política, realizaban *transferencia informal* de manera no reglamentada. El investigador se relacionaba con la empresa por fuera de las políticas de vinculación de la universidad. Recién cuando se crean los Centros de Investigación, el área de transferencia de las universidades públicas asume su rol de intermediario entre la investigación universitaria y las empresas. De todas maneras la *transferencia informal* es una práctica que aún permanece.

Como antecedentes de lo detallado líneas arriba es de mencionar que en 1950 se crean el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y el Instituto Nacional de Tecnología Agrícola (INTA). Estos primeros institutos de investigación tenían la intención de generar un desarrollo científico-tecnológico con identidad nacional. Argentina siguiendo una tendencia mundial, asume un rol protagónico en la relación de la producción académica generada en el interior entre las universidades públicas y los institutos como el INTA y el INTI. Al pasar el tiempo estos institutos dejaron huellas productivas en el ámbito de la interacción con el medio socioproductivo. Uno de los casos clásicos del fortalecimiento de este nuevo vínculo es cuando En la década de los '80. Estébanes (1995) describe que debido a la transferencia que llevo a cabo la UBA, se logró la adquisición de fondos adicionales equivalentes al 9% del presupuesto de esa universidad. Otra de las posiciones teóricas, la encontramos en el trabajo de Pedro Krotsch (1995), quien afirma que este proceso de vinculación entre la universidad y la empresa logro ensamblarse con el arribo y la consolidación de la democracia en 1983. Según el autor los elementos que favorecieron para articular estos acercamientos fueron:

- 1- La creciente conciencia del papel que tiene el conocimiento en los procesos productivos, y
- 2- El cambio de perspectiva del rol de la transferencia, en tanto logra desvincularse de la función extensionista que cumple en la universidad.

Renato Dagnino (2000) y Hernán Thomas (2000) concuerdan en la interpretación respecto del desarrollo de la investigación que va desde mediados del siglo XX a principios del siglo XXI. Este período lo dividen en dos etapas: a) una primera denominada *vinculacionismo*, que abarca desde 1950 a 1975 y b) una segunda llamada *neovinculacionismo*, que se extiende de 1975 a 1995. El *vinculacionismo* se podría resumir a grandes rasgos, en los momentos en que se inicia la relación entre la universidad y la empresa. En un comienzo las principales instituciones que se encargaron de gestionar la vinculación con el sector productivo, fueron los institutos de investigación y las universidades públicas. Su vinculación se arraigaba en los compromisos previos de investigación en función de las necesidades prácticas del sector productivo. Una de las características centrales de este período es que se profundiza el modelo lineal, y es la etapa donde aparece en escena el llamado “Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología”. Esta escuela de pensamiento marcaría los cimientos de una serie de críticas al modelo lineal y el posicionamiento reflexivo sobre el futuro desarrollo teórico latinoamericano en Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS).

El *neovinculacionismo*, responde a los avances de las teorías de la innovación y su influencia en el mercado productivo. En este nuevo orden productivo, las instituciones predominantes son los centros de investigación de las universidades. Este proceso se objetiva mediante los parques tecnológicos, las oficinas de transferencia, las patentes como protección tecnológica, las incubadoras tecnológicas, etc.

*A diferencia del modelo anterior el neovinculacionismo, no cuenta, en principio, con iniciativa estatal para la realización de estos cambios. (Sutz 2003:135).*

Aquí el protagonismo se encuentra en esta nueva forma de relación entre la universidad y la empresa. Los avances económicos y productivos en la cooperación en conjunto, evidencian el traspaso de la política científico-tecnológica hacia la política de innovación. En este punto diferentes autores como Hebe Vessuri (2000), abren un debate aún no resuelto respecto de la



capitalización de conocimiento y de la pérdida de la autonomía en el ámbito de la universidad pública.

A partir de los '90 los avances en Ciencia y Tecnología como vehículo de procesos innovativos se convierten en un nuevo elemento de valor de cambio. Un nuevo proceso de relación económica se consolida en el mundo contemporáneo: *la producción de conocimiento*.

Los principales referentes de la corriente de Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología, como Jorge Sábato, Natalio Botana y Amílcar Herrera, entre otros, reconocen que el *neovinculacionismo* se divide en dos: el *pragmático* y el *estratégico*.

I - El *neovinculacionismo pragmático* se divide en tres principios dominantes:

- a) Emulación: la imitación y la idealización de experiencias exitosas de los países desarrollados;
- b) Nihilismo: Ruptura con el pasado negativo;
- c) Ahistoricismo: Ruptura con el pasado local, por considerarlo no significativo.

II - La *neovinculación estratégica*, intenta relacionar la producción de conocimiento con un mercado competitivo y altamente dinámico.

Senker (1998) sostiene que gran parte del conocimiento que fluye de la academia a las empresas se realiza por *transferencia informal*. Esto sucede por tres causas:

1 - Gran parte de los requerimientos del conocimiento de las empresas son específicos y concretos. En la universidad se desarrollan proyectos que se ponen en práctica en el mercado productivo, pero en la gran mayoría de los casos no se formalizan con acuerdos contractuales (convenios, actas acuerdos, protocolos de transferencia, etc.).

2 - Otra de las razones deviene de la habilidad y el conocimiento del actor y protagonista industrial, en este caso, su trabajo es identificar los proyectos de investigación que podrían resolver problemas prácticos para el desarrollo de un

producto específico. Este actor empresarial instauro de manera informal una relación de conveniencia con el investigador por fuera de los mecanismos institucionales de la transferencia universitaria.

3 - Por último los lazos de confianza que se generan entre las empresas y los grupos de investigación se solidifican de manera informal, es decir, por fuera de la universidad o institutos de investigación. La proliferación de este hábito de interacción entre los investigadores y las empresas le da un desarrollo especial de comunicación entre la academia y la empresa, donde el vínculo se establece a través de un proyecto específico.

*La transferencia de tecnología se opone a la idea de transferencia de conocimiento, ya que la primera sólo se conduce a través de intermediarios, tales como oficinas de transferencia de tecnología, que recolectan invenciones y obtienen patentes que las venden a las empresas, en tanto que la transferencia de conocimiento es un sistema hidráulico que tiene reservorios, lagos, lagunas y flujos a través de los cuales se intercambian conocimiento codificados y tácitos por recursos, a través de fronteras muy delimitadas. (Etzkowitz, Webster y Healey, 1998: 144)*

### ***3.5 Política de vinculación tecnológica del INTEMA en relación con los servicios tecnológicos de alto nivel (STAN)***

En esta Tesis se entiende por **Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN)** a las actividades científicas tecnológicas que se desarrollan como ensayos, análisis, cursos y capacitaciones, asesorías y/o consultorías institucionales, entre otras. Nos detendremos a analizar los STAN que logran transferirse desde la INTEMA al medio socioproductivo. Desde la política de transferencia del Instituto se exigen determinados protocolos. En todos los casos se utiliza el membrete institucional, y en la mayoría de los mismos, se ha utilizado el equipamiento, la infraestructura, y los recursos humanos especializados de los Centros, Institutos y Laboratorios de investigación

dependientes del CONICET o relacionados con él.

Los servicios STAN se cargan en el Sistema de Vinculación Tecnológica (SVT), y deben ser revisados y aprobados posteriormente. Debajo se despliega un ejemplo del formato requerido:

**Búsqueda de Oferta Tecnológica**

Código Oferta:

Título:   Incluir Palabras Claves en la búsqueda

Tipo Oferta:

Estado:

Prestador/Titular:   Incluir integrantes/inventores en la búsqueda

**Resultados de la búsqueda:**

#	Código	Título	Prestador/Titular	Oferta	Estado
1		probando el alta de ...	PLAPIQUI	STAN	Borrador
2	ST2697	DESARROLLO DE PROCES...	PLAPIQUI	STAN	Autorizado
3	ST2698	Desarrollo de produc...	PLAPIQUI	STAN	Autorizado
4	ST2739	Análisis térmico de ...	PLAPIQUI	STAN	Solicitado

Opciones de exportación:  Excel |  PDF

CONOC: Conocimiento - P.INT: Propiedad Intelectual - STAN: STAN -

**Tabla 4 Sistema de Vinculación Tecnológica**

**Fuente:** Secretaria privada del área de transferencia del INTEMA

La documentación indispensable para llevar a cabo una operación de vinculación de Servicio Tecnológico de Alto Nivel son:

- Nota del Director del instituto al que pertenece el investigador, solicitando la autorización del STAN.
- Elaboración de una planificación acorde a las necesidades concretas del desarrollo tecnológico.
- solicitud emitida por el SVT firmada por el Director del Instituto.
- Evaluación económica como factor descriptivo y como antecedente de viabilidad, si existiese.

El saldo remanente de los **fondos generados** en concepto de STAN, luego de cubrir los porcentajes institucionales y de UVT, son destinados para

gastos de funcionamiento y/o equipamiento del prestador del servicio y para el pago de una asignación especial por productividad del personal interviniente, según puede observarse en el ejemplo presentado en el gráfico siguiente:

### Distribución de fondos derivados de las actividades de transferencia

<u>Ítem</u>	<u>Destinatario</u>	<u>STAN</u>	
		Servicios (ensayos, análisis, etc.)	Asesoramientos institucionales (cursos, capacitaciones, asesorías y/o consultorías, etc.)
1. Comisiones (% sobre lo facturado)	Conicet	5 %	5 %
	UVT	5 %	5 %
2. Costos directos e indirectos	Unidad Divisional CONICET, Unidad Funcional Universidad o Grupo que lo afrontó	Valor neto calculado	Valor neto calculado
3. Saldo a Distribuir: Beneficio		Total Facturado – Ítem 1) Ítem 2)	Total Facturado – Ítem 1) Ítem 2)
Saldo a distribuir resultante Ítem 3)	Unidad Divisional CONICET, Unidad Funcional Universidad o Grupo que lo afrontó	Mínimo 40 %	Mínimo 20 %
1.	Personal CONICET y no CONICET	Máximo 60 %	Máximo 80 %

<b>Ejemplo de distribución de PRP fondos en STAN</b>		
<b>Monto total facturado</b>	<b>\$ 1.000,00</b>	
Comisión Fondo Conicet 5%		\$ 50,00
Comisión UVT (Innova-T) 5%		\$ 50,00
Comisión UNdMP 7,5%		\$ 75,00
Costos		\$ 200,00
<b>Saldo a Distribuir</b>		<b>\$ 625,00</b>
Fondos a distribuir	\$ 625,00	
Grupo ejecutor min. 40%		\$ 250,00
Productividad honorarios max. 60%		\$ 375,00
<b>Saldo</b>		<b>0</b>
<b>Ingresan a Cuenta Corriente del Grupo</b>		
Costos	\$ 200,00	
Asignación grupo	\$ 250,00	
<b>Total en CC</b>	<b>\$ 450,00</b>	
<b>Ejemplo de distribución de fondos en Asesoramientos</b>		
<b>Monto total facturado</b>	<b>\$ 1.000,00</b>	
Comisión Fondo de fomento 5%		\$ 50,00
Comisión UVT (Innova-T) 5%		\$ 50,00
Comisión UNdMP 7,5%		\$ 75,00
Costos		\$ 200,00
<b>Saldo a Distribuir</b>		<b>\$ 625,00</b>

Fondos a distribuir	\$ 625,00	
Grupo ejecutor min 20%		\$ 125,00
Productividad honorarios max 80%		\$ 500,00
<b>Saldo</b>		<b>0</b>
<b>Ingresan a Cuenta Corriente del Grupo</b>		
Costos	\$ 200,00	
Asignación grupo	\$ 125,00	
<b>Total en CC</b>	<b>\$ 325,00</b>	

**Tabla 5 Distribución de fondos derivados de las actividades de transferencia**

**Fuente:** Secretaría privada del área de transferencia del INTEMA

### ***3.6 La extensión y la transferencia en la UNMDP***

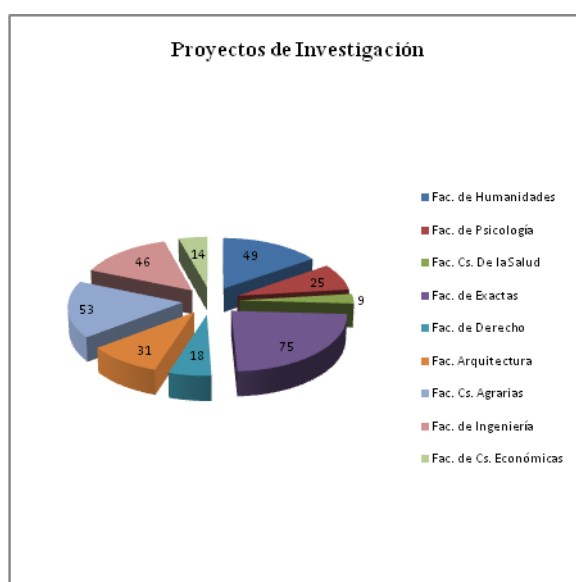
Si nos proponemos analizar los conceptos de extensión y transferencia a partir de los datos obtenidos en la Secretaría de Extensión de la Facultad de Ingeniería y la Universidad, se podrá apreciar en detalle la situación de la misma en comparación con las otras unidades académicas de la UNMDP en relación a este mismo tema.

*La Universidad, como espacio social, es una Institución especializada en la generación y circulación de conocimientos y en el análisis crítico de la cultura y, en este sentido, puede actuar como factor de transformación social. (Argumedo, M.y vv.aa, 2002: 56)*

Una forma de abordaje posible es tomar como variable de análisis, la cantidad de convenios realizados correspondientes a las actividades de

extensión, transferencia e investigación del conjunto de las Unidades Académicas de la UNMDP.

El primer análisis que se evidencia al cotejar los resultados es una distribución muy desigual entre las diferentes unidades académicas de la UNMDP. En primera instancia cabe destacar la gran cantidad de proyectos destinados a la investigación intrauniversitaria<sup>16</sup>. Los datos fueron brindados por la Secretaría de Ciencia y Técnica del rectorado de la UNMDP y corresponden al período 2010.



**Tabla 6** Proyectos de investigación

**Fuente:** Secretaria de Investigación de la UNMDP. 2010

Por otro lado, y de acuerdo con el Boletín Oficial expedido por la Secretaría de Extensión de la UNMDP, período 2005-2010, se observa una relación inversamente proporcional no sólo respecto a la variable cuantitativa de proyectos en curso sino también a la escasa interdisciplinaridad entre las

<sup>16</sup> *A partir de los datos obtenidos podemos inferir la escasa conexión que hay entre la Universidad y la Sociedad. Se da cuenta de lo mencionado a través de los resultados recogidos en un total de 338 proyectos de Investigación 2008, sólo un 5,32% están dedicados a la Extensión. En contraposición, hallamos 94,68% trabajos dedicados exclusivamente a la Investigación.*

diferentes facultades.

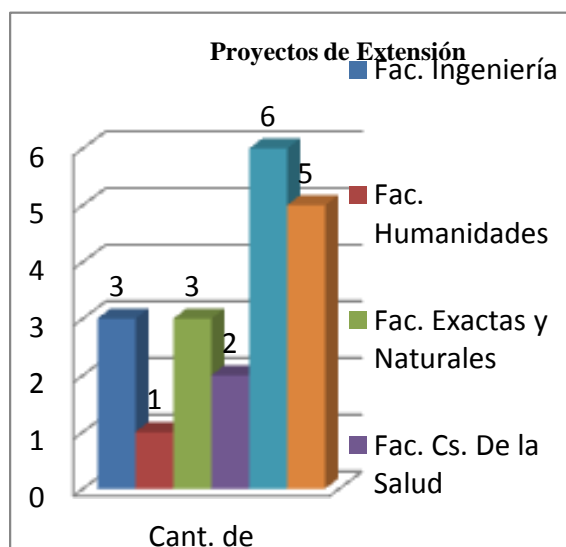


Tabla 7 Proyectos de extensión

**Fuente:** Secretaría de Investigación de la UNMDP. 2010

Hay que destacar que la Secretaría de Extensión de la UNMDP se autodefine como aquella que propicia *la vinculación de la Universidad con la Comunidad*. En este sentido, se considerarán Proyectos de Extensión aquellos que se ejecuten en relación a destinatarios en la Comunidad por fuera del ámbito universitario.

Por último, cabe mencionar la distribución total de la facturación derivados del sector público y del sector privado en el 2005, información proveniente de la Secretaría de Transferencia de la UNMDP.



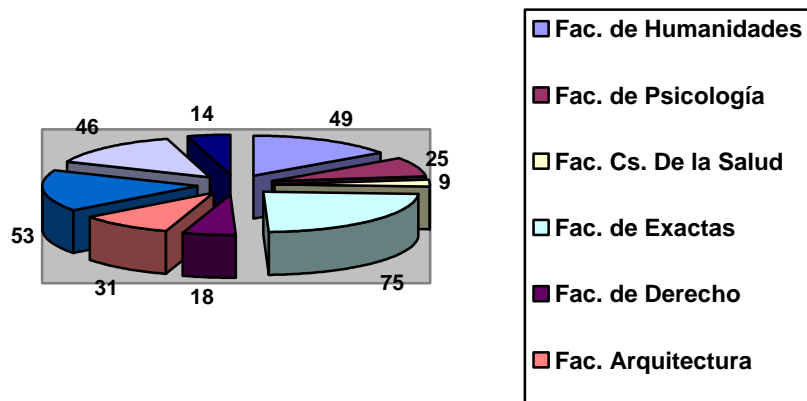


Tabla 8 Facturación del período 2009-2011

La subsecretaría de Transferencia de la UNMDP se autodefine como *la encargada de promover los vínculos interinstitucionales que conducen, primariamente, a un mayor conocimiento de las capacidades desarrolladas dentro de la Universidad y de las necesidades tecnológicas de las empresas para, posteriormente, establecer estrategias de apoyo para una efectiva interacción entre el sector académico y los empresarios.* ([www.mdp.edu.ar](http://www.mdp.edu.ar))

Hemos de notar que la problemática suscitada en el caso de la definición de la Secretaría de Extensión, se repite en la Secretaría de Transferencia, y para ejemplificarlo tomamos las Secretarías pertenecientes a las mismas Facultades. En el caso de Arquitectura, se expresa como la relación *con los sectores empresarios, privados y públicos.* Por otro lado, la Facultad de Ingeniería asume las tareas de transferencia como aquellas que *implican las prestaciones de servicios de tecnología que puede ofrecer la Facultad a los interesados, generalmente empresas de la región, hasta realizar los convenios de trabajo, la fijación de aranceles, y la facturación de los mismos.*

Si bien el debate entre extensión y transferencia continúa abierto, se observa a través de los gráficos que la Facultad de Ingeniería es predominante en el área de transferencia en la UNMDP.

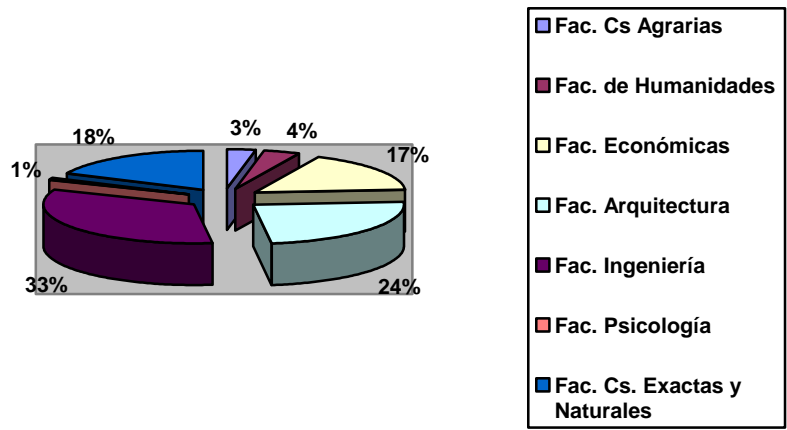


Tabla 9 Transferencia período 2008-2011

## **CAPITULO IV: Los Biomateriales: un estudio de caso**

### ***4.1. Acerca de los Materiales Biomédicos***

La aplicación de materiales naturales y/o artificiales en organismos humanos no es un tema nuevo, a lo largo de la historia se encuentra más de un ejemplo de la aplicabilidad de los mismos en contacto directo con nuestro cuerpo.

A través de investigaciones arqueológicas, se descubrieron aplicaciones en oro en los cuerpos de los señores del antiguo Egipto; en la Antigua Grecia se emplearon materiales nobles como el oro y la plata en la dentadura de determinados personajes de la época. En la Roma Antigua, se encontraron hilos de acero articulados con la intención de proporcionar la unión de ligadura y asegurar fracturas óseas. También se han encontrado elementos de acero con formas de torniquetes para ajustar extremidades, con el objetivo de minimizar hemorragias<sup>17</sup>. En el Medioevo, se han encontrado cráneos con dientes de oro y plata, también hilos de acero externos uniendo articulaciones de huesos rotos. Otro ejemplo lo encontramos en la cultura Precolombina de la región de Perú, en la cual se han encontrados cuerpos, como es el caso del yacimiento del Señor de Sipan, donde el oro era uno de los elementos hallados en la dentadura y en otras parte de su cuerpo.

Sin duda, los ejemplos citados anteriormente dan cuenta de la prácticas culturales del uso de de materiales nobles y naturales. Se podría argumentar, que estos temas son parte del desarrollo del hombre y su relación con la naturaleza y la tecnología. Pero ¿cuáles fueron las circunstancias de la historia reciente para generar un campo que gire en torno a la investigación y desarrollo de los biomateriales en el siglo XX?

Según Kuhn (1962) un hecho significativo puede surgir de un descubrimiento azaroso, o de un acontecimiento empírico inesperado como es

---

<sup>17</sup> Abraham, Gustavo; González, María Fernanda y Cuadrado, Teresita, (1995)

una experiencia anómala<sup>18</sup>. Un ejemplo sería el caso de los pilotos de avión de la segunda guerra mundial en cuyos cuerpos heridos se encontraron partículas de polímeros que eran toleradas por su organismo. Estos pilotos recurrían al médico para tratar las heridas provocadas por las astillas de los cristales de sus propios aviones, pero el hecho inesperado, ese acontecimiento anómalo del que se habla anteriormente, era que éstos materiales no causaban rechazo por el organismo, es decir, eran toleradas por su cuerpo. Este descubrimiento azaroso generó un avance en el campo de estudio de la medicina y la biotecnología: se comprobó que las astillas de poli (metilmetacrilico), polímero utilizado en las ventanillas de los aviones, podía ser utilizadas para fines médicos evitando el rechazo de los organismos; este hecho proporcionó un avance significativo específicamente en la investigación en la ortopedia. Asimismo, este fue uno de los descubrimientos que generó una profundización en la investigación de los biomateriales.

Un recorrido por la historia contemporánea y el desarrollo de los procesos de investigación de los biomateriales, podría rastrearse desde la década de los años 40 y los 50 del siglo XX, donde la investigación y la aplicabilidad de implantes de biomateriales estuvo centrada, en primera instancia, en el campo disciplinar de los médicos cirujanos. Previamente comentamos, que los primeros avances y la aplicación de los biomateriales era un tema de investigación que nace de la práctica médica. Así fue que se generaron con el pasar de los años, grupos de profesionales de la salud que se dedicaron a estudiar, mediante la prueba de ensayo y error, la tolerancia de determinados materiales en el cuerpo de los hombres. Los estudios realizados en el desarrollo de los biomateriales demuestran que la investigación científica en esta área se consolida alrededor de 1950, luego de la Segunda Guerra mundial.

La Dra. Teresita Cuadrado, miembro del INTEMA y una de las

---

<sup>18</sup> Retomando la postura teórica de Tomas Kuhn de 1962, en su libro La estructura de las revoluciones científicas, donde el autor explica y comprende las anomalías (hecho anómalo) como la variable de acumulación de conocimiento, la cual puede ser resuelta por el paradigma vigente o puede dejar en evidencia las grietas del paradigma en forma de anomalías. Según la interpretación de Tomas Kuhn que las anomalías son los enigmas del paradigma.

informantes calificadas de esta investigación, es una referente en el área del desarrollo en biomateriales a nivel nacional e internacional. En las entrevistas que sostuvimos, la Dra. Cuadrado afirma que fueron tres las razones fundamentales que provocaron el desarrollo en la investigación científica en este área disciplinar: 1- Los miles de inválidos como resultado de la segunda guerra mundial; 2- el descubrimiento de los antibióticos minimizando el riesgo en infección; 3 - el desarrollo de nuevos materiales que podían ser utilizados en los organismos vivos.

El filósofo Heráclito declara en uno de sus aforismos más famosos: *La guerra es la madre de todas las cosas*. Y en este caso, coincidimos con su postura; los millones de inválidos generados por la guerra, se convirtieron en una de las líneas de investigación y desarrollo prioritarias a la hora de brindar soluciones a esta realidad.

El término *biomaterial* designa a aquellos materiales utilizados en la fabricación de dispositivos que interactúan con los sistemas biológicos y que se aplican en diversas especialidades de la medicina. En la actualidad, la ciencia y la ingeniería de los biomateriales son actividades multidisciplinarias que, tanto en el campo de la investigación como en el desarrollo de la industria y la aplicación clínica, ocupan a un número cada vez más elevado de profesionales altamente calificados.

A partir de los años 60 se dan a conocer trabajos de investigación en jornadas y congresos, de una grave problemática. Estos artículos dan cuenta de lesiones provocadas por la presencia de implantes de materiales naturales en el organismo expresadas como rechazo a los mismos, este fenómeno abre una nueva arista en estas investigaciones como es la *biocompatibilidad*, que significa el grado de tolerancia<sup>19</sup> que adquiere cada material en un organismo

---

<sup>19</sup> Tradicionalmente, se consideraba que un material era adecuado para su uso cuando no producía daño ni reacción adversa del organismo. En esos casos el material era definido como inerte. Sin embargo, con el correr de los años se ha demostrado que todo cuerpo extraño causa alguna reacción biológica. En el caso de los materiales mencionados hasta ahora, la respuesta biológica es habitualmente inespecífica y lenta. Durante ella se activan en forma simultánea una variedad amplia de personas, lo que confiere consecuencias impredecibles a sus efectos a largo plazo. (Teresita Cuadrado 2001: 55)

vivo.

#### ***4.2. El desarrollo de la investigación en el área de los Biomateriales***

La investigación académica, a partir de los 60 y 70 en el área de los biomateriales es un ejemplo claro y preciso de trabajo multidisciplinario: médicos, ingenieros, biólogos, odontólogos, entre otros, trabajan en el desarrollo de un mismo objetivo. Aquí se percibe que las fronteras curriculares de diferentes disciplinas por sí solas son borrosas. El trabajo en conjunto favorece y enriquece el proceso de la investigación, se logra el descubrimiento de nuevos materiales para utilizarse en el organismo humano minimizando los riesgos de rechazo. Se exige la verificación, el diseño, así como controles de calidad permanentes tanto en los productos finales como en los procesos para generarlos.

Dentro de la definición de Biomateriales, están comprendidos materiales de muy diferente naturaleza como los metales, los cerámicos, los poliméricos, tanto naturales como sintéticos así como los materiales compuestos. Sobre la base de la duración y la forma de contacto que se establece con el organismo, los Biomateriales suelen clasificarse como de uso temporal o permanente y de localización intra o extracorpórea. Desde la perspectiva de su función, se pueden distinguir los dispositivos destinados al soporte, al diagnóstico o al tratamiento. Asimismo, algunos materiales contienen drogas y son considerados como medicamentos, otros pueden incluir células vivas y constituir los llamados Biomateriales híbridos que contienen moléculas de agua en su composición, a su vez existen materiales que son capaces de responder a las señales provenientes del medio biológico, estos se denominan materiales inteligentes (se trata de Biomateriales muy elásticos, que tienen la capacidad de cambiar de forma cuando varía la temperatura del ambiente).

En el proceso de investigación del desarrollo de los biomateriales, se deben cumplir determinados requisitos para que los resultados sean de aplicabilidad en el campo de la medicina:

1. Ser biocompatible, es decir, deben ser aceptado por el organismo; no provocar que éste desarrolle sistemas de rechazo ante la presencia del

biomaterial.

2. No ser tóxico, ni cancerígeno.
3. Ser químicamente estable (no presentar degradación en el tiempo) e inerte, salvo en el caso de que el objetivo de su utilización sea ser biodegradable.
4. Tener resistencia mecánica.
5. Tener resistencia a la fatiga.
6. Tener densidad y peso adecuados.
7. Tener un diseño de ingeniería armónico en el tamaño y la forma del implante; equilibrados para su uso.
8. Ser relativamente económico, reproducible y fáciles de fabricar y procesar para su producción en gran escala.

### ***4.3. El desarrollo de los Biomateriales en Estados Unidos y en la Unión Europea***

En EE.UU en los años 1960, país pionero en el desarrollo I+D en biomateriales, se desarrolló una política de estado a fin de fomentar y financiar la investigación en biomateriales. Los resultados se vieron reflejados en un incremento importante en la producción de conocimiento en el área disciplinar que fueron relevantes como punto de partida para futuras investigaciones, impactando en la consolidación del mapa de las nuevas tecnologías. La política científica en el desarrollo de esta temática priorizaba la construcción de infraestructura tecnológica y la formación profesional especializada.

Los EE.UU, luego de la Segunda Guerra Mundial pusieron en práctica una política para profundizar el desarrollo en investigación en materiales biomédicos<sup>20</sup>, convirtiéndose en pocos años en el país líder en la investigación sobre biomateriales. Para evidenciar la envergadura de la proyección real en el

---

<sup>20</sup> La **biomedicina** es un término que engloba el conocimiento y la investigación que es común a los campos de la medicina, veterinaria, odontología y a las biociencias como bioquímica, Inmunología, química, biología, histología, genética, embriología, anatomía, fisiología, patología, ingeniería biomédica, zoología, botánica y microbiología.

desarrollo en materiales biomédicos empleado, se demuestra que el uso de polímeros para el diseño y aplicaciones médicas, constituye el 5% del total de los productos plásticos utilizados de ese país.

La *biocompatibilidad*, es un factor sumamente importante para las empresas proveedoras de estos productos, dado las potenciales acciones legales que podrían avizorarse en un futuro cercano en caso de producirse el rechazo de los implantes. En el año 1974 el costo total de los juicios en relación con los dispositivos biomateriales, en EE.UU, fue de 900 millones de dólares y en 1991 se alcanzó la cifra de 9.200 millones, esta realidad lleva a que a partir de la década de los 90 se comience a debatir en el congreso nacional de ese país una nueva legislación para tratar estos temas.<sup>21</sup>

La Dra. Teresita Cuadrado, afirma, en la última entrevista realizada, que para las empresas es mucho más rentable vender dispositivos, es decir el producto ya acabado, en vez de materiales o insumos, en tanto resulta menos riesgoso en relación a las demandas legales de compatibilidad del biomaterial en un organismo vivo.

*Por ejemplo, en 1993 el volumen de ventas de productos ortopédicos en EE.UU, fue de 3.092 millones de dólares de los cuales 2.000 correspondieron a dispositivos de fijación y elementos para cirugía reconstructiva. El 2 % de la cifra representa el costo de los materiales utilizados. Si tenemos en cuenta que 11.000 fabricantes americanos (aprobados por la Food and Drug Administration, FDA) se disputan un volumen de mercado tan pequeño podemos concluir que el suceso comercial no está en la venta de biomateriales sino de dispositivos. (Cuadrado, T. y G. Abraham, 2000)*

Por lo anteriormente dicho, es que EE.UU ha puesto en práctica, desde

---

<sup>21</sup> Para mayor información referente a los problemas legales y las demandas en este campo ver Abraham, G. "Ciencia y Mercado de los Biomateriales" Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Departamento de Química Aplicada a la Ingeniería, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, España. 20 de mayo, 2000.



hace 40 años, una política de manufactura, la cual hoy enfrenta una crisis por falta de stock de biomateriales. En una parte de la entrevista a la Dra. Teresita Cuadrado, plantea que para evitar este problema se debería replantear las acciones del conjunto de sus actores claves (universidad, empresa y estado<sup>22</sup>) que participan en el desarrollo en biomateriales. Para revertir esta realidad, las premisas a analizar deberían girar en torno: En *primer lugar*, se debería examinar en profundidad la legislación vigente, en lo que respecta a la regulación de potenciales inconvenientes jurídicos, hacia las empresas proveedoras del material biomédico. En estos últimos años el congreso de los EE.UU estudia modificaciones a determinadas leyes que tienen la intención de regular el marco legal de este tipo industria. En *segundo lugar*, desarrollar biomateriales estándar, que cumplan con las regulaciones necesarias para utilización en dispositivos biomédicos, es decir, homogeneizar criterios en todos los centros de investigación de los mismos insumos, los cuales ya han sido previamente contrastados y corroborados por la normativa vigente. Por último, en *tercer lugar*, el Estado se debería comprometer administrativa y económicamente para fomentar el desarrollo en la investigación en biomateriales. Las políticas científicas son indispensables en un Estado que aspire desarrollar investigación aplicada en la producción de biomateriales.

Según los últimos estudios de la **Comisión Europea**, el crecimiento

---

<sup>22</sup> Las investigaciones realizadas por Jorge Sábato y Natalio Botana, y su conocido triangulo, es un abordaje más que interesante para analizar el desarrollo del campo de las Ciencias, Tecnología y Sociedad en Latinoamérica. Su proyecto de política científica formula indicadores sociales en el desarrollo de la investigación de la Sociología de la Ciencia. El triángulo de Sábato está comprendido por tres actores, ellos son: el Estado, la Universidad y la Empresa. Analicemos brevemente cada uno de estos vértices: el vértice-infraestructura productiva en un sentido general, como el conjunto de los sectores productivos que provee los bienes y los servicios que demanda una determinada sociedad; el vértice-gobierno, comprende el conjunto de los papeles institucionales que tienen, como ejemplo, formar políticas y movilizar recursos de y el vértice de la estructura científico-tecnológica (universidad pública, centros e institutos de investigación) a través de los procesos legislativos y administrativos. La relación que posee cada vértice tiene como objeto generar, transformar e incorporar demandas en un producto final que es la innovación en ciencia y tecnología. (J. Sábato y N. Botana, 1968: 34)

anual estimado para el sector de los Biomateriales a nivel mundial, está fijado en torno a un 12%. De la globalidad del mercado, Estados Unidos cuenta aproximadamente con un 40% de la cifra total y un crecimiento estimado del 20%. Europa<sup>23</sup>, situada como segunda potencia, cuenta con una cuota de mercado del 28% y basa sus principales esfuerzos en investigaciones en el campo de materiales e ingeniería de tejidos. No obstante, no hay que olvidar que mientras que la Unión Europea compite con Estados Unidos y Japón, donde actualmente los avances en el desarrollo de nuevas tecnologías para la creación de biomateriales es una prioridad, economías emergentes tales como Corea del Sur, Taiwán, China, Brasil están introduciéndose rápidamente en este sector.

*La Unión Europea considera la Bioingeniería como un área de investigación preferente, que debe impulsarse, ante el enorme desarrollo que está teniendo en Japón y Estados Unidos. Entre los campos con mayor potencial de desarrollo se encuentran los Biomateriales y Biomecánica, así como la Nano-biotecnología; Microsistemas y Microrobótica, Imágenes Biomédicas, Bioinformática, Instrumentación Médica y Telemedicina.” (El futuro de la biomateriales, Documento oficial de la Unión Europea. El presente informe de prospectiva tecnológica ha sido realizado por la Fundación OPTI, Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial, FENIN, Federación Española de Empresas de*

---

<sup>23</sup> Desde otro punto de vista, los desarrollos en nuevos materiales pueden tener implicaciones a largo plazo para el sistema sanitario europeo. Con una población envejecida (el número de adultos jubilados se prevé que se incremente en un 50% para el 2025, llegando a tener un promedio superior al 30% de ciudadanos por encima de los 60 años) y una esperanza de vida mayor, los posibles beneficios de los Biomateriales en la reducción de la creciente carga de costes en el sistema sanitario actual es evidentemente primordial. Actualmente, se han desarrollado alrededor de 2.700 tipos de dispositivos médicos considerados como Biomateriales. En USA se estima que se implantan unos 3 millones de prótesis anuales, generando un mercado de más de 100 millones de dólares. En Europa, se implantan anualmente alrededor de 40.000 prótesis cardíacas y 275.000 prótesis de cadera, siendo de fabricación europea sólo el 15%. Se pronostica que el aumento del uso de prótesis crecerá a un ritmo de un 6% anual, con un incremento de los costes asociados de un 10%. (Fundación OPTI. Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria FENIN. 2004)

*Tecnología Sanitaria.*) Fundación OPTI. Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria FENIN. 2004

#### ***4.4. El desarrollo y el estado de la investigación y producción de los Biomateriales en la Argentina***

En este apartado realizaremos un breve recorrido del estado de las investigaciones en el área de los biomateriales en Latinoamérica, que vincularemos a la realidad europea y norteamericana detallada en los apartados anteriores.

*En 1990 los gastos totales de EE.UU en el sistema de salud ascendieron a unos 666.200 millones de dólares por año. La inversión anual en investigación y desarrollo en ciencias vinculadas a la salud es de 22.600 millones de dólares. El número de empleados en la industria de dispositivos biomédicos registrado en 1990 fue cercano a los 200.000 y el número de fabricantes en 1991, es de 19.300. (Abraham, 2000: 54)*

La inversión que se realiza en América Latina es menor en porcentaje respecto de los Países líderes. En Brasil la inversión en esta área ha crecido mucho en los últimos años, al igual que en la Argentina. Los presupuestos en relación a la inversión en el desarrollo de la investigación en biomateriales se han ido incrementando, aunque se espera un mayor compromiso en relación a las inversiones en ciencia y tecnología.

Si bien contamos con profesionales altamente calificados, respecto de la infraestructura tenemos muchos inconvenientes. La poca inversión, en la tecnología de los laboratorios y en la modernización de artefactos de última generación, se convierte en un problema evidente. Este es un punto insoslayable a la hora de ver cuáles son los problemas de base para el desarrollo en I+D en biomateriales en Argentina.

Otro de los factores centrales, son las estructuras monopólicas de las empresas proveedoras de insumos para la fabricación de los diferentes productos.

Europa es uno de los líderes en fabricación de insumos y también dispone de la tecnología específica para el diseño y la producción de los mismos. Esta situación obstaculiza los procesos de validación y verificación de los protocolos de fabricación y comercialización y condiciona la producción de conocimientos y posterior transferencia.

Respecto del desarrollo de políticas científicas específicas para el desarrollo I+D en biomateriales, el Dr. G. Abraham (2012) nos comentaba en la entrevista realizada:

*...La investigación y desarrollo (I+D) en biomateriales en nuestro país es escasa, hay algunos grupos, con algunas vinculaciones entre ellos o con vinculaciones con grupos del exterior, que realizan actividades puntuales con mayor o menor profundidad y relacionados con aspectos muy diferentes de la Ciencia e Ingeniería de Biomateriales. No hay una política científica específica para el desarrollo, estudio y producción de biomateriales.*

Es por esto que esta investigación indaga en profundidad la creación del INTEMA, ya que permitió generar un espacio laboral en el ámbito de la investigación que aportó al desarrollo de la investigación de biomateriales en la Argentina.

Un tema central que recorre toda la problemática de la investigación en biomateriales es el fortalecimiento de la conciencia de la sociedad sobre la importancia de generar y apoyar el desarrollo del trabajo en esta nueva temática, sin duda, cada vez más el conjunto de la sociedad obtiene beneficios reales en distintos ámbitos de la salud, gracias a la utilización de nuevos materiales biomédicos. En otra parte de la entrevista al reconocido profesional, el Dr. Abraham coincide con este diagnóstico y plantea:

*Permanentemente hay actividades de difusión científica a través de charlas, seminarios, talleres, artículos en revistas locales o nacionales. La mayor parte de estas actividades surgen por motivación de los propios investigadores por difundir el conocimiento. Cuando uno*

*explica y transmite a la sociedad de que se trata la investigación en biomateriales, la sociedad le da una valoración altamente positiva, lo considera importante y prioritario y se espera con que va a tener una solución pronta y económicamente accesible. La realidad es muy distinta, las soluciones son pocas y lejos del alcance de la población. En cuanto a la valoración científica yo pienso que es valorada en términos del reconocimiento que tienen los trabajos realizados (producción científica) a nivel de las comisiones asesoras del CONICET y la SECyT. Ocasionalmente algunas instituciones nacionales o privadas otorgan premios a trabajos desarrollados o ideas innovadoras.*

#### **4.5. Desarrollo de la investigación en Biomateriales en el INTEMA**

La División Polímeros del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) comenzó a desarrollar actividades de investigación en el campo de los biomateriales poliméricos en 1991, con la formación del Grupo Polímeros Biomédicos dirigido por la Dra. Teresita R. Cuadrado. La creación de un grupo de investigación dedicado a la ciencia e ingeniería de los biomateriales y en particular polímeros biomédicos se relaciona directamente con la magnitud de los esfuerzos que se realizan a nivel mundial en materia del mejoramiento de la calidad de vida.

El Área Polímeros Biomédicos se define como una nueva línea de investigación, en momentos en que a nivel nacional se incluye Biomateriales como temática de interés dentro del Programa Nacional Prioritario de Materiales (PNPM). Desde su inicio hasta la fecha se abordaron diversas líneas de investigación en esta problemática, todas ellas dirigidas a la formación académica de profesionales de nivel dentro de la carrera de Doctorado en Ciencia de Materiales, carrera de Posgrado en Ciencia de Materiales de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata. Por lo tanto, los recursos humanos formados en el campo de los biomateriales son un punto de referencia fundamental para el desarrollo y continuidad de las actividades del Grupo de investigación. En este sentido otro informante calificado valora la

vinculación entre la formación de recursos humanos calificados de los posgrados de la Facultad de Ingeniería y la investigación en el Instituto:

*Las actividades del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA, UNMdP-CONICET) han llevado a la creación en el ámbito de la Facultad de Ingeniería de la UNMdP de la carrera de Maestría en Ciencia y Tecnología de Materiales (1983) (OCS 456/83) y del Doctorado en Ciencia de Materiales (1986) (OCS 139/86), primer Doctorado en Ciencia de Materiales del país. Posteriormente, en 1989 se creó la carrera de grado de Ingeniería en Materiales con incumbencias profesionales reconocidas. Ambas carreras de posgrado obtuvieron la categoría "A" (Doctorado en 1999 y actualmente en re-acreditación y Maestría en 2000 y 2012) otorgada por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) del Ministerio de Educación.*

*Este posgrado fue creado con el marco del INTEMA, centro de excelencia dedicado al estudio de la Ciencia y Tecnología de Materiales y cuya actividad científica está dirigida hacia todos los tipos de materiales, tanto desde el punto de vista estructural como funcional de sus aplicaciones. El INTEMA, el Departamento de Ingeniería en Materiales y los demás departamentos de la Facultad de Ingeniería proporcionan el ambiente académico y el apoyo logístico propicios para el funcionamiento del posgrado. Además, la creación y funcionamiento efectivo de la carrera de posgrado ha logrado una profundización del desarrollo académico de nuestra universidad en disciplinas afines con el campo de conocimientos básicos de la Ciencia de Materiales y una permanente actualización de los contenidos y metodología de la enseñanza en todos sus niveles. A partir de los profesionales con formación específica de cuarto nivel egresados de este posgrado se ha creado también la carrera de grado de Ingeniería en Materiales, con incumbencias laborales reconocidas, que se enriquece con la colaboración de los mencionados profesionales que se desempeñan como docentes de la carrera de grado y cuyo objetivo es proveer a la*

*industria de recursos humanos con un elevado nivel de formación y entrenamiento en un área poco desarrollada en el contexto de nuestro país. Los docentes del posgrado realizan tareas de investigación en Ciencia de Materiales en INTEMA y la Facultad de Ingeniería de la UNMdP.*

Algunos de los temas de tesis doctorales han sido: desarrollo de formulaciones de cementos quirúrgicos de base acrílica con y sin antibióticos, síntesis de polímeros bioabsorbibles y microesferas de poliácido láctico y desarrollo de rellenos óseos bifuncionales con gentamicina, moldeo de piezas de poliuretanos segmentados para dispositivos de asistencia ventricular, vida útil de biomateriales y dispositivos biomédicos poliméricos de aplicación cardiovascular en función de los protocolos de uso y esterilización, y poliuretanos biorreabsorbibles.

En la actualidad la Facultad de Ingeniería de la UNMdP y en particular la carrera en Ingeniería en Materiales donde se inscribe el Área Materiales Biomédicos es un referente importante a nivel local, nacional y latinoamericano.

Es de destacar que las tareas de investigación que se llevan a cabo se desarrollan gracias a los aportes de fondos económicos provenientes de diferentes instituciones nacionales e internacionales, públicas y privadas, como es el caso de: CONICET, ANPCyT, SECYT, Fundación Antorchas, OEA, TWNSO, UNMdP, CIC.

#### ***4.6. Actividades de transferencia en el ámbito de la producción en Biomateriales***

En este apartado en especial detallamos las actividades de transferencia llevadas adelante en el INTEMA, que cómo se puede apreciar abarcan tanto vinculaciones con el medio socioproductivo privado como el público, en este último en particular en el área de salud.

Actividades de Transferencia llevadas a cabo por el **Grupo Polímeros**

**Biomédicos**, División Polímeros, INTEMA (UNMdP-CONICET):

**1. Proyecto Concertado "Cementos Quirúrgicos modificados con rellenos cerámicos bioactivos"**, Programa Nacional Prioritario de Materiales. Desarrollado mediante convenio firmado en SECYT con cuatro empresas de Buenos Aires que desarrollan actividades en al área de dispositivos biomédicos. Proyecto Ganado por licitación SECYT-CONICET. Directora: Dra Teresita R. Cuadrado. Monto: \$ 20.000. Periodo 1994.

**2. Proyecto Concertado con industrias "Polímeros Bioabsorbibles"**. Ganado por Licitación SECYT-OEA en el marco del Programa Nacional Prioritario de Materiales. Monto: \$ 25.000/año. Tres años. Directora: Dra. Teresita R. Cuadrado. Periodo: 1993-1995.

**3. Institución: Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA)**

- Implementación y puesta a punto de la técnica de cementación de Segunda Generación basada en la aplicación con jeringa de cemento de baja viscosidad utilizando tapón medular de polietileno. Servicio de Ortopedia y Traumatología. Período: 1994-1995.

- Evaluación de respuesta biológica frente a formulaciones de rellenos óseos compuestos bioabsorbibles basados en poli (ácido láctico) e hidroxiapatita. Ensayos in vivo en animales. Servicio de Ortopedia y Anatomía Patológica. Período 1999-2000.

- Estudio del daño térmico del tejido óseo debido al curado in situ del cemento quirúrgico utilizado para la fijación de la prótesis metálica de articulación de rodilla y cadera. Período: 2000.

**4. Institución: Hospital Privado de Comunidad de Mar del Plata**

En base a un acuerdo de colaboración firmado en el año 1994 con el Departamento de Docencia e Investigación del mencionado centro de salud se han llevado a cabo diferentes proyectos conjuntos dirigidos por la Dra. Teresita R. Cuadrado:

- Estudio del protocolo de seguimiento de casos de revisión de protésis de cadera



y rodilla. Dr. Salvador Pavón. Servicio de Cirugía Ortopédica. 1994.

- Determinación del daño producido mediante la esterilización por óxido de etileno de dispositivos confeccionados en base a diferentes formulaciones comerciales de poliuretanos segmentados. Lic. Liliana DiLorenzo. Unidad de Esterilización. Periodo: 1994-1995

- Estudio de cementos quirúrgicos comerciales y desarrollo de formulaciones de compuestos polímeros/cerámicos modificadas con antibiótico. Servicio de Cirugía Ortopédica y Laboratorio de Análisis (Determinación de disponibilidad de antibiótico mediante test-inmunoensayo. Periodo: 1995-1996.

#### **5. Institución: Instituto de las Clínicas Cardiovasculares, Buenos Aires**

Participación en el Programa PROCOAR de CONICET: "Desarrollo de un Dispositivo de Asistencia ventricular izquierda con fuente de energía endógena (Estimulación músculo dorsal ancho del paciente)". Dirigido por el Dr. Domingo Liotta. Período 1993-1994. Monto U\$S 20.000. Responsable en INTEMA: Dra. Teresita R. Cuadrado.

- Desarrollo del protocolo de fabricación de piezas de poliuretano de grado médico con estructura de film multicapa mediante la técnica de moldeo por inmersión en solución seguido de desmolde por el sistema de cera perdida. Producción de partes: Cámaras sanguíneas, cámaras compensadoras y prótesis vasculares, y ensamble de diferentes prototipos tanto para ensayos a escala de banco como para implante en animales y humanos durante la evolución del programa de investigación PROCOAR desde la fase de diseño del dispositivo de asistencia hasta la etapa de investigación clínica.

**6. Institución: Fundación Médica Mar del Plata. Convenio de Cooperación con la Facultad de Ingeniería** de la Universidad Nacional de Mar del Plata para llevar a cabo tareas de docencia e investigación en el campo de "**Biomateriales e Ingeniería en Materiales**" firmado en Noviembre de 2000. OCS N° 559/01. Coordinadora y representante técnico de la Facultad de Ingeniería Dra. Teresita R. Cuadrado.

- Dirección de proyectos finales de los alumnos de la Escuela de Enfermería: Curso de Técnico en esterilización que se dicta en el Hospital Privado de

Comunidad. Proyectos desarrollados desde el 2001: Definición de protocolos de esterilización adecuados a la calidad de los diferentes materiales y dispositivos; Determinación de la vida útil de sondas vesicales y catéteres angiográficos; Evaluación del daño de cánulas venosas y arteriales utilizadas en la implementación de circulación extracorpórea, en función del protocolo de reprocesamiento; Definición del número de ciclos admisible, etc. Dra. Teresita R. Cuadrado

**7. Contrato de Asesoramiento y Asistencia Técnica financiado por PIXIS S.A.** (Dr. Mauricio R. Carrasco, Bs. As.): Estudio de factibilidad sobre “Desarrollo de sistemas poliméricos aplicados a reemplazo del núcleo pulposo del disco intervertebral. Desarrollo de sistemas poliméricos aplicados a balones inflables para contención de rellenos de reemplazo del núcleo pulposo en técnica de cifoplastía. Dr. Gustavo A. Abraham y Dr. Fabián Buffa. Diciembre 2006 – febrero 2007.

**8. Contrato de Asesoramiento y Asistencia Técnica financiado por PIXIS S.A.** (Dr. Mauricio R. Carrasco, Bs. As.): Proyecto “Producción de un polímero biomédico autocurable e inyectable para el desarrollo de rellenos de implantes de reemplazo de núcleos discales”, Director Responsable: Dr. Gustavo A. Abraham. Grupo de Trabajo: Dres. Gustavo A. Abraham y Fabián Buffa, Pasante: Luciana Sacchetti. Septiembre 2007 – Julio 2008.

## CONCLUSIONES

Esta Tesis aporta un exhaustivo análisis de la vinculación de la investigación y el medio socioproductivo a través de un caso en particular: el INTEMA, desde una perspectiva disciplinaria del amplio campo de la CTS que abarca investigaciones en diversas temáticas como: sociología de la ciencia y la tecnología, economía del cambio tecnológico, política de ciencia, tecnología e innovación, gestión de la ciencia y la tecnología, ética aplicada, filosofía de la ciencia y la tecnología y comunicación de la ciencia y la tecnología. A su vez los aportes de este campo, enriquecen la perspectiva de análisis sobre la planificación del desarrollo sustentable, las estrategias de preservación del medio ambiente, la innovación tecnológica y el desarrollo socio económico.

Según Kreimer, P. y Thomas, H (2004), en las últimas dos décadas del siglo XX, el campo de CTS se expandió tanto en términos cuantitativos (más publicaciones, más investigadores, más instancias de investigación y de recursos humanos) como cualitativos (mayor diversidad temática, la pluralización de abordajes teóricos metodológicos utilizados, institucionalización de la investigación y de la formación de recursos humanos). Este proceso de institucionalización académica de CTS en América Latina tuvo como correlato una mayor preocupación por el rigor metodológico de las producciones, la suscripción explícita a marcos teóricos - conceptuales y el desarrollo de investigaciones encuadradas en competencias disciplinares. Este proceso de consolidación no fue lineal, pensar este recorrido con la metáfora de las generaciones permite visualizar las diferentes fases en el movimiento de institucionalización del campo, plasmada en tres generaciones: la primera generación de “pioneros”, constituida mayormente, por científicos e ingenieros; la segunda generación, a la que se incorporan las ciencias sociales, con recursos formados en posgrados en el exterior y una última y tercera generación de recursos formados en posgrados locales, algunos de excelencia académica como el caso de la Maestría y el Doctorado en Materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, fuertemente vinculada al grado y a la investigación I+D.

Como se describió en el desarrollo de los capítulos de la presente tesis, gran parte de los egresados de la carrera de grado y posgrado en Ingeniería en Materiales trabajaron sus tesis en el interior del INTEMA. Estos recursos altamente formados promueven el potencial vínculo con nuevas oportunidades prácticas de llevar a cabo una interacción con emprendimiento públicos y privados.

*Las empresas biotecnológicas se alimentan de los resultados obtenidos en el ámbito científico y los transforman en productos comerciales. Lo que nuestro resultado sí ponen de manifiesto es la relevancia que tiene, desde el punto de vista de un país en desarrollo con el interés en forjar industrias de alta tecnología, tener una base científica local que facilite tanto el surgimiento como el posterior desarrollo de empresas en actividad intensivas en ciencia. Las empresas se desarrollan en estrecha colaboración con la basa científica local. (Stubrin, L. 2013: 554)*

Compartiendo el argumento de Vaccarezza, L. y Zabala, J.P. (2002), la utilidad social de la investigación científica reorganizó la investigación universitaria en los países desarrollados y también modificó las prácticas de la investigación hacia la producción de conocimientos demandados por el medio socioproductivo, esto mismo sucede en el ámbito de la UNMDP, según se observa en el desarrollo de la presente investigación. En la bibliografía específica sobre CTS hay un acuerdo generalizado acerca de que este vínculo es un fenómeno nuevo, sin embargo la historia de la ciencia expone muchos ejemplos de la influencia del conocimiento científico sobre el diseño de una tecnología que se ha volcado a procesos de innovación productiva.

La biotecnología es, dentro de las llamadas nuevas tecnologías, un exponente de la alta proximidad entre el conocimiento básico y la resolución de problemas prácticos. A su vez, esta proximidad se verifica también en el plano de la interacción social, que nos permite vislumbrar una estrecha relación entre algunos laboratorios universitarios y el medio socioproductivo, característico de la relación conocimiento / producción.

*En los países desarrollados, como por ejemplo, los pertenecientes a la Organización para el Desarrollo (OCDE), la biotecnología es biología molecular aplicada, se considera de prioridad nacional, de seguridad nacional. ( Maffia, Paulo, 2011: 12)*

Gran parte de las investigaciones desarrolladas en la Argentina en biotecnología en los espacios de investigación pública, promueven fuertemente la transferencia de su producción de conocimiento. En una medida considerable la transferencia de innovaciones en relación a la producción de conocimiento en biomateriales nacen de las demandas de sectores de empresas públicas y privadas.

En relación a este tema, en una de las tantas visitas a la Secretaria de Transferencia del INTEMA, el personal administrativo me informaba que gran parte de las transferencias desarrolladas en el INTEMA nacen de pedidos de empresas tanto públicas como privadas. En este caso se evidencia que la interacción entre la investigación pública y el ámbito privado coexisten mutuamente.

Desde hace algunas décadas, el desarrollo en biotecnología se ha transformado en una de las áreas primordiales en torno a la investigación estratégica. Los nuevos descubrimientos y avances en la biología molecular, en nuevos materiales, el agro, en los biocombustibles, etc. Promueven novedosos emprendimientos de interés y necesidades prácticas para la forma de vida contemporánea. Como propone (Baidannoff, F. y Goya, M.) *“...nada de ello habría sido posible sin el diálogo continuo y fluido entre el conocimiento, la investigación y la industria.”* (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 23)

La aplicación, el desarrollo y la difusión en biotecnología tiene un alto impacto en los países y las regiones donde se generan I+D. *“Por lo tanto puede afirmarse que la Argentina tiene buenas posibilidades de posicionarse en el mercado internacional además de poseer la competitividad necesaria para lograr un desarrollo de punta.”* (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 30)

A partir del diagnóstico del rastreo bibliográfico, de autores relevantes en la materia, y las entrevistas realizadas a actores claves en el área, se concluye

que el inconveniente principal en Argentina, sigue siendo el financiamiento como eslabón fundamental para amortizar los gastos operativos, instrumentos, insumos, etc. en el desarrollo de la biotecnología en general, en particular en biomateriales.

*En la Argentina los insumos tecnológicos no han logrado insertarse en el mercado interno; los insumos se importan, a pesar de la enorme cantidad de empresas de capitales nacionales. Además la planificación de las políticas públicas es escasa e insuficiente para responder a las demandas del sector biotecnológico empresarial. (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 31)*

Sumado a este grave problema de financiamiento, aparece en escena un nuevo inconveniente, el hecho que es escasa la articulación de políticas que fomenten el vínculo entre la investigación pública y empresas públicas y privadas. Esta relación es central; la interacción entre lo público y lo privado es un tema que debe ser analizado en profundidad para su inclusión en una agenda pública y científica nacional. En estos últimos años la relación con las nuevas industrias y empresas manca una tendencia, la cual debiera ser sostenida en el tiempo. Las experiencias en países líderes en el desarrollo de biomateriales, demuestra que la interacción entre investigación pública y empresas está regulada y fomentada por los organismos generadores de sus políticas públicas. Es esas regiones, el desarrollo en biotecnología y la investigación pública y la inversión privada conviven naturalmente; la comunicación y el contacto entre ambos actores es central en la búsqueda de conciliar producción de conocimiento y desarrollo estratégico. Un dato no menor, es tomar conciencia que gran parte del capital de riesgo<sup>24</sup> en el

---

<sup>24</sup> Como contraparte de la burbuja financiera de la primera mitad de los años noventa; la idea de los capitales de riesgo, fue invertir en activos que potencialmente podrían representar beneficios a futuro; la lógica era que los pocos aciertos tecnológicos más que compensarían - para el conjunto- los masivos fracasos. Aún así e incluso considerando el fin de la burbuja de inicios del milenio, se constituye en un modelo capitalista privado de articulación entre el

desarrollo en biotecnología, surge de la inversión privada. Este es un recurso, una alternativa clave, como generador de resortes financieros que posibilitarían la planificación de investigaciones a largo plazo.

*Si se compara el perfil local con los perfiles existentes en economías más avanzadas se observa claramente que la Argentina no alcanza los estándares encontrados en los países desarrollados. Sin embargo, un análisis exhaustivo permite afirmar que el país posee las herramientas necesarias para explotar la industria biotecnológica al máximo. (Baidannoff, F. y Goya, M. 2012: 52)*

El desarrollo local en el área de los biomateriales genera un espacio de crecimiento regional, el hecho de contar con el INTEMA repercute en la posibilidad real de generar lazos de comunicación entre nuevos actores locales y regionales, tanto en el espacio público como privado. En lo que respecta a Mar del Plata, no existen empresas locales que absorban a los ingenieros en materiales para desarrollar emprendimientos comerciales que compitan en industrias en nuevos materiales. Si se destaca la fuerte comunicación entre empresas locales y regionales que solicitan al INTEMA producción de conocimiento a medida, para determinados problemas prácticos en sus industrias.

*En este juego de relaciones resulta clave el perfil biotecnológico de las sociedades locales (receptoras). En la casi totalidad de los países analizados existen desarrollos públicos y privados que indicarían una incipiente capacidad*

---

mercado financiero y el pre-competitivo mundo científico. Para ello fue necesario un cambio de conducta notable: las bolsas de comercio aceptaron negociar empresas que no tenían activos físicos (y a menudo sin ingresos y pérdidas) y los científicos comenzaron a interesarse en los mercados de capitales privados como fuente para financiar sus desarrollos (a la vez que identificaron sus investigaciones en función de los potenciales usos). (Bisang, R. Campi, M. Cesa, V. CEPAL. 2009: 94)

*para integrarse a redes externas y/o desarrollar proto/redes locales. Ello responde a: i) la presencia de sectores productivos de cierta importancia que escaparon a los procesos de ajuste de décadas pasadas (alimenticias, farmacéuticas; las producciones de granos y carnes, los productos veterinarios, etc.) y actualmente operan como usuarios/(proto) desarrolladores de las nuevas biotecnologías (y controlan activos complementarios de cierta relevancia); ii ) el desarrollo de capacidades en el campo de la biología, la farmacología, la agronomía y otros concurrentes tanto a nivel universitario como de investigación y desarrollo; iii) la presencia de institutos públicos de I+D en áreas primarias (los INIA) y/o de corte general (Consejos Nacionales de CyT); iv) institutos públicos de salud dedicados al estudio de patologías locales con posteriores desarrollos productivos en biológicos (vacunas, reactivos, etc.) que son precursores necesarios para el desarrollo de la moderna biotecnología. (Bisang, R. Campi, M. Cesa, V. CEPAL. 2009: 85)*

Las crisis de los modelos de desarrollo reavivan la polémica acerca de la utilidad de la ciencia, así como sobre el rol de la investigación en la universidad pública, que es la mayor maquinaria institucional de producción de conocimiento. Este debate adquiere un singular significado en nuestro país cuando se piensa el sentido de la investigación científica y tecnológica local para el cambio técnico frente a los procesos de transferencia de tecnología y de crecimiento nacional.

*A nivel privado, la estructura actual indica la presencia de unas pocas y selectas firmas, la mayoría de las cuales tiene un tamaño relativo muy menor a las mega-corporaciones internacionales. Exhiben dos perfiles: emprendimientos con una cartera acotada de productos exclusivamente biotecnológicos (por lo general de baja complejidad -micropropagación de*



*cultivos, inoculantes, algunas vacunas recombinantes, etc.-) con alta dotación de profesionales y muy dependiente en sus desarrollos a futuro de la articulación con instituciones públicas; y, empresas con mayor tamaño y nivel de complejidad tecno-productiva que forman parte de grupos empresarios, lo cual les permite contar con mayores posibilidades de desarrollo. Aún así tienen tamaños muy alejados de los estándares internacionales y, más allá de determinados logros técnicos (clonación de animales, desarrollos de medicamentos recombinantes, etc.), no logran aún traducir ello en un desarrollo exponencial de sus ventas y beneficios. No existe un tramado de empresas de servicios biotecnológicos que opera a modo de argamasa de una red empresaria sólida y dinámica sino más bien intentos aislados de actividades con elevados grados de integración interna de sus desarrollos y fuerte dependencia de las financiaciones públicas. (Bisang, R. Campi, M. Cesa, V. CEPAL. 2009: 86)*

Si la intención es construir las bases para el desarrollo del conocimiento en biomateriales, no alcanza con estudiar solamente las bases del conocimiento en una nueva temática en particular. Si no, habría que relacionarse directamente con los especialistas que investiguen en esa temática en particular. La relación y la colaboración con investigadores destacados es fundamental, ellos tienen la práctica real de la producción de conocimiento, de tal modo que conocen los problemas del mecanismo del proceso de investigación, los especialistas manejan un conjunto de saberes que promueven la minimización de los errores. Por consiguiente, la posibilidad de contar con especialistas destacados, fomenta la formación y acompañamiento de futuros becarios y profesionales en el área.

Otra de las ventajas comparativas, la cual amerita un análisis minucioso, es que nuevas empresas tienden a invertir y localizarse en las ciudades o regiones donde se encuentran los institutos o centros de investigación. La interacción entre empresas y los gestores de la producción de conocimiento en

biotecnología, acrecienta los lazos entre ambos actores. Esto fomenta las posibilidades de trabajar en conjunto sobre los intereses prácticos de las empresas y la producción de conocimiento en los espacios públicos de investigación.

La globalización de la producción de conocimiento en diferentes ciudades del mundo es una experiencia que se ha fortalecido y cobrado relevancia en estos últimos años. Precisamente lo que están promoviendo los organismos internacionales es un mayor contacto entre los especialistas en biotecnología y el medio socioproductivo. *Un ejemplo* es el programa de investigación internacional, *que* fomenta los vínculos entre diferentes especialistas y regiones, generando una red de conocimientos que acrecienta la participación global en la búsqueda de nuevos conocimientos en biomateriales. Es ejemplo de ello, es el trabajo de la Dra. Teresita Cuadrado, que desde hace algunos años es invitada a trabajar en institutos de investigación en China. La experiencia según los especialistas es grandiosa, *“ellos cuentan con la tecnología de punta y nosotros contamos con el conocimiento en el área.”*

Finalmente como producto de las reflexiones generadas en el proceso de investigación, análisis y escritura de la presente Tesis se abren nuevas preguntas, que espero se constituyan en otros espacios de investigación futura. Esta tesis permite pensar a las políticas públicas como factores para el desarrollo de la ciencia en el país, subrayando la necesidad de tender a la consolidación de los grupos de investigación, capitalizando nuevas formulaciones cognitivas y técnicas, así como relaciones sociales que construyen al investigador como tal, incrementando el capital social del grupo; fortaleciendo las relaciones de los grupos de investigación con el estado nacional; así cómo la comunicación pública del conocimiento como recurso para la construcción de utilidad de la ciencia; donde es central la construcción de alianzas horizontales, regionales e internacionales a nivel académico y social en pos de la definición del desarrollo tecnológico como proyecto académico en las universidades en el marco de la consolidación del vínculo con el medio socioproductivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, G. (2000). Ciencia y mercado de los Biomateriales. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Departamento de Química Aplicada a la Ingeniería, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- ABRAHAM, G. A., & MARCOS, A. (2000). Materiales Poliuretánicos: Características generales y situación de su investigación y desarrollo en España. *Revista de plásticos modernos*, 79(528), 688–701.
- ABRAHAM, G., GONZALEZ, M. F., & CUADRADO, T. (1999). La ciencia y la ingeniería de biomateriales: un desafío interdisciplinario. *Revista Ciencia Hoy*, 9(49), 50–59.
- ARANA, M., BIANCULLI, K., Del Gener, J. (2009) *Universidad Argentina: Tres abordajes. Análisis de la matrícula, vinculación universidad sociedad, identidades en tránsito*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata
- ARGUMEDO, M. (2002) *Las estrategias de formación de sujetos en los proyectos de extensión universitaria de la UNLP*. En: P. Krotsch (Ed.), *La universidad cautiva. Legados, marcas y horizontes* La Plata: Al Margen.
- ALBORNOZ, M. (2007) Los problemas de la ciencia y el poder. *Revista Iberoamérica de ciencia, tecnología y sociedad*. V 3. (8)
- BAIDANOFF, F., GOYA, M. [Otros]. (2014) Empresas biotecnológicas. In DIAZ, A. y Maffia, P. *Biotecnología en la Argentina. Desarrollo y usos sociales*. Bernal : Universidad Nacional de Quilmes.
- BEN-DAVID, J. (1974) *El papel de los científicos en la sociedad*. México: Trillas.
- BISANG, R., CAMPI, M. y CESA, V. (2009) *Biotecnología y desarrollo*. Santiago de Chile : Naciones Unidas.
- BOURDIEU, P. (1994) *El campo científico* En: *Redes: revista de estudios sociales de la ciencia*, v. 1, n. 2, pp. 131-159.
- BOURDIEU, P. (2003) El oficio de científico. *Ciencia de la ciencia y reflexividad*. Madrid : Anagrama.
- BOURDIEU, P. (2008) *Homo Academicus*. Editorial Siglo Veintiuno. Argentina.
- BRUNER, J. J. (1990) *Evaluación de la investigación en el contexto latinoamericano e internacional*. Santiago de Chile: FLACSO.
- CABO, A. (2005) *Empresas, tecnología y ciencia*. En: *Revista SAM*. Buenos Aires: Asociación Argentina de Materiales.
- CASAS, R. (2004) Ciencia, tecnología y poder. Elites y campos de lucha por el control de las políticas. *Convergencia*.

- CASAS, R. (2001). *Problemas en la producción y transferencia de conocimientos*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- CASAS, R. (Coord.), GORTARI, R. de, LUNA, M., Santos, M. J., & Tirado, R. (Eds.). (2001). *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*. Barcelona: IIS-UNAM / ANTHROPOS.
- CHAN, A. S., & FISHER, D. (2003). Academic Culture in Canadian Universities: Contexts for Change. *International Colloquium on Transformation of Academic Culture: Capital Accumulation and International Competitiveness, Congress of the Humanities and Social Sciences*. Dalhousie University.
- DAGNINO, R., & THOMAS, H. (1998). Os caminhos da política científica e tecnológica latino-americana e a comunidade de pesquisa: ética corporativa ou ética social? *CYTED: los desafíos éticos de la investigación científica y tecnológica en Iberoamérica*. Madrid: CYTED.
- DAGNINO, R., THOMAS, H., & DAVYT, A. (2000). Vinculacionismo/neovinculacionismo. Racionalidad de la interacción universidad-empresa en América Latina (1955- 1995). In R. Casa & G. Valenti (Eds.), *Dos ejes en la vinculación de las universidades a la producción. La formación de recursos humanos y las capacidades de investigación*. México, D.F.: IIS-UNAM/UAM-Xochimilco/Plaza y Valdés Editores.
- DIAZ, A. y MAFFIA, P. (2014) *Bioteología en la Argentina. Desarrollo y usos sociales*. Bernal : Universidad Nacional de Quilmes.
- ETZKOWITZ, H. (1991). Profit from Knowledge: Organizational Innovations and the Evolution of Academic Norms. *Minerva*.
- ETZKOWITZ, H. (1994). Academic-Industry relations: A sociological paradigm for economic development. In L. Leydesdorff & V. den Besselar (Eds.), *Evolutionary Economics and Chaos Theory*. Londres: Pinter.
- ETZKOWITZ, H., & LEYDESDORFF, L. (1995). The Triple Helix of University-IndustryGovernment relations. A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review*.
- ETZKOWITZ, H., & WEBSTER, A. (1998). Entrepreneurial Science: The Second Academic Revolution. In H. Etzkowitz, A. Webster, & P. Healey (Eds.), *Capitalizing Knowledge. New intersections of industry and academia*. Albany: State University of New York Press.
- ETZKOWITZ, H., WEBSTER, A., & HEALEY, P. (Eds.). (1998). *Capitalizing Knowledge. New intersections of Industry and Academia*. Albany: State University of New York Press.
- FERNANDEZ LAMARRA, N. (Ed.). (2009) *Universidad, sociedad e innovación: una perspectiva internacional*. Caseros: UNTREF.
- FREEMAN, C. (1988) *La teoría económica de la innovación industrial*. Madrid: Alianza.
- Fundación OPTI. Federación Española de Empresas de Tecnología Sanitaria (FENIN). (2004) *Ciencia y Salud. El Futuro de los Biomateriales. Tendencias Tecnológicas a medio y largo plazo*.
- GIBBONS, M., LIMOGES, C., NOWOTNY, H., SCHWARTZMAN, S., SCOTT, P., & Trow, M. (Eds.). (1997) *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Barcelona:

- GIBBONS, M. y R. JOHNSTON (1974) *The roles of science in technological innovation*. En: *Research Policy*, N° 3.
- HERRERA, A. (1870) *Introducción: Notas sobre la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la sociedad latinoamericana*. En: *América Latina: Ciencia y Tecnología en el desarrollo de la sociedad*, Colección Tiempo latinoamericano. Santiago de Chile : Editorial Universitaria
- KNORR CETINA, K. (1997) *Sociality with objects: social relations in postsocial knowledge societies*. *Theory, culture & society*.
- KREIMER, P. (1998). Migración de científicos y estrategias de reinserción. In Charum & Meyer (Eds.), *El nuevo nomadismo científico: la perspectiva latinoamericana*. Bogotá: Escuela Superior de Administración Pública.
- KREIMER, P. (1999). *De probetas, computadoras y ratones*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- KREIMER, P., & THOMAS, H. (2004). *Producción y uso social del conocimiento. Estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- KROTSCH, P. (2001). *Educación superior y reforma comparada*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- KUHN, T. (1975). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, D.F.: Fondo de cultura económica.
- LLOMOVATTE, S. (Ed.). (2006). *La vinculación universidad - empresa : miradas críticas desde la universidad pública*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- LUNDVALL, B.-A. (1988). Innovation as an interactive process: from userproducer to the National System of Innovation. In G. Dosi (Ed.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- LUNDVALL, B.-A. (1992). *National System of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: France Peter.
- MANUAL de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación (2005), Oslo : OCDE.
- MANUAL de Bogotá: Normalización de Indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe(2001) Bogotá: RICYT, OEA
- MANUAL de Frascati: Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental (2002), OECD
- MERTON, R. (1984) *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*. Madrid: Alianza.
- MORLES, V. (1996) *Experiencia internacional sobre evaluación y acreditación de la educación superior y posgrado: una visión dinámica*. En: *Educación Superior y Sociedad*, Vol. 7.
- OLIVE, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad de conocimiento: ética, política y epistemología*. México, D.F.: Fondo de cultura económica.
- PRATI, M. D. (2002). El programa de incentivos a los docentes investigadores: formulación, implementación y visiones sobre su impacto. In P. Krotsh (Ed.), *La universidad cautiva. Legados, marcas y horizontes*. La Plata: Al Margen.
- QUINTANILLA, M. Á. (2005). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. México, D.F.: Fondo de cultura económica.
- SABATO, J., & BOTANA, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración*, N° 3.
- SÁBATO, J. y MACKENZIE, M. (1982), *La producción de tecnología. Autónoma*

- o transnacional*, México: Nueva Imagen.
- SÁBATO, J. (1975) *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Buenos Aires: Paidós.
- SAMPIERI, R. fernandez Callo, C. Baptista, L. (1998) *Metodología de la Investigación*. México : Editorial Interamericana.
- SCHUMPETER, J. (1946). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Buenos Aires: Claridad.
- SENKER, J., FAULKNER, W., & VELHO, L. (1998). Science and Technology Knowledge Flows between Industrial and Academic Research: A comparative study. In H. Etzkowitz, A. Webster, & P. Healey (Eds.), *Capitalizing Knowledge. New intersections of Industry and Academia*. Albany: State University of New York Press.
- STANKIEWICZ, R. (1986). *Academics and entrepreneurs: Developing university-industry relations*. New York: St. Martin's press.
- STUBRIN, L.(2013) Las empresas biotecnológicas argentinas: relación entre la red de conocimiento y la capacidad de innovación. In SUARÉZ, D. (Comp.) *El sistema argentino de innovación: instituciones, empresas y redes. El desafío de la creación y apropiación de conocimiento*. Bernal : Universidad Nacional de Quilmes
- SUTZ, J. (1996). *A commented report of the conference a Triple Helix of University, Industry, Government Relations: The new location of Research*. Uruguay.
- SUTZ, J. (2002). *Problemas avanzados de la producción en Latinoamérica*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- TEDESCO, J. C., & BLUMENTHAL, H. (1986). Desafíos y problemas de la educación superior en América Latina. In J. C. Tedesco & H. Blumenthal (Eds.), *La juventud universitaria en América Latina*. Caracas: CRESALC.
- THOMAS, H. y DAGNINO, R. (1998): "La cuestión social en las políticas de vinculación universidad-sector productivo (La transición de los '60 a los '90 en América Latina)" *Avaliação*.
- VACCAREZZA, L. (2006). Autonomía universitaria, reformas y transformación social. In H. Vessuri (Ed.), *Universidad e investigación científica. Convergencias y tensiones*. Buenos Aires: CLACSO-UNESCO.
- VACCAREZZA, L., & ZABALA, P. (2002). *La construcción de la utilidad social de la ciencia. Investigadores en biotecnología frente al mercado*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- VARELA, G. (1997) Los patrones de vinculación universidad-empresa en Estados Unidos y Canadá y sus implicaciones en América Latina. Coordinadoras: Casas, R. y Luna, M. Editorial Plaza y Valdes.
- VESSURI, H. & (Comp) (Eds.). (1995). *La academia va al mercado. Relaciones de científicos con clientes externos*. Caracas: Fondo Editorial FINTEC.
- VESSURI, Hebe. (1995). Epílogo ¿Qué aprendimos del estudio? In H. (Comp) Vessuri (Ed.), *La academia va al mercado. Relaciones de científicos con clientes externos*. Caracas: Fondo Editorial FINTEC.
- VESSURI, Hebe. (1996). La ciencia académica en América latina en el siglo XX. In J. J. (Coord) Saldaña (Ed.), *Historia Social de las ciencias en América Latina*. México, D.F.: UNAM.
- VESSURI, Hebe. (2000). Ethical Challenges for the Social Sciences on the Threshold of the 21st Century. *Current Sociology*.

- VESSURI, Hebe (Ed.). (2006). *Universidad e investigación científica*. Buenos Aires: CLACSO.
- WEBSTER, A., CONSTABLE (1990). Strategic research alliances and “hybrid coalitions”. *Industry and Higher Education*.
- WEIL, T., DURIEUX, F (2000) *La Gestion de l' innovation en reseau. Rapport pour l'Association Nationale de la Recherche Technique*. Paris: Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

**PAGINAS WEB CONSULTADAS:**

- Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica . [página oficial] [www.agencia.mincyt.gob.ar/](http://www.agencia.mincyt.gob.ar/) [www.agencia.mincyt.gob.ar/](http://www.agencia.mincyt.gob.ar/)
- CIN: Consejo Interuniversitario Nacional [página oficial] <http://www.cin.edu.ar/>
- CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas . [página oficial] [www.conicet.gov.ar](http://www.conicet.gov.ar)
- GACTEC: Gabinete Científico Tecnológico, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Presidencia de la Nación [página oficial] [www.mincyt.gob.ar/ministerio/gabinete-cientifico-tecnologico-gactec](http://www.mincyt.gob.ar/ministerio/gabinete-cientifico-tecnologico-gactec)
- INTEMA: Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales [página oficial] <http://intema.gob.ar/>
- INTEMA: Instituto Nacional de Tecnología en Materiales. (n.d.). Retrieved August 12, 2011, from <http://www.intema.gob.ar/es/areas-de-gestion/vinculacion.html>
- MEMORIAS INTEMA (2003) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). <http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2003.pdf>
- MEMORIAS INTEMA (2004) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). <http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2004.pdf>
- MEMORIAS INTEMA (2005) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). <http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2005.pdf>
- MEMORIAS INTEMA (2006) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). <http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2006.pdf>
- MEMORIAS INTEMA (2007) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). <http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2007.pdf>
- MEMORIAS INTEMA (2008) Instituto de Investigaciones en Ciencia y

Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

<http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2008.pdf>

MEMORIAS INTEMA (2009) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

<http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2009.pdf>

MEMORIAS INTEMA (2010) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

<http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2010.pdf>

MEMORIAS INTEMA (2011) Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Facultad de Ingeniería - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

<http://intema.gob.ar/images/stories/Documentos/2011.pdf>

MINISTERIO DE EDUCACION, Presidencia de la Nación . [página oficial] [www.me.gov.ar](http://www.me.gov.ar)

MINCYT: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Presidencia de la Nación . [página oficial] [www.mincyt.gov.ar](http://www.mincyt.gov.ar)

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. [página oficial] [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

SPU: Secretaria de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación, Presidencia de la Nación [página oficial] <http://portales.educacion.gov.ar/spu/>

#### **LEYES Y DECRETOS:**

Ley 24.521/94 (Educación Superior) [https://www.google.com.ar/?gws\\_rd=cr&ei=WVVUUuOXM4iE9QTW1ICwDw#q=Ley+24.525%2F94+\(educaci%C3%B3n+superior\)](https://www.google.com.ar/?gws_rd=cr&ei=WVVUUuOXM4iE9QTW1ICwDw#q=Ley+24.525%2F94+(educaci%C3%B3n+superior))

Ley 23.877 (Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica) <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/277/norma.htm>

Ley 25.467/01 (Ciencia, Tecnología e Innovación) <http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/65000-69999/69045/norma.htm>

DECRETO 2427 (Programa de Incentivos) <http://portales.educacion.gov.ar/spu/incentivos-a-docentes-investigadores/normativa/decreto-242793-incentivos/>

RESOLUCION 452/03 (Carrera de Investigador CONICET) <http://web.conicet.gov.ar/web/conicet.acercade.normativa/carrera-del-investigador>

Creación Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Año 2007. [http://www.infoleg.gov.ar/basehome/actos\\_gobierno/actosdegobierno1-2-2010-1.htm](http://www.infoleg.gov.ar/basehome/actos_gobierno/actosdegobierno1-2-2010-1.htm)

LEY 26.338 Biotecnología. <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/135314/norma.htm>





## **ANEXOS**

### ***PROYECTOS FINANCIADOS EN EL ÁREA DE POLIMEROS BIOMATERIALES***

Proyecto Concertado “Polímeros Bioabsorbibles” con la Industria dentro del PNP. OEA, 1993-1995. Investigador responsable: Dra. T.R. Cuadrado.

Proyecto Concertado “Cementos quirúrgicos con rellenos cerámicos bioactivos” ECYT-CONICET dentro del Programa Nacional Prioritario de Materiales. 1994. Investigador responsable: Dra. T.R. Cuadrado.

Proyecto de Investigación y Desarrollo. CONICET (PROCOAR) y Fundación D. Liotta 1993-1994. “Moldeo de sacos poliuretánicos para dispositivos de asistencia cardiovascular” Investigador responsable: Dra. T.R. Cuadrado.

Subsidio a Proyectos de investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Proyecto: “Polímeros Biomédicos”. Director: Dra. T.R. Cuadrado. Montos: Período: 1994-1995, 1996-1997, 1998-1999, 2000-2001, 2002-2003

Proyecto de Investigación Plurianual PIP 2001-2003 (CONICET), “Diseño de biomateriales basados en biopolímeros”. Investigador responsable: Dra. T.R. Cuadrado.

Subsidio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, PICTO 2001-2003. “Polímeros y Dispositivos Biomédicos” Investigador responsable: Dra. T.R. Cuadrado.

Subsidio de Reinstalación de becarios externos. Fundación ANTORCHAS. “Sistemas acrílicos para la dosificación de agentes biológicamente activos” Investigador responsable: Dr. G.A. Abraham. 2003-2005

Subsidio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). Proyecto PICT 2002. “Nuevos biomateriales biodegradables para aplicaciones terapéuticas” Investigador responsable: Dr. G.A. Abraham. 2004-2005

Subsidio a Proyectos de investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Proyecto: “Polímeros Biomédicos”. Director: Dra. T.R. Cuadrado. Co-Director: Dr. G. A. Abraham. Montos: Período 2004: \$4.196; Período: 2005-2006 (15/G133): \$4300; Período: 2007-2008 (15/G187): \$6260.

Proyecto de Investigación Plurianual 2005-2006 (CONICET), PIP 6253 “Biomateriales para implantes óseos y de cartílagos: Evaluación y análisis de las propiedades de transporte y del comportamiento mecánico a escala macro y nanométrica”. Investigador responsable: Dra. Patricia M. Frontini (2006-2007).

Subsidio de Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) FONCYT: PICT 2004, Categoría II. Salud. Proyecto: “Determinación de propiedades nanomecánicas de polímeros para aplicaciones biomédicas mediante experimentos de nanoindentación”. PICT 25530 Tipo A. Investigador responsable: Dra. Patricia Frontini. Duración: 3 años. (2006-2008)

Proyecto de Investigación Plurianual PIP 2009-2011 (CONICET), PIP 114-200801-00522 “Biomateriales y materiales funcionales con nanofibras electrohiladas”. Investigador responsable: Dr. Gustavo A. Abraham (2010-2012)

Subsidio de Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) FONCYT: PICT 2008, Categoría I, Tipo A. Proyecto: PICT 0448 “Preparación, caracterización y propiedades de bio/nanomateriales porosos funcionales”. Investigador responsable: Dr. Gustavo A. Abraham. Duración: 3 años. Res.343/09. (2010-2012)

Subsidio a Proyectos de Investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Proyecto: "Biomateriales Poliméricos". Código: 15/G243 (ING 249/09). Director: Dra. T.R. Cuadrado. Co-Director: Dr. G.A. Abraham. Monto: \$8000. Período: 2009-2010.

Red Iberoamericana de Nuevos Materiales para el Diseño de Sistemas Avanzados de Liberación de Fármacos en Enfermedades de Alto Impacto Socioeconómico RIMADEL (P210RT0084) Convocatoria CYTED 2010. Coordinador: Dr. A.D. Sosnik, (FFyB, UBA – CONICET). Responsable en INTEMA: Dr. G.A. Abraham. Aprobada el 25 de noviembre de 2010. Participantes: FFYB, (UBA, CONICET) Argentina; Universidad de Santiago de Compostela (España); INTEMA (UNMdP-CONICET) Argentina; Universidad Nacional de Colombia; Universidade de Coimbra (Portugal); BLUEPHARMA - Indústria Farmacêutica S.A. (Portugal); Universidad Autónoma de México; Universidade Estadual de Campinas (Brasil); Universidad de La Habana (Cuba), Team Soft (Argentina). Período: 2011-2014.

Subsidio de Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) FONARSEC. Convocatoria FS Nano Proyecto "Nanotecnología para textiles funcionales" Consorcio Público-Privado: INTI - INTEMA - FUNDACION PRO TEJER – GUILFORD. Res. N° 003/11. Responsable en INTEMA: Dr. Gustavo Abraham. Monto: \$3.197.000 (2011-2014)

Subsidio a Proyectos de Investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Proyecto: "Biomateriales y Dispositivos Biomédicos". Código: 15/G303 (ING 309/11). 2011-2012. Director: Dra. T.R. Cuadrado. Co-Director: Dr. G.A. Abraham

Subsidio de Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) FONCYT: Convocatoria Reuniones Científicas 2011, RC-0057 "2° Taller de Órganos Artificiales, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos (OBI 2011)", Investigador responsable: Dr. G.A. Abraham. Monto: \$12000.

Resolución 272/11.

### ***LINEAS DE INVESTIGACIÓN***

Polímeros biomédicos.

- ✓ Dispositivos biomédicos poliméricos.
- ✓ Síntesis, caracterización y propiedades de poliésteres alifáticos y copolímeros en bloque.
- ✓ Síntesis, caracterización y propiedades de poliuretanos biodegradables lineales y redes.
- ✓ Sistemas poliméricos para ingeniería de tejidos: preparación de matrices de alta porosidad.
- ✓ Desarrollo de técnicas de procesamiento y caracterización de matrices porosas.
- ✓ Nanofibras poliméricas y compuestas con aplicaciones en ingeniería de tejidos y textiles funcionales.
- ✓ Sistemas de liberación de fármacos y principios activos.
- ✓ Nanomedicina, nanoencapsulación y nanotransportadores.

## ***LINEAS DE INVESTIGACIONES ACTUALES***

- ✓ Diseño de matrices poliméricas para ingeniería de tejidos.
- ✓ Funcionalización de nanotubos de carbono SWNT para aplicaciones biomédicas. Síntesis de polímeros iniciados por SWNTs funcionalizados.
- ✓ Sistemas poliuretánicos catiónicos biorreabsorbibles como vectores no virales en ingeniería de tejidos y terapia génica.
- ✓ Nanofibras poliméricas y compuestas obtenidas por tecnología de electrospinning
- ✓ Caracterización de estructuras porosas tridimensionales
- ✓ Sistemas para liberación controlada y dispersión de fármacos y principios activos (nanopartículas, membranas porosas, filmes poliméricos, recubrimientos)

---

<sup>i</sup> Morles, Víctor (1996), “La experiencia internacional sobre evaluación y acreditación de la educación superior y de postgrado: una visión panorámica”, en *Educación Superior y Sociedad*, Vol.7, N° 51, pp 59:72 disponible en <http://ess.iesalc.unesco.org.ve/index.php/ess/article/view/270/225> consultado el 1 de abril de 2012.