



## XIII JORNADAS DE INVESTIGACIÓN

15 - 17 de setiembre, 2014

¿QUÉ DESARROLLO PARA URUGUAY?

**Uruguay, ¿un país innovador?: el caso de la piel sintética**

Jimena Beloso  
Mariana Carbajal  
María Inés Lado  
Marina Trobo  
Mariana Vaz

Montevideo, setiembre de 2014

# URUGUAY, ¿UN PAÍS INNOVADOR? EL CASO DE LA PIEL SINTÉTICA

BELOSO Jimena CARBAJAL Mariana LADO María Inés TROBO Marina VAZ Mariana



[jimena.beloso@gmail.com](mailto:jimena.beloso@gmail.com)

[carbajalmariana@hotmail.com](mailto:carbajalmariana@hotmail.com)

[mines.lado@hotmail.com](mailto:mines.lado@hotmail.com)

[marina.trobo@cienciassociales.edu.uy](mailto:marina.trobo@cienciassociales.edu.uy)

[mumyvaz@gmail.com](mailto:mumyvaz@gmail.com)

*“Los países pequeños,  
no menos que los países grandes,  
necesitan la grandeza de la ciencia.  
Con ciencia grande, no hay país pequeño”*

CLEMENTE ESTABLE

**Palabras claves: piel sintética, investigación aplicada, Sistema Nacional de Innovación.**

## ÍNDICE:

RESUMEN .....	4
ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN .....	5
OBJETIVO GENERAL .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	8
MARCO TEÓRICO .....	9
ANÁLISIS DE ENTREVISTAS.....	14
CONCLUSIONES.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

## RESUMEN

---

Los nuevos paradigmas tecnológicos exigen que *para que el desarrollo de cualquier sociedad sea posible, se creen nuevas capacidades que permitan una inserción internacional sólida, al mismo tiempo que una resolución concisa a las problemáticas internas que propicien un desarrollo sustentable.* El aprender a aprender, la capacidad de adaptación y cambio y la resolución de problemas se han vuelto pilares fundamentales.

Para ello es menester tener un Sistema Nacional de Innovación de primer nivel que propicie el intercambio entre el Estado, la estructura productiva y el sector académico.

En el año 2008, en el marco del programa de Inclusión Social de la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), un equipo de investigadores del Polo Tecnológico de Pando y Facultad de Química, presentó el proyecto *"búsqueda de una solución para el tratamiento de lesiones y quemaduras en población de riesgo"* buscando desarrollar un prototipo de piel sintética a través del reticulado del colágeno soluble del tendón bovino. Este proyecto es fue la primera fase de uno mayor que busca producir en gran escala el prototipo para reconstituir la piel en personas con quemaduras graves o problemas dérmicos generados por la diabetes, etc.

Resulta central para el desarrollo, en la medida en que contribuya a generar soluciones más accesibles e inclusivas para todos los sectores sociales; al mismo tiempo que disminuya las divisorias del aprendizaje, alcanzando niveles de conocimiento aplicado que se relacionen directamente con las necesidades del mundo, pero específicamente con las de Uruguay.

## ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN

---

*"El desarrollo científico y tecnológico del mundo moderno exige la creación de capacidades nuevas para poder enfrentar los múltiples desafíos y anticipar tendencias, sin lo cual inexorablemente nuestro país puede ver comprometida su inserción en el escenario internacional. Tamaño desafío sólo es abordable con el compromiso de autoridades y los más diversos sectores sociales, empresarios, trabajadores, organizaciones del llamado "tercer sector" y sectores organizados de la "diáspora" de científicos y empresarios innovadores" (Plan Estratégico para la Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación, lineamientos fundamentales para la discusión; 2007: 1).*

En este nuevo paradigma, la tecnología debe estar en el centro de las políticas de desarrollo (Pérez; 2001), por lo que cobra importancia el impulso a la capacidad para aprovechar la información y el conocimiento en aras de la innovación. Nuestro país, *"(...) enfrenta el reto de avanzar vigorosamente hacia una sociedad del conocimiento, es decir una sociedad capaz de generar, adquirir, apropiar, difundir y utilizar el conocimiento para atender las necesidades de su desarrollo y construir así su propio futuro"* (Bianchi & Snoeck; 2009: 6).

Siguiendo a Bianchi & Snoeck (2009), se observa que *"(...) el gobierno de la República Oriental del Uruguay viene impulsando acciones de política pública en el área de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) a los efectos de aprovechar las oportunidades que surgen para alcanzar el desarrollo económico y social que antes nos resultara esquivo"* (Bianchi & Snoeck; 2009: 1). Para ello, se crea el 14 de abril de 2005 el Gabinete Ministerial de Innovación (GMI) que comienza a delinear en ese año y hace efectivo en 2010 el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI). El Plan coloca al Estado como facilitador del desarrollo de la CTI en Uruguay, buscando con esto revertir la situación histórica del bajo gasto en I+D en relación al PBI (casi siempre inferior al 0,3% en la década pasada), la reducida comunidad académica en términos absolutos y la débil estructura científico-tecnológica que se concentró y aún se concentra en grandes términos en la Universidad de la República (UDELAR), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), el Instituto de Investigación Biológica Clemente Estable (IIBCE) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) (Bértola *et al*; 2005 en Bianchi & Snoeck; 2009).

Asimismo, el PENCTI se propone ampliar la agenda de investigación e innovación para incluir, entre otras dimensiones, las actividades orientadas a solucionar problemas de urgencia social y al mejoramiento del acceso a bienes y servicios vitales para las personas (Bianchi & Snoeck; 2009). Desde la UDELAR "(...) *más precisamente en su Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), la preocupación por incentivar la incorporación de problemas que afectan a la población más desfavorecida a las agendas de investigación, está fuertemente presente desde hace ya tiempo. Esta preocupación se ha plasmado en un programa de fondos concursables, "Proyectos de Investigación Orientados a la Inclusión Social". La Unidad Académica de la CSIC acompaña esta iniciativa buscando una mejor comprensión de las complejas interrelaciones entre las capacidades de producción de conocimientos y las capacidades de aportar soluciones a formas diversas de exclusión*" (Alzugaray, et al; 2011: 12). Siguiendo a Arocena y Sutz (1998), se comprende que esta política, apunta al encuentro entre la oferta y la demanda, que aportaría a la solución del déficit de la generación de conocimientos a nivel local para la resolución de problemas locales. Esto es importante para que se establezcan los lazos de retroalimentación y que esto se convierta en un proceso generador de innovaciones (Arocena y Sutz; 2003).

En el año 2008, en el marco del programa de Inclusión Social mencionado anteriormente, el equipo de investigadores del Polo Tecnológico de Pando y Facultad de Química, integrado por Álvaro Mombrú, Helena Pardo y Ricardo Faccio, presentó el proyecto "búsqueda de una solución para el tratamiento de lesiones y quemaduras en población de riesgo" buscando desarrollar un prototipo de piel sintética a través del reticulado del colágeno soluble del tendón bovino.

La principal finalidad del proyecto consiste en reconstituir la piel en personas que hayan sufrido quemaduras graves o cuenten con problemas dérmicos generados por la diabetes, entre otras. Permitiría, mediante sus composiciones químicas, que la piel de la persona comience a regenerarse a medida que el producto es reabsorbido por el organismo, e incorpore nanopartículas para la aplicación de medicamentos. Al mismo tiempo, la utilización de este tejido, con el consecuente aislamiento de la herida, debería prevenir infecciones generando mejores resultados estéticos por el crecimiento "organizado" de la propia piel de la persona.

Dadas sus magníficas atribuciones y sus características específicas, los precios de dicho producto en los mercados internacionales generan una traba central para su utilización generalizada en nuestro país. Un parche de 20 por 20 cm cuesta en el mercado mundial alrededor de 4000 USD, y está estipulado que la producción uruguaya permita reducirlo en un 20, 30, 40 y hasta 50%.

Resulta interesante indagar en esta temática, dado que la adaptación tecnológica realizada por el equipo que desarrolla este prototipo permite que su uso sea más inclusivo y accesible a personas pertenecientes a todos los sectores sociales. Así mismo, es central para el desarrollo, en la medida en que podría contribuir a la disminución de las divisorias del aprendizaje,<sup>1</sup> alcanzando niveles de conocimiento aplicado que se relacionen directamente con las necesidades del mundo, pero específicamente con las de Uruguay. Su desarrollo y posterior aplicación, podría generar un antecedente que estimule la innovación en otros sectores y grupos de investigación e innovación, que perciban la posibilidad de acompañar este proceso o realizar en paralelo otros, diversificando el entramado del conocimiento. Por otro lado, también podría consolidarse como un producto de exportación de alto valor agregado generado a partir de un material de desecho y que aprovecha una gran ventaja competitiva del Uruguay que es ser un país libre de "Encefalitis Espongiforme Bovina", conocida como el "Mal de la Vaca Loca".

El proyecto antes mencionado, es la primera etapa de un proceso de investigación más amplio, que se compone de tres fases, donde se arribó a la creación de un prototipo de piel sintética. La segunda etapa, financiada recientemente por un proyecto de I+D CSIC 2012, consiste en la realización de pruebas clínicas en animales; y la tercera implicaría pruebas en humanos teniendo como objetivo final la producción y comercialización a gran escala. La importancia del logro de estos objetivos, consistiría en la obtención de un nuevo producto de salud que facilitaría el acceso a la resolución de problemas de quemaduras graves que afecta a toda la sociedad, pero mayoritariamente a las poblaciones más vulnerables y de menos recursos. Este tipo de iniciativas, contribuyen al logro de una sociedad más inclusiva y por tanto a un proceso de desarrollo más igualitario

---

<sup>1</sup> Entendemos por "Divisorias del Aprendizaje" las diferencias en materia de capacidades y oportunidades para usarlas entre sectores sociales y zonas geográficas (Arocena y Sutz; 2003: 136).

## OBJETIVO GENERAL:

Analizar y describir el estado de situación del Proyecto, identificando las potencialidades del mismo, así como los obstáculos presentados hasta el momento.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir el proceso trazado hasta el momento por la investigación que incluye las tres fases (prototipo - pruebas en animales – prueba en humanos).
- Identificar actores e instituciones involucradas actualmente y las que podrían llegar a estar en caso del cumplimiento satisfactorio de todas las etapas.
- Analizar la relevancia y oportunidades del proyecto.
- Identificar los obstáculos presentados hasta el momento por el proceso de investigación en el marco de la conceptualización del Sistema Nacional de Innovación.
- Esbozar potenciales dificultades en el desarrollo de las distintas etapas.

## PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

---

- ¿Cuál ha sido el proceso trazado hasta el momento por el proyecto?
- ¿Cuáles son los actores e instituciones involucradas actualmente? y ¿cuáles serían en caso del cumplimiento satisfactorio de todas las etapas?
- ¿Cuáles son las potencialidades del proyecto?
- ¿Cuáles son los obstáculos hasta el momento?
- ¿Cuáles son las dificultades de las distintas etapas?

*"La investigación Científico-Tecnológica, es una poderosa herramienta de transformación de una sociedad. La ciencia y la técnica, son dinámicos integrantes de la trama misma del desarrollo; son efecto pero también causa; lo impulsan pero también se retroalimentan de él"* (Sábato y Botana; 1975: 2). Esto conlleva a concebir estos elementos como centrales en las políticas de desarrollo de los países.

Al mismo tiempo, y en el marco del conocido término "Sociedad del Conocimiento", (Castells, 1997; Mansell y Wehn, Edsl, 1998; en Perez 2001), el aprovechamiento de la información y el conocimiento con el fin de aplicarlas sobre las áreas de la innovación resulta central. Este concepto implica "(...) *la creación de condiciones para que todos los miembros de la sociedad tengan el acceso a la información y la utilicen. Por consiguiente, el fortalecimiento de la capacidad de aprendizaje individual y social para generar riqueza, constituye un modo fundamental de aumentar el potencial de desarrollo*" (Pérez; 2001: 131). El conocimiento si bien debe concebirse como un fin en sí mismo, constituye una herramienta estratégica para el proceso de construcción económica y social de las sociedades. De allí, es que Arocena y Sutz (2003) plantean la necesidad de generar una "responsabilidad nacional" que oriente los recursos para lograr este fin.

En este sentido, *"el estudio de la utilidad de la innovación y de sus condicionantes, es cuestión central para los países débiles en lo que hace a la generación de innovaciones; en condiciones de escases extrema, o por lo menos significativa, es vital minimizar el "desperdicio tecnológico"; además, en medios de cultura técnica poco sólida, los fracasos totales o parciales, ligados a innovaciones productivas que no cumplen con las expectativas de los usuarios, pueden alimentar la resistencia al cambio"* (Arocena y Sutz; 2003: 38).

La innovación supone la adaptación de una idea a un producto vendible nuevo o mejorado, o en un proceso operativo referido a la industria o el comercio, o en un nuevo método de servicio social (Manual de Frascatti OCDE; 1993, cap 11). "(...) *No es solo un fenómeno de creación sino también de adopción, de incorporación efectiva de lo nuevo a ciertas prácticas. Hace falta tener muy en cuenta esta faceta, tanto para captar algunas causas del uso*

*desigual de innovaciones, como para entender ciertas dificultades mayores que traban a menudo la generalización de las nuevas prácticas"* (Arocena y Sutz; 2003: 39).

Resulta interesante resaltar que la innovación suele ser una herramienta importante para la resolución de problemas (Arocena y Sutz; 1998), y por tanto la innovación tecnológica es además un fenómeno social complejo, que si bien existe en sectores "privilegiados" de la sociedad, también se manifiesta en los más diversos lugares. Es por esto que se concibe a la innovación como un "proceso socialmente distribuido" (Von Hippel; 1988 en Arocena y Sutz; 1998).

Al mismo tiempo, la innovación se concibe como un fenómeno interactivo (Jonhson y Lundvall; 1994), dado que no surge de un actor aislado sino que requiere una interacción entre los que producen y utilizan el conocimiento, entendiéndola como el proceso generado por el encuentro entre una necesidad y oportunidad técnica. "*(...) Su accionar se despliega en el marco de organizaciones e instituciones cuyo nivel de articulación incide fuertemente en aspectos claves de la dinámica innovativa (...). La caracterización de la innovación como fenómeno interactivo y socialmente distribuido, lleva de la mano a calificarlo también como sistémico"* (Arocena y Sutz; 2003: 72).

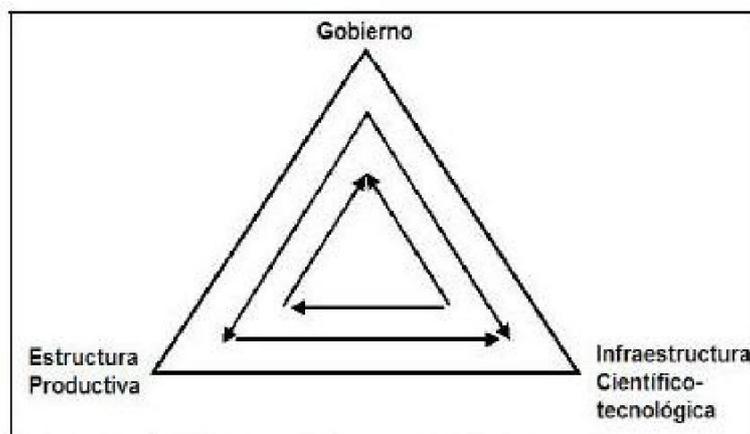
Las innovaciones suelen clasificarse en innovaciones "de producto" y "de proceso". Por un lado, las *"innovaciones de producto son las creaciones de un producto totalmente nuevo. Consiste en la fabricación y comercialización de nuevos productos (innovación radical) o productos ya existentes mejorados (innovación gradual)*. Por otro lado, las *innovaciones de procesos implican la creación de nuevos métodos de producción que por lo general mejorarán la productividad, la racionalización de la fabricación y, por tanto, la estructura de costos. Dentro de este tipo de innovación puede incluirse la innovación en gestión"* (Manual de Oslo; 2005; en Grau Pérez et al; 2008: 79).

simismo, se puede comprender a la innovación como fenómeno cultural, englobando en esta característica varios aspectos. Es decir que la innovación está pautada por características culturales específicas, lo cual genera distintas demandas entre las sociedades. A su vez, genera muchos impactos sobre la cultura y las relaciones sociales (pautas de comportamiento, socialización, etc.). Se expresa por un lado en conflictos y antagonismos, y por otro en consensos. La innovación es también un fenómeno acumulativo, dado que se construye en base a los conocimientos anteriormente desarrollados hasta el momento.

Cualquier innovación implica coordinar conocimientos provenientes de diferentes tipos (como el tácito y el explícito) y fuentes. (Arocena y Sutz; 2003)

Con base en los conceptos anteriores, "*designamos como Sistema de Innovación al conjunto constituido por las organizaciones, las instituciones, las interacciones entre distintos actores colectivos y las dinámicas sociales generales que mayor incidencia tienen en las capacidades disponibles para la investigación, el desarrollo experimental, la innovación tecnológica y la difusión de los avances técnico-productivos*" (Arocena y Sutz; 2003: 73).

Para Sábato y Botana, "*(...) la experiencia histórica demuestra que este proceso político constituye el resultado de la acción múltiple y coordinada de tres elementos fundamentales en el desarrollo de las sociedades contemporáneas: el gobierno, la estructura productiva, y la infraestructura científico-tecnológica. Entre estos tres elementos se establece un sistema de relaciones, que se representaría por la figura geométrica de un triángulo, en donde cada uno de ellos ocuparía sus vértices respectivos*" (Sábato y Botana; 1975: 5).



FUENTE: Sábato y Botana (1975)

El triángulo se define por relaciones que se establecen dentro de cada vértice (intra-relaciones); relaciones entre los tres vértices (inter-relaciones) y relaciones entre el triángulo constituido o cada uno de los vértices con el contorno externo (extra-relaciones) (Sábato y Botana; 1975). El vértice infraestructura científico-tecnológico implica un conjunto de actores interrelacionados entre sí, que incluye al sistema educativo, los laboratorios, la planificación de políticas, los mecanismos jurídico-administrativos y los recursos económicos para su funcionamiento. El vértice estructura productiva es un conjunto de sectores productivos que provee los bienes y servicios que demanda una sociedad (Sábato y Botana; 1975). El vértice del

gobierno, es el conjunto de roles institucionales que tienen como objetivo formular políticas y movilizar recursos de y hacia los vértices de la estructura productiva y de la infraestructura científico-tecnológica a través de los procesos legislativos y administrativos.

*"La existencia del triángulo científico-tecnológico, asegura la capacidad racional de una sociedad para saber dónde y cómo innovar, y qué, por lo tanto, los sucesivos actos tendientes a establecerlos permitirán alcanzar los objetivos estratégicos propuestos anteriormente"* (Sábato y Botana; 1975: 5).

Si bien el concepto de SNI surge a partir de las experiencias de los países del Norte de la década de los 80', se ha utilizado para el estudio de las experiencias del Sur. Como resultado de esto, se pueden realizar ciertas consideraciones acerca de las especificidades de los SNI del Sur en comparación con los del Norte.

Mientras en los países del Norte, el SNI *"(...) es un concepto ex post, elaborado a partir del análisis de procesos realmente existentes"* (Arocena y Sutz; 2003: 126), en el Sur el SNI es un concepto ex ante dado que muy pocas pautas de comportamiento socio-económico innovativo operan de forma sistémica, y se lo define muchas veces antes de contar con la estructura (Arocena y Sutz; 2000). En segundo lugar, el SNI conlleva un "sesgo normativo". *"Un SNI que tome en cuenta las asimetrías de conocimiento entre usuarios y productores, será probablemente más efectivo en la promoción de innovaciones útiles que un sistema que no le preste atención a ese tipo de problemas"* (Arocena y Sutz; 1998: 4).

Siguiendo a los mismos autores, a la hora de analizar las diferencias entre los SNI del Norte y del Sur, se debe considerar otro elemento clave, que es el "relacional" mencionado anteriormente en el Triángulo de Sábato y Botana. Mientras que en el norte, el entramado de relaciones innovativas, es más denso, en el Sur suele estar más fragmentado y ser a menudo más formal que real.

Por último, *"reconocer que el concepto SNIs es un concepto político, y que la realidad que describe puede ser objeto de esfuerzos políticos deliberados para cambiarla, con una esperanza razonable de lograr lo que se busca"* (Arocena y Sutz; 1998: 5)

La comprensión de los SNI implica analizar que ocurre en un contexto de cambio en el modo de producción de conocimiento. Si bien no se ha podido determinar la causalidad del relacionamiento entre la forma de producción del conocimiento y el auge de los SNI, se

Trabajo presentado en las XIII Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales, Udelar, Montevideo, 15-17 de setiembre de 2014

visualiza una conexión entre ambos. La nueva forma de generación del conocimiento, denominado por Gibbons *et al* (1997) como "Modo 2", implica una constante interacción entre diversos actores que proceden de diferentes disciplinas, configurando un ambiente "transdisciplinar" que *"va más allá de las estructuras disciplinares en la constitución de la agenda intelectual, en la manera de desplegar los recursos, y en las formas en que se organiza la investigación, se comunican y se evalúan los resultados"* (Gibbons *et al*; 1997: 7) Al mismo tiempo, implica el alejamiento de la búsqueda de los "principios fundamentales", centrándose ahora en la búsqueda de resultados contextualizados: resolución de problemas. Esto se enmarca en un proceso de revalorización de la responsabilidad social de la Ciencia, donde la ciudadanía se convierte en un demandante más activo y participativo.

## ANÁLISIS DE ENTREVISTAS

---

Para comenzar, consideramos importante realizar una breve descripción del estado de situación del proyecto según fue descrito por los propios involucrados. Como ya dijimos anteriormente, la elaboración del prototipo fue financiada por el "Programa de inclusión social" de CSIC en 2008. Siguiendo lo mencionado por Helena Pardo en la entrevista, el mismo forma parte de un proceso más amplio constituido por tres etapas. La segunda etapa, financiada por otro programa de CSIC, consiste en la realización de pruebas pre-clínicas en animales y en el agregado "de ácido ascórbico, que es una vitamina que también favorece el proceso de cicatrización. Si de esa forma también, tanto probar a nivel de células y después en ratas si hay una curación a una herida."(Benech). La tercera etapa consistiría en la realización de pruebas clínicas en humanos. Consideramos que se podría esbozar una cuarta etapa necesaria para que se logre efectivizar su uso, que es la producción a gran escala, y que requeriría una gran inversión pública, privada o público-privada.

Con la finalidad de responder al objetivo general, aproximándose proceso de investigación, se realizaron entrevistas a actores vinculados actualmente y que podrían llegar a estarlo en el caso de que el mismo continuara avanzando. Si bien se identificaron otros actores, algunos factores afectaron la posibilidad de llevar a cabo las entrevistas, en particular la imposibilidad de concretar las mismas por falta de respuesta. Uno de ellos fue el Centro Nacional de Quemados (CENAQUE), siendo uno de los principales potenciales usuarios del producto y por tanto un actor fundamental. Asimismo, debido a que el proyecto se encuentra todavía en el comienzo de su segunda etapa, y a que esa instancia aún no ha sido explorada por los encargados del proyecto, no entrevistamos a ninguno de los potenciales productores.

Se enumeran a continuación las entrevistas realizadas:

- ENCARGADOS DEL PROYECTO (Docentes e investigadores de Facultad de Química)  
Dr. Álvaro Mombrú  
Dra. Helena Pardo  
Dr. Ricardo Faccio
  
- REPRESENTANTES DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS CLEMENTE ESTABLE (IIBCE)  
  
Dr. Juan Benech  
Lic. Natalia Oddone

- REPRESENTANTE DE CÁTEDRA DE DERMATOLOGÍA, FACULTAD DE MEDICINA UDELAR

Dr. Gabriela Otero

- REPRESENTANTES DE FUNDACIÓN DE APOYO AL INVESTIGADOR DEL INSTITUTO CLEMENTE ESTABLE

Dr. Gustavo Folle  
Lic. Federico Santiñaque

- REPRESENTANTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE DONACIÓN Y TRANSPLANTE DE CÉLULAS, ÓRGANOS Y TEJIDOS

Dr. Héctor Pérez Campos

- REPRESENTANTES DEL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA, DIVISIÓN "EVALUACIÓN SANITARIA" DIGESA

Dr. Alejandra Croci  
Ing. Rafael Alonso

Se identificaron dimensiones en común entre los entrevistados, que serán los ejes de la realización del análisis de las entrevistas:

En primer lugar, ciertos elementos que mencionan los entrevistados refieren a la **relevancia del proyecto y oportunidades** que el mismo presenta para el desarrollo exitoso del producto de la Piel Sintética. Lo primero que resulta importante destacar son las ventajas comparativas que presenta nuestro país para la obtención de materia prima. En este sentido, Álvaro Mombrú menciona que *"hay un tema de oportunidad, y Uruguay ofrece la oportunidad de ser un país libre de Vaca Loca, Libre de la Encefalitis Espongiforme Bovina, que es la principal traba para la principal, por lejos, materia prima. Entonces, dentro de la posibilidad de ofrecer una respuesta social a través de la piel sintética, aparece también una oportunidad de que un país como Uruguay pueda obtener un producto de desecho, y transformarlo en uno de alto valor agregado que pueda servir de algo en el nivel internacional. Entonces están las dos cosas, uno puede al mismo tiempo resolver una problemática a nivel nacional, y desde el punto de vista de la proyección internacional, ofrecer algo que pueda dar dividendos al país"*.

Asimismo, otra oportunidad es el bajo costo de la materia prima *"para que pueda ser abordado por ejemplo por el Fondo Nacional de Recursos...Fondo que como tal tiene sus dineros acotados,*  
Trabajo presentado en las XIII Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales, UdelaR,  
Montevideo, 15-17 de setiembre de 2014

*y pude llegar a invertir en algo así si es accesible, para que llegue a toda la población que es el objetivo".*

La cuestión aquí resulta en aprovechar la disponibilidad de recursos existentes en el país para generar productos que incorporen tecnologías y conocimientos, y a partir de una materia prima de desecho generar productos de valor agregado y contribuir a la diversificación de la matriz productiva del país. Tal como en Uruguay se utiliza el producto de desecho obtenido del Tendón Bovino, Álvaro Mombrú menciona que algunos países de Centroamérica y Chile han utilizado otras materias primas nacionales como base de este proceso, por ejemplo los Crustáceos. Esta ventaja comparativa se podría transformar en una ventaja competitiva del país en la medida que se le incorpore conocimiento y se le agregue valor, que contribuye a posicionar al país en un lugar más favorable en el escenario mundial.

Asimismo, Álvaro Mombrú menciona que se podría aprovechar la Piel Sintética uruguaya como *"una moneda de valor dentro del MERCOSUR*. Las donaciones de nuestro país de Placentas y Amnios, por los incidentes que ocurrieron en Brasil recientemente, son un antecedente en este sentido. De esta manera, tiene la potencialidad de convertirse entonces en una demostración de "buena vecindad" en la región.

Otra oportunidad que presenta el desarrollo de este producto es que, dado que las patentes de la Piel Sintética han caducado, *"(...) Nosotros podemos trabajar sobre esta matriz e incorporar la nanotecnología, sin tener que pagar royalty. Está todo dado para tener un producto nacional a nuestra medida"*.

Otras cualidades resaltadas refieren a las capacidades terapéuticas de la Piel Sintética. Héctor Pérez Campos señala que, al ser un constructo<sup>2</sup>, a diferencia de los tejidos de origen cadavérico, permite disminuir las posibilidades de rechazo al realizar un trasplante. Esto ocurre dado que *"se podría sembrar células del receptor, vos cultivás esas células y las sembrás en la estructura sintética"*. Por otra parte, se evita la colocación de auto-injertos que suelen ser necesarios en el tratamiento de quemaduras.

Héctor Pérez Campos agrega que la medicina regenerativa, los constructos y matrices, son disciplinas incipientes a nivel mundial y que por tanto la investigación generada por el

---

<sup>2</sup> "Los Constructos son combinaciones de elementos de la biología natural con elementos que provienen de la síntesis" (Entrevista a Héctor Pérez Campos)

equipo de Álvaro Mombrú podría colocar al país dentro del círculo de investigaciones de punta.

Finalmente, en la misma línea, Gabriela Otero y Helena Pardo señalan que los conocimientos generados y los procesos desarrollados a partir de este proyecto, pueden permitir desarrollar una gran diversidad de nuevos productos y aplicaciones, convirtiéndose en un puntapié para un proceso que recién comienza en nuestro país.

Otro eje central del análisis podría denominarse como la **vinculación institucional que debería darse para un exitoso desarrollo del proyecto**, que se analizará desde los conceptos planteados en el Marco Teórico del Triángulo de Sábato y Botana (1975). Por un lado, como destacan Arocena y Sutz (2003) *“la formación sistémica de personas con capacidad para orientar procesos de innovación, fue y sigue siendo un aporte fundamental de las universidades al cambio técnico; no son pocos los que afirman que constituye el más importante de todos los factores que inciden en tal proceso. No es sin embargo el único en el que intervienen universidades.”* Así mismo, es conocido que histórica y actualmente las investigaciones en Uruguay se realizan de forma predominante en la UdelaR. El caso de estudio presentado en este trabajo, se enmarca en esta realidad, dado que es una iniciativa impulsada por investigadores de la UdelaR.

Para poder continuar con las siguientes fases del proyecto y que cumpla sus objetivos, resulta fundamental la efectiva coordinación, comunicación y articulación con los demás vértices del triángulo: Gobierno y Estructura productiva, así como al interior de cada uno de ellos y con el exterior. Dicha vinculación debería implicar un entramado denso de relaciones sinérgicas que generen un círculo virtuoso entre los distintos actores. (Arocena y Sutz; 1998).

Si bien dichos elementos virtuosos constituyen el “tipo normativo” de SNI, la realidad nacional percibida a partir de nuestro caso de estudio demuestra que la construcción del mismo es un proceso complejo y que no siempre se cumplen todos los elementos mencionados.

A continuación se mencionarán algunas de las dificultades para el caso de la Piel Sintética planteados por los entrevistados. Si bien estas entrevistas no nos permiten inferir cómo se integra y funciona el SNI de Uruguay, se constituye en un elemento para entender el contexto en el que está enmarcado este proyecto.

Álvaro Mombrú comenta que *"un país como Uruguay no está preparado para pensar cómo y qué hago con un producto tan novedoso como este... en una reunión de Dermatología nosotros vimos una oportunidad porque decíamos, bueno: nos van a guiar, nos van a decir qué es lo que tenemos que seguir haciendo... y no hay mucha idea, a nivel país no hay mucha idea. Claro, están todos con ganas de colaborar, pero... bueno y ahora, ¿Cómo se sigue un proceso de pruebas, de inscripción, de registro, de habilitación?"*

Al mismo tiempo, Álvaro Mombrú, Ricardo Faccio, Helena Pardo y Gustavo Folle mencionan el buen relacionamiento entre las distintas instituciones de la Universidad, por lo que se podría entender que existe un buen relacionamiento intra-vértice para el caso de la Estructura Científica-Tecnológica, que en su mayoría son actores públicos. Mencionan por ejemplo la buena receptividad y disposición para colaborar por parte de Colegas pertenecientes al IIBCE, INDT, Hospital de Clínicas, y Cátedra de Dermatología de la Facultad de Medicina.

Juan Benech ejemplifica mencionando que *"El Instituto (...) tiene prácticamente convenios con la mayoría de las instituciones, con Facultad de Medicina, Facultad de Química, Facultad de Ciencias, Facultad de Veterinaria, o sea que por ese lado si hay comunicación, hay una relación estrecha con las demás instituciones. Es más, vienen pasantes de, estudiantes ¿no? de diferentes lugares a hacer su tesis de grado, su tesis de posgrado, por ese lado no hay problema"*.

En las entrevistas se vislumbra que este relacionamiento va más allá de vínculos meramente institucionales, muchas veces se constituyen y fortalecen por relacionamientos personales. Esto da cuenta de la importancia de los vínculos inter-personales ya que gran parte de la información se obtiene de esta forma.

En esta línea, Juan Benech menciona que muchas veces la información se obtiene preguntando *"a determinado colega que hizo una cosa (...) él dice `ah si yo tuve que ir a no sé dónde, y fui y me dieron esto, y es así`."* Asimismo, Gabriela Otero reafirma esta idea mencionando que para poder llevar adelante un proyecto, hay que recurrir a averiguaciones que hace cada investigador y a la experiencia de cada uno.

La informalidad también se expresa en otros ámbitos. Gabriela Otero hace alusión a que el carácter honorario de los Comités de Ética lleva a que investigador tenga que tener una *"insistencia continua (...)"* [y menciona que] *uno siente que para que no se olviden de tu tema*

*tenés que ir cada vez que se reúnan a decir `por favor acuérdense de esto`, porque si no piensan que no estas interesado". Los investigadores vinculados al proyecto aluden a este tipo de problemas que desvían el esfuerzo del investigador a otro tipo de tareas no relacionadas con la investigación misma.*

En cuanto a las inter-relaciones, los investigadores encargados del proyecto, señalan que si bien no han llegado a la tercera etapa, que implicaría necesariamente un vínculo con el MSP (Gobierno), se palpita que los pasos a seguir para que se apruebe el producto no están claros, por lo que *"deberían navegar por lo legal"*. En cambio, desde el MSP se menciona que si bien no recuerdan haber habilitado un producto innovador, existen protocolos establecidos para la habilitación de productos médicos.

Siguiendo a Arocena y Sutz (2003), el papel que es importante que juegue el vértice del Estado es el de articulador entre oferta y demanda de conocimientos (Infraestructura Científico Tecnológica y Estructura productiva), sin embargo, analizando las entrevistas, se vislumbra que pueden existir debilidades que afrontar en este aspecto.

En lo que refiere al vínculo vértice académico y la Estructura Productiva, los entrevistados mencionan que para se concreten las etapas tres y cuatro (pruebas en humanos y producción a gran escala) sería necesario el vínculo con empresas.

Respecto a la tercera etapa, Juan Benech menciona que cuando se realizan investigaciones que involucran a humanos, llegar a la etapa de las pruebas clínicas en humanos, genera un problema en término de altos costos, para lo cual se necesita una vinculación con empresas interesadas en desarrollarlo y que financien dicha etapa. En cuanto a la cuarta etapa, Helena Pardo señala que *"si el producto algún día realmente es preparado a gran escala, previamente tiene que haber una importante inversión, nosotros vamos a llegar a escala de laboratorio y en todo caso piloto, pero para llegar a dar el paso ese de tener segmentos disponibles para que realmente se puedan utilizar, evidentemente tiene que mediar una inversión, que no sé de dónde vendrá, ni cómo. Pero es una inversión importante que se tiene que dar. Nosotros hasta un punto vamos a poder llegar, pero no más de ese punto porque lógicamente..."*. Álvaro Mombrú agrega que: *"puede ser público-privada, en este marco de la Ley Público-Privada, puede ser que al Estado como tal le interese participar de la explotación para poner determinadas condiciones de estas que estamos planteando y de repente un inversionista (...) dice bueno yo participo del negocio y me la llevo para otro lado, y ahí sí es una inversión importante (...) Ha venido gente,*

*inversionistas pesados a los que les ha interesado, y nosotros estamos dispuestos a dar un paso en este sentido, siempre y cuando se cuiden ciertas cosas, y es que la población uruguaya llegue 100% al producto”.*

En esta línea consideramos conveniente preguntarnos: *“¿por qué puede convenir que el sector público se convierta en demandante y comprador activo de nuevas soluciones a problemas? Por una parte, ciertas características de la demanda tecnológica pueden requerir un comprador especialmente fuerte: importancia estratégica, gran escala, altos riesgos y, también, altos costos. Por otra parte, puede ocurrir que ciertas demandas sociales de mucha importancia, impliquen altas inversiones en investigación y en desarrollo que sean desestimadas por el sector privado por considerarse bajo o incierto el retorno de dicha inversión. Así, la compra tecnológica del Estado se plantea como un instrumento de política de fomento de innovaciones estratégicas o socialmente útiles de las que una nación podría llegar a carecer si no se pusiera en práctica (...)”* (Arocena y Sutz; 2003: 81).

Una tercera dimensión a analizar, ya que la misma es identificada por todos los entrevistados como un elemento central es la **financiación**. Esto no es solo para la producción a gran escala, sino también para la investigación en sí misma. Álvaro Mombrú menciona que algunos los obstáculos más importantes van *“desde las más simples, que es tiempo, lo que ves acá, hacemos diez cosas juntos aparte de esa, desde las capaz que no tan simples, como lo son financiamiento, los fondos, ya les digo el único que ha habido hasta ahora fue el de Inclusión Social, y a pesar de haber dejado de recibir fondos por esto en 2008 seguimos trabajando igual”.*

Las fundaciones como FAICE y FUNDAQUÍM son una herramienta utilizada por los investigadores para acceder a flujos de recursos más rápidos, ya que no dependen de la Rendición de Cuentas ni de la existencia de llamados específicos para la investigación, teniendo una estructura más laxa. Sin embargo, el carácter honorario de estas fundaciones implica que los investigadores terminen realizando actividades varias de tipo administrativo, como atraer las empresas y así al financiamiento, y dar a conocer fuentes de financiamiento que muchas veces no se conocen. En este sentido, Gustavo Folle comenta que *“en la inauguración de FAICE, que hicimos este año, la inauguración formal, lo que hicimos fue traer una cantidad de empresas y bueno, presentarles la fundación y los mecanismos. Por supuesto*

*esto es una campaña que uno tiene que hacer, ahora estamos imprimiendo una serie de folletos que vamos a enviar por correo, de la reunión, un poco la gota que cae permanentemente”.*

En base a las entrevistas pudimos ver que el financiamiento, que proviene en su mayoría de fondos públicos, resulta insuficiente e intermitente, generando problemas para que se lleven a cabo los proyectos dentro de un período de tiempo razonable. Debiendo así, optar por seguir trabajando sin financiamiento o salir a buscar fondos provenientes de fuentes alternativas.

## CONCLUSIONES

---

Si bien el proceso de investigación de la Piel Sintética está encaminado y se está comenzando la segunda etapa de las pruebas en animales, su desarrollo se ha visto enlentecido por una serie de factores que no son exclusivos a este proyecto, sino que responden a una dinámica a nivel país en cuanto a la promoción de la ciencia, tecnología e innovación.

Los Sistemas Nacionales de Innovación presentan un aspecto normativo: son mejores cuantas mayores y más fuertes sean las interconexiones entre los distintos actores (Arocena y Sutz 2000). En base a la indagación que hemos realizado a partir de este proyecto, vemos que estas vinculaciones son relativamente débiles.

En primer lugar, no están claros cuáles son los actores que potencialmente deberán estar involucrados en el proceso de investigación y queda en manos de los propios investigadores el descubrir con quién deben vincularse en cada momento. En segundo lugar, los pasos a seguir para completar las diversas fases de la investigación tampoco resultan claros para los investigadores, y es algo que deben descubrir a medida que se desarrolla el proyecto, generalmente a través de vínculos personales entre colegas que no forman parte de un marco institucionalizado. El buen relacionamiento de los investigadores permite que, aunque dificultosamente se generen innovaciones como la de nuestro caso de estudio, pero si queremos tener un SIN con más investigadores, más interacciones entre los actores y más investigación e innovación, estos mecanismos van a resultar cada vez más inconvenientes e inadecuados.

Otro de los problemas fundamentales es la financiación. En nuestro país se destina un bajo porcentaje del PBI a las políticas de promoción de I+D que se concentran en los ámbitos públicos. Esto implica que los fondos sean insuficientes e intermitentes, enlenteciendo los procesos de investigación, como sucede en el caso del proyecto analizado. En el mismo se trabajó mucho tiempo sin una financiación continua, por lo que quedó en la voluntad y posibilidades de los investigadores el continuar trabajando en el mismo.

Federico Santiña que también hace referencia a otras de las limitaciones que enlentecen el

proceso de investigación en nuestro país. "Sí, todo lleva tiempo, lleva mucho tiempo, implementar una cosa, hacer una cosa... mucho tiempo para que sea de utilidad práctica para sus usuarios en general, lleva tiempo. En lugares más grandes las cosas tienen otras formas, pero acá no, cada cosa implica mucho... cotización, tiempo de espera y eso lleva a que todo se vaya enlenteciendo". Esto se puede deber tanto a la lentitud de los procesos burocráticos, al carácter honorario de los miembros de algunas instituciones que apoyan y regulan las investigaciones, así como de algunos investigadores que bajo la figura de pasantes trabajan en los proyectos.

La falta de canales y mecanismos institucionales orientados al apoyo del investigador, implica que el mismo deba "correr atrás de todo para que la cosa se mueva, si el investigador no está atrás del proyecto, del producto, de poder reunirse, después de la patente, (...) la cosa queda quieta y no funciona". De todos modos, no debemos pasar por alto la voluntad política existente de generar un cambio en cuanto a la articulación institucional y las interconexiones con la sociedad, que procuran romper con las debilidades ya mencionadas. La creación de la ANII en el año 2006 es un ejemplo en este sentido, pero los investigadores entrevistados continúan manifestando que se encuentran solos durante el proceso de investigación. Ante esto, Folle sugiere la creación de una oficina o departamento que podría ser al interior de la ANII que se encargue de orientar y ayudar al investigador, junto con una página de preguntas frecuentes.

Si tenemos como objetivo la promoción de la innovación y la generación y adaptación de tecnología local, tendremos que crear un entorno favorable a la innovación, hay muchas cosas que deben cambiar. En primer lugar, revisión de la legislación vigente protegiendo la propiedad intelectual, en segundo lugar, se podrían aplicar subsidios y exoneraciones que motiven a los investigadores y las empresas, acompañado de la agilización de trámites y profesionalización de los comité de ética. Un elemento clave para ello, como ya mencionamos, puede ser la asociación público-privada para la financiación que estimule al investigador, pero que debe ser acompañado con una formación básica que siga las mismas líneas. Finalmente, se deberían alinear las necesidades sociales y productivas con el esfuerzo innovador. (Grau Pérez et al;2008)

A modo de cierre, siguiendo la tipología de Arocena y Sutz (1998) sobre los tipos de circuitos de innovación, sería deseable que el caso de la piel sintética no constituya un ejemplo más de una innovación dada en un circuito restringido, en el que las innovaciones no van más allá de un prototipo y hay un gran potencial de investigación desperdiciado. Predecimos que esto no será así debido a la gran voluntad de los investigadores, pero la red de motivaciones e impulsos a la investigación debería sostener y recompensar esta voluntad de manera que se convierta en un esfuerzo generalizado y no puntual, que no dependa de la buena fé de los científicos sino del diseño del sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- **Alzugaray, S.; Mederos, L.; Sutz, J.** 2011. "La investigación científica contribuyendo a la inclusión social." *Revista CTS, n° 17, vol. 6:* 11-30.
- **Arocena, R.; Sutz, J.** 2003. *La Innovación y las Políticas en Ciencia y Tecnología en Uruguay. Agenda 1*, Montevideo: Editorial Trilce.
- **Arocena, R.; Sutz, J.** 2003. *Subdesarrollo e Innovación. Navegando contra el viento. Segunda parte: Divisorias Nuevas y Viejas*, Madrid: Cambridge University Press.
- **Bértola, L et al.** 2005. "Caracterización del sistema de innovación del Uruguay". En *Ciencia, Tecnología e Innovación en Uruguay: Diagnóstico, Prospectiva y Políticas*. Documentos de Trabajo del Rectorado. N°26 páginas: 18-57.
- **Bianchi, C.; Snoeck, M.** 2009. *Ciencia, Tecnología e Innovación en Uruguay: desafíos estratégicos, objetivos de política e instrumentos. Propuesta para el PENCTI 2010-2030*, Uruguay: ANII.
- **Gabinete Productivo (MIEM).** 2012. "Plan Sectorial: Planes sectoriales de biotecnología/nanotecnología y sector farmacéutico". [En línea]  
[http://gp.gub.uy/sites/default/files/documentos/planes\\_industriales\\_-\\_fase\\_i\\_-\\_nov\\_2012-parte\\_1.pdf](http://gp.gub.uy/sites/default/files/documentos/planes_industriales_-_fase_i_-_nov_2012-parte_1.pdf), [Consulta: 23-7-2014].
- **Gibbons, M. et al.** 1997. *La Nueva Producción del Conocimiento*, Barcelona: Pomares-Corredor S. A.

- **Grau Pérez, C.; Lazarov, L.; Mieres, G.; Olivera, I.; Rodríguez, H.** 2008. *Informe final de la consultoría sobre Salud en el marco del Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación*. Montevideo, Uruguay. Gabinete Ministerial de Innovación.
- **Grau Pérez, C. et al.** 2008. "Innovaciones en el sector salud en Uruguay". Trabajo realizado para la Agencia de Investigación e Innovación. En *Cuadernos del CES* Vol.4 Núm.9: 68-131.
- **Jonhson, B; Lundvall, B.** 1994. "Sistemas Nacional de Innovación y Aprendizaje Institucional". En *Revista de Comercio Exterior* Vol. 44 Núm. 8: 695-704.
- **Lundvall, B. A.** 1985. "*Product Innovation and User-Producer Interaction*", Aalborg University Press, Aalborg.
- **Martínez, N.** 2010. *Hacia una estrategia integrada de promoción de las exportaciones en Uruguay*. Buenos Aires, Universidad de Georgetown.
- **OCDE** .1993. *Manual de Frascati. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*, París, Francia.



**Universidad de la República. Facultad de Ciencias Sociales. Uruguay**