



# Estilo de interacción Universidad-Entorno. El caso del Centro NanoMat

*Gabriel Barrero\**

*Amílcar Davyt\*\**

*Santiago Garrido\*\*\**

## Resumen

Inaugurado en 2008 como el primer laboratorio especializado de investigación en nanotecnologías, el Centro NanoMat es único en su tipo en Uruguay. Se creó en el ámbito de la Facultad de Química de la Universidad de la República, como una institucionalidad explícitamente concebida para atender a las demandas del sector productivo; constituye la principal plataforma de investigación y desarrollo de nanotecnologías del Instituto Polo Tecnológico de Pando. El estudio se propuso caracterizar el estilo socio-técnico de la interacción Universidad-Entorno en el caso de NanoMat. Para dar cuenta de este objetivo, en un ejercicio de carácter inductivo, se reconstruyó la trayectoria de dos desarrollos de base nanotecnológica en los que

---

\* Unidad de Sociología de la Salud, Departamento de Medicina Preventiva y Social, Facultad de Medicina, Universidad de la República de Uruguay (Udelar) y Unidad de Extensión de la Facultad de Ciencias, Udelar. Correo electrónico: gabrielbarrero@gmail.com.

\*\* Unidad de Ciencia y Desarrollo de la Facultad de Ciencias, Udelar. Correo electrónico: amilcardavyt@gmail.com

\*\*\* Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Correo electrónico: santiago.garrido@unq.edu.ar

se involucró tempranamente dicho Centro: la matriz extracelular sintética y los preparados cosméticos en base a flor de marcela (*Achyrocline satureioides*). El estudio se propuso abrir la “caja negra” de las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno para comprender su complejidad y multidimensionalidad. Estas dinámicas constituyeron el locus privilegiado para el despliegue de los procesos y prácticas tecno-cognitivas y organizacionales; y para la generación de capacidades a partir de aprendizajes. Elementos heterogéneos, tanto sociales como tecnológicos, interactuaron de forma no lineal para configurar un patrón singular de interacción NanoMat-Entorno.

## **Palabras clave**

INTERACCIÓN UNIVERSIDAD-ENTORNO; CENTRO NANOMAT; NANOTECNOLOGÍAS; URUGUAY;  
ANÁLISIS SOCIO-TÉCNICO

## **Introducción**

Con el regreso a la vida democrática en Uruguay, a mediados de la década de 1980, desde la Universidad de la República (Udelar) se diseñaron y promovieron distintas estrategias de relacionamiento Universidad-Entorno, a partir de posicionarse como un espacio privilegiado para la generación de conocimientos científicos y tecnológicos, y con ello para el desarrollo nacional. A partir de la década de 1990 se estimuló a que la interacción Udelar-Entorno se concibiera en el marco de la detección de la demanda de conocimientos y capacidades endógenas y se orientara a la resolución de problemas del sector productivo local. Este hecho convergió con la

emergencia de las nanotecnologías como tecnologías disruptivas, que se posicionaron a nivel nacional como un área tecnológica a priorizar<sup>1</sup>. Desde entonces, la Udelar también asumió un rol protagónico en procesos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el campo de las nanotecnologías.

Un hito de particular relevancia lo constituyó la inauguración, en abril de 2008, del primer laboratorio o unidad especializada de investigación en nanotecnologías, el Centro NanoMat. Bajo la determinación de una política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) explícita y normativa, que promovió procesos vinculativos Universidad-Sector Productivo y la producción de conocimientos orientados por la demanda del Entorno Productivo, NanoMat se creó en el ámbito del Departamento de Experimentación y Teoría de la Estructura de la Materia y sus Aplicaciones (DETEMA), de la Facultad de Química de la Udelar, con el objetivo de promocionar y desarrollar la “investigación especializada, en el marco del impulso a la inversión en innovación” (Presidencia, 2008)<sup>2</sup>. Con la creación de NanoMat se buscó responder a la emergencia de nuevas tecnologías y estimular la interacción Universidad-Sector Productivo a nivel nacional. Este Laboratorio surgió como la expresión del interés por promover alianzas capaces de involucrar a investigadores de la Udelar con empresarios, funcionarios y técnicos pertenecientes a empresas –tanto públicas como privadas–, así como con profesionales y técnicos de otras instituciones.

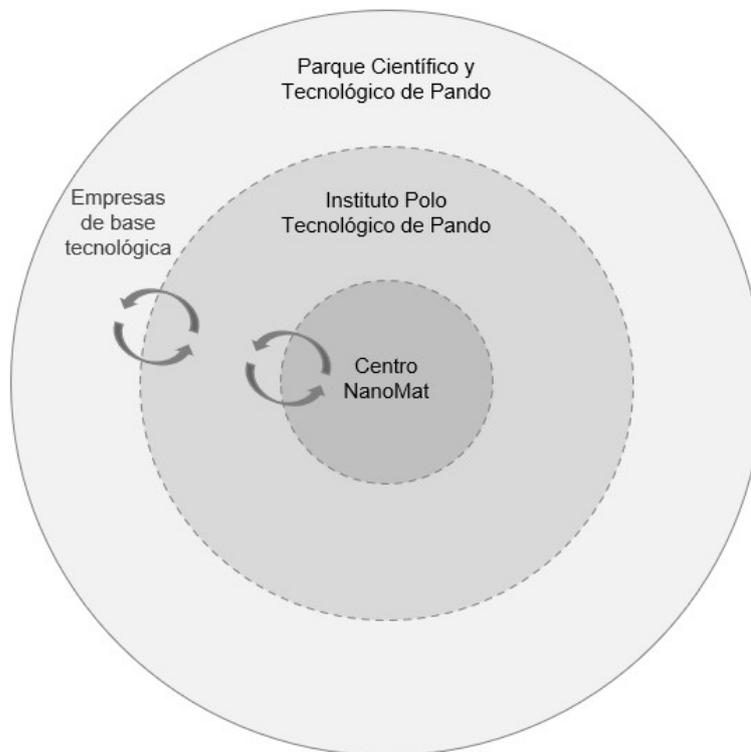
---

<sup>1</sup> Se puede definir a las nanotecnologías como “toda tecnología relacionada con materiales, sistemas y procesos que operan a una escala de 100 nanómetros o menos” (Miller y Senjen, 2008: 30).

<sup>2</sup> El DETEMA está integrado por las siguientes áreas: Bioinformática, Física, Físicoquímica, Matemática, Química Cuántica, Taller de Instrumentos, Unidad Académica de Informática Química.

Desde su nacimiento NanoMat se concibió como principal plataforma de investigación y desarrollo (I+D) en nanotecnologías del Polo Tecnológico de Pando (PTP). EL PTP se creó en 2001 como una Unidad Académica de la Facultad de Química con el fin de facilitar la incorporación de I+D+i en el sector productivo, tanto público como privado, en química, biotecnología, ciencias de los materiales y medio ambiente (Instituto Polo Tecnológico de Pando [IPTP], s/f). En 2012 la estructura orgánica del PTP se modificó convirtiéndolo en un Instituto (IPTP) de la Facultad de Química, concebido como el principal generador de conocimientos del Parque Científico y Tecnológico de Pando (PCTP). El PCTP es una entidad pública de derecho privado, creada en 2008, que se orienta a articular la generación de conocimientos con la demanda, a partir de promover la radicación de empresas de base tecnológica y de facilitar acciones de gerenciamiento y de propiedad intelectual (Portal Udelar, 2013, Portal Udelar, 2014). De esta manera, replicando en cierta forma experiencias del escenario internacional –en sintonía con lo ocurrido en otros países de la región latinoamericana (Velho et al., 1998; Thomas et al., 1997)–, la articulación interinstitucional NanoMat, IPTP y PCTP fue concebida para dinamizar procesos sinérgicos de I+D+i con el fin de responder a las necesidades del Entorno Productivo. Mientras el IPTP se constituyó en el principal generador de conocimientos científicos y tecnológicos (plataforma de investigación) del PCTP, desde NanoMat “el IPTP impulsa el desarrollo de la nanotecnología a nivel nacional”, entre otras plataformas tecnológicas (Memoria Udelar, 2008: 134).

**Figura 1: Representación de la estructura institucional explícita y normativa  
Centro NanoMat, IPTP y PCTP.**



Fuente: Elaboración propia.

En el marco de alianzas entre NanoMat y firmas e instituciones públicas y privadas se han venido desarrollando diversas soluciones artefactuales de base nanotecnológica, que han implicado el despliegue de conocimientos, capacidades y aprendizajes científicos, tecnológicos y organizacionales. De particular interés resultan dos desarrollos tempranos vinculados a esta Unidad de Nanotecnología: la membrana colagénica para reposición dérmica o piel sintética y los preparados cosméticos a base de flor de marcela (*Achyrocline satureioides*). Se trata de dos artefactos cuya elección para este trabajo ha sido establecida con arreglo al propósito principal que originalmente justificó su emergencia; además de por tratarse

de dos desarrollos tempranos en los que se involucró NanoMat. Dadas las características de la práctica investigativa de NanoMat ambos desarrollos se llevaron adelante bajo una lógica de secreto industrial-comercial.

El artículo presenta un estudio que se propuso caracterizar el estilo socio-técnico<sup>3</sup> de interacción Universidad-Entorno en el caso del Centro NanoMat. Para dar cuenta de ello, en un ejercicio de carácter inductivo, se reconstruyó la trayectoria de estos dos desarrollos artefactuales de base nanotecnológica. El estudio de caso se ha propuesto abrir la “caja negra” de las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno para comprenderlas en su complejidad y multidimensionalidad. Estos procesos se han constituido en una unidad relevante de análisis, en la medida que posibilitaron estudiar, relacionando, actores, artefactos, problemas/soluciones, procesos y prácticas tecno-cognitivas y organizacionales singulares. De esta manera, la investigación pretende ser un insumo para la reflexión teórica y política sobre los procesos de cambio tecnológico y de innovación locales, así como sobre las políticas nacionales de estímulo a la producción de conocimientos científicos y tecnológicos orientados a la inclusión social.

El documento se organiza en cuatro secciones. En primer lugar, se presenta el abordaje teórico-metodológico, así como el diseño metodológico, la estrategia y las

---

<sup>3</sup> “La adaptación al entorno culmina en estilo”, advertía Hughes (2008: 126). Derivado de la noción de estilo tecnológico (Hughes, 1983), el estilo socio-técnico hace referencia a “una forma relativamente estabilizada de producir tecnología y de construir su funcionamiento y utilidad” (Thomas, 2008: 254). En términos analíticos, este concepto constituye un recurso teórico que posibilita realizar descripciones en el marco de las nociones de trayectorias y dinámicas socio-técnicas (Thomas, 2008: 254).

técnicas de investigación. En segundo lugar, se expone la descripción y el análisis comparado de las trayectorias socio-técnicas de los desarrollos artefactuales estudiados. A partir de ello, en la tercera sección se lleva adelante la descripción y análisis del estilo socio-técnico de interacción NanoMat-Entorno. El documento finaliza con algunas reflexiones sobre el estudio de caso y consideraciones en relación a aspectos a profundizar en futuras investigaciones.

### **Abordaje teórico-metodológico**

Desde un abordaje constructivista, socio-técnico, la investigación se propuso superar las restricciones generadas por los posicionamientos deterministas, tanto tecnológicos como sociales. Analíticamente, se reconoce la conveniencia de triangular, articulando, los aportes realizados desde la sociología de la tecnología y la economía del cambio tecnológico, a fin de aumentar el potencial explicativo sobre los procesos de diseño, producción y uso de las tecnologías y contribuir a abrir la “caja negra” de las tecnologías (Thomas, 2008: 217-218 y 242). En el marco de la economía del cambio tecnológico resultan de particular interés dos conceptos para el análisis socio-técnico: la noción de aprendizaje y la de trayectoria. Desde la economía evolucionista distintas operaciones de aprendizaje pueden estar implicadas en el cambio tecnológico y en los procesos de innovación: aprendizaje por la práctica o aprender haciendo (*learning by doing*), aprendizaje por el uso (*learning by using*), aprendizaje por interacción (*learning by interacting*), aprendizaje por aprendizaje (*learning by learning*), aprendizaje por compra (*learning by buying*) y aprendizaje por copia (*learning by copying*) (Thomas, 2008: 243; Aguiar, 2011: 2-3).

El análisis en términos de procesos de aprendizaje es compatible con el abordaje socio-técnico en la medida que permite dar cuenta de la dimensión cognitiva del cambio tecnológico.

En el presente trabajo se asumió, analíticamente, la interacción Universidad-Entorno como una tecnología. Ello implicó que el proceso interactivo no tiene razones internas o inmanentes que lo expliquen por sí mismo, sino que lo que explica la interacción son las diversas interrelaciones sociales, técnicas, económicas y políticas históricamente situadas. De esta manera, la interacción Universidad-Entorno remite a procesos que involucran elementos diversos que, al interactuar, se construyen mutuamente, se co-construyen. La interacción Universidad-Entorno ha de entenderse, por lo tanto, como un proceso multidimensional y dinámico que involucra a elementos heterogéneos<sup>4</sup>. Para el estudio se recurrió a un conjunto de nociones constructivistas socio-técnicas, a saber: relación problema/solución, grupos sociales relevantes, flexibilidad interpretativa, marco tecnológico, funcionamiento/no funcionamiento, alianzas socio-técnicas, trayectoria socio-técnica y estilo socio-técnico.

La investigación constituyó un análisis empírico de estudio de caso, en la que se asumió una metodología de tipo cualitativa, fundamentada en una epistemología

---

<sup>4</sup> La co-construcción puede entenderse como un proceso de negociación, tensión y determinación recíproca (Vercelli y Thomas, 2007: 6-7). De acuerdo a Garrido et al. (2011: 36): “El concepto de co-construcción es una adaptación de la noción de coevolución propuesta por Nathan Rosenberg para analizar el proceso simultáneo en el que se producen cambios tecnológicos al mismo tiempo que se establecen normativas legales. El empleo de co-construcción apunta a evitar las connotaciones evolucionistas o deterministas tecnológicas que pueden atribuirse al concepto de coevolución”.

constructivista. Se propuso un método en el que, a modo de tipologías, el análisis hermenéutico de las trayectorias socio-técnicas<sup>5</sup> comparadas de dos desarrollos artefactuales de base nanotecnológica se orientó a la reconstrucción del estilo socio-técnico de interacción NanoMat-Entorno. Las tipologías se definieron a partir de acentuar algún aspecto observable singular (característica fáctica) de los objetos artefactuales concretos: *el propósito principal que originalmente justificó la emergencia de los artefactos* estudiados<sup>6</sup>. De esta manera, las condiciones de posibilidad empírica estuvieron anteceditas por conceptos estilizados. Se trató, por lo tanto, de una operación clasificatoria que orientó el carácter empírico de la investigación –la obtención y el análisis de datos–.

Se propuso un diseño que implicó un doble movimiento metodológico. El primer movimiento consistió en la reconstrucción de las trayectorias socio-técnicas de los artefactos y en el análisis comparado de dichas trayectorias. El segundo movimiento se orientó a la reconstrucción del estilo socio-técnico de interacción NanoMat-Entorno. El estudio de caso se realizó bajo la consideración de que era posible la reconstrucción de las dinámicas de concepción, diseño, desarrollo y uso de las dos experiencias artefactuales a partir del análisis de los discursos de actores

---

<sup>5</sup> La trayectoria socio-técnica constituye una herramienta analítica, de carácter diacrónica, que permite “ordenar relaciones causales entre elementos heterogéneos” para reconstruir el “proceso de co-construcción socio-técnica en el tiempo y el espacio” de un artefacto (tecnológico o jurídico), una organización, red o empresa, o unidades de análisis más complejas como sistemas tecnológicos, ciudades, gobiernos, sectores tecno-productivos o países (Thomas, 2008: 249-250).

<sup>6</sup> Dicha definición fue establecida a partir de una revisión previa de fuentes documentales, en relación a los desarrollos llevados adelante desde NanoMat.

directamente involucrados con estos procesos. En términos operativos, la reconstrucción de las trayectorias socio-técnicas de ambos artefactos se llevó adelante a partir de identificar, en cada caso, las principales etapas que les caracterizaron. A su vez, el análisis empírico para la reconstrucción de cada una de las trayectorias se orientó por tres dimensiones de análisis:

- a. Dinámicas relaciones problema/solución<sup>7</sup>.
- b. Grupos sociales relevantes<sup>8</sup> y alianzas socio-técnicas<sup>9</sup>.
- c. Conocimientos y aprendizajes tecno-cognitivos y organizacionales.
  - c.1 Dinámicas de producción de conocimientos (saberes puestos en circulación).
  - c.2 Operaciones de aprendizaje (dinámicas de adquisición o incorporación de conocimientos).

---

<sup>7</sup> Los problemas y las soluciones no son universales, sino que “constituyen particulares articulaciones socio-técnicas históricamente situadas” (Thomas, 2008: 257). La resolución de problemas no resulta de las propiedades intrínsecas o inherentes a las tecnologías, tal como se supone desde los abordajes deterministas.

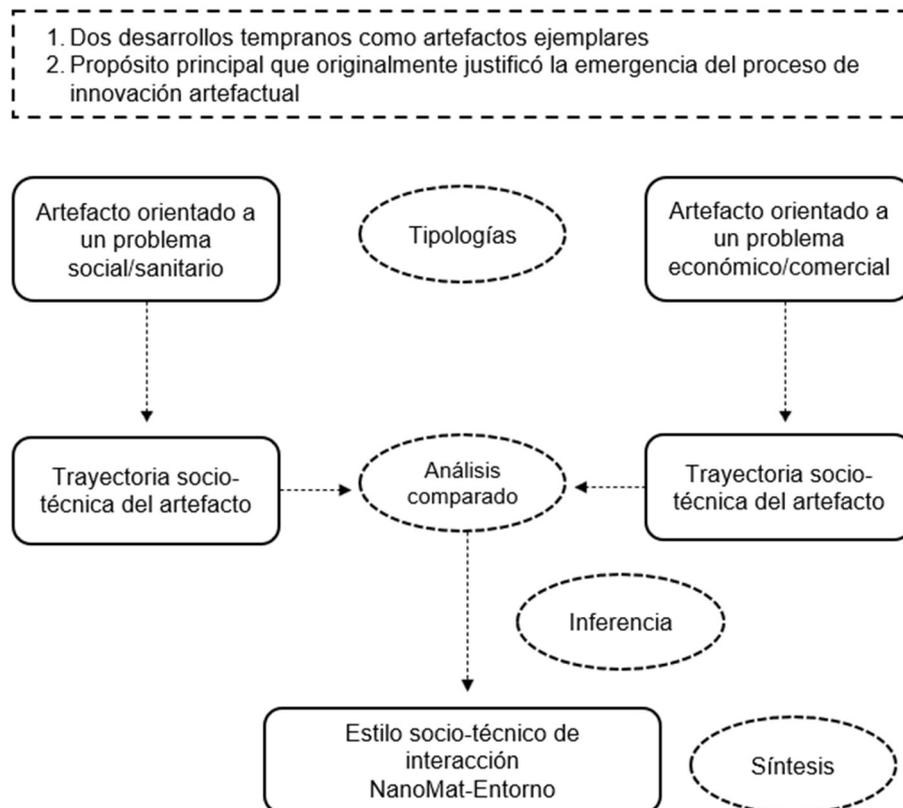
<sup>8</sup> Por grupos sociales relevantes se entiende a conjuntos de actores, diferenciados, que se vinculan con los artefactos a partir de que se expresan o manifiestan explícitamente sobre ellos. En tanto lo hacen, los actores les asignan un sentido o significado. Al asignarles un sentido se los construye (Pinch y Bijker, 2008: 41-42).

<sup>9</sup> “Una alianza socio-técnica es una coalición de elementos heterogéneos implicados en el proceso de construcción de funcionamiento–no funcionamiento de un artefacto o una tecnología”, y resulta de “un movimiento de alineamiento y coordinación” (Thomas, 2012, citado por Garrido et al., 2014: 78).

c.3 Capacidades (condiciones o cualidades que garantizan el cumplimiento de actividades o de funciones).

A la primera de las dimensiones se le asignó un rol estructurador en la reconstrucción de las trayectorias socio-técnicas de los artefactos, en la medida que fue a partir de la identificación de las dinámicas problema/solución que se definieron las distintas etapas o fases dentro de cada trayectoria.

**Figura 2. Esquema heurístico.**



Fuente: Elaboración propia.

Para el registro del discurso se utilizaron dos técnicas complementarias: revisión de fuentes documentales y diseño y aplicación de entrevistas semiestructuradas. La recolección de la información se realizó en etapas sucesivas y solapadas. En el primer caso, se identificó, revisó y sistematizó, entre los años 2017 y 2021, la totalidad de documentos disponibles online, independientemente de su año de publicación, referidos a los procesos de concepción, diseño, desarrollo y uso de los artefactos bajo estudio. Se identificaron dos tipos de documentos: material de difusión científica de origen institucional y publicaciones en prensa<sup>10</sup>. Además, se revisaron *currículum vitae* de investigadores<sup>11</sup>. Dadas las características de la práctica investigativa de NanoMat -que, como ya se indicó, se lleva adelante bajo una lógica de secreto industrial/comercial tácita o explícita- no fue posible identificar otro material disponible de forma pública. La revisión inicial de fuentes documentales orientó el trabajo de campo en varios aspectos. En primer lugar, posibilitó, de forma preliminar, la identificación de actores individuales y colectivos, así como potenciales informantes calificados. En segundo lugar, se constituyó en insumo para la reconstrucción preliminar de las trayectorias de los artefactos bajo estudio. En tercer término, proporcionó contenidos para el diseño del guion de entrevista semiestructurada.

Por otro lado, se elaboró una pauta común de entrevista que fue aplicada personalmente –a través de la plataforma virtual Zoom– con la finalidad de obtener

---

<sup>10</sup> De un total de veinticuatro documentos, relevados y sistematizados entre los años 2017 y 2021, trece refirieron a la membrana de reposición dérmica y once a los preparados cosméticos de marcela.

<sup>11</sup> Se revisaron ocho *currículums vitae* para el mismo periodo.

información de primera mano de parte de informantes calificados (investigadores y empresarios vinculados directamente con los procesos de concepción, diseño, desarrollo y uso de uno de los artefactos o de ambos artefactos bajo estudio). Una vez identificados los informantes considerados línea de base (responsables de los desarrollos artefactuales), los siguientes entrevistados fueron reclutados mediante la técnica de muestreo por bola de nieve. El número de entrevistados y entrevistas se definió en base a saturación teórica (muestreo teórico) (Glaser y Strauss, 1967: 61-62)<sup>12</sup>. La saturación teórica respondió a los contenidos necesarios para la reconstrucción de las trayectorias de los artefactos. Las entrevistas se realizaron entre los años 2020-2021. Una vez sistematizadas, en algunos casos se recurrió a una segunda, e incluso tercera, entrevista, a efectos de ampliar o precisar la información proporcionada en el intercambio inicial. En todos los casos, dicha ampliación se realizó de forma escrita a través de correo electrónico. Esta fase emergente para la obtención de datos –no prevista inicialmente en el diseño metodológico– se realizó durante el año 2021.

Como técnica de análisis de los datos se propuso el análisis de contenido de los discursos. En particular, se optó por el nivel social/hermenéutico (Alonso, 2003: 189). Procedimentalmente, a partir de la lectura, el material empírico se clasificó, segmentó, ordenó y agregó en relación con: (i) las dimensiones de análisis definidas y (ii) un criterio de temporalidad. Con ello se buscó, a partir de criterios

---

<sup>12</sup> Se entrevistó a tres investigadores/as (dos del Centro NanoMat y uno de la Cátedra de Farmacognosia y Productos Naturales, de la Facultad de Química) y al director y propietario de la firma local Grinlab (Onacril SA).

interpretativos, el ordenamiento sistemático y objetivo de los contenidos para la reconstrucción de las trayectorias históricas de los artefactos. En un segundo movimiento metodológico se realizó la reconstrucción del estilo socio-técnico de interacción NanoMat-Entorno.

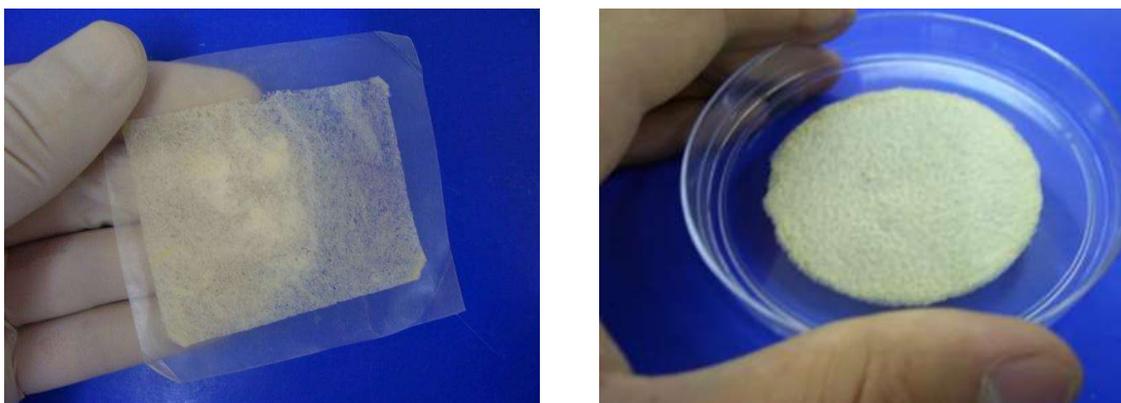
## **Trayectorias socio-técnicas comparadas de los artefactos**

### **La piel sintética**

Mediante la membrana colagénica para reposición dérmica o piel sintética, desde NanoMat se buscó dar respuesta a un problema social y sanitario. El proceso de I+D+i se orientó a contribuir a la inclusión social desde una perspectiva de salud pública. Fue una apuesta de un equipo de investigadores de NanoMat para generar procesos de I+D+i en un “área sensible a nivel social”. Se trata de un artefacto que, existiendo en el mercado mundial, su alto costo relativo lo hace inaccesible para gran parte de los uruguayos (Portal Udelar, 2010). Su función es la de proteger y regenerar los tejidos en casos de quemaduras y otras heridas en la piel (Portal Udelar, 2010). Las quemaduras se presentan con mayor frecuencia en los sectores socio-económicos más vulnerados, y en particular en los niños. Simultáneamente, son estos sectores los que poseen mayores dificultades económicas para acceder a este tipo de tratamientos. Además de su uso en quemaduras, la piel sintética podría ser utilizada en otras afecciones como úlceras diabéticas y lesiones dérmicas por abrasión o por presión (escaras). Se propuso como una alternativa a los injertos o trasplantes de piel natural. La posibilidad de encapsular sustancias capaces de

derramar gradualmente en áreas específicas del cuerpo humano se presentó como una característica diferencial del equipo de investigadores uruguayo.

**Figuras 3 y 4. Prototipo de piel sintética creado en el Centro NanoMat**



Fuente: Portal Udelar, 2010.

Este desarrollo fue originalmente promovido desde el equipo de investigadores de la Unidad de nanotecnología. En el marco de un movimiento regional promotor de I+D en base a recursos autóctonos, desde NanoMat se interpretó un problema social y sanitario –lesiones de la piel causadas por quemaduras y por otras casusas, que afectaban fundamentalmente a los sectores socio-económicamente más vulnerados (Alzugaray et al., 2011: 15-16)– para traducirlo en una solución terapéutica, situada a la realidad local, en el campo de la nanomedicina (medicina regenerativa y liberación controlada de fármacos). Sin embargo, los investigadores interpretaron la piel sintética no sólo como una solución al problema social y sanitario, sino, también, como una oportunidad económica para el país: se buscó desarrollar un artefacto capaz de ser comercializado en el ámbito nacional e internacional. Ello promovió una

dinámica que se orientó, desde el comienzo, a incorporar y articular conocimientos, capacidades y recursos endógenos. Si bien el problema original fue enunciado por el Centro Nacional de Quemados (CENAQUE)<sup>13</sup> –quien canalizó un sentir (demanda social) de un colectivo no organizado (víctimas de incendios y familiares)–, la iniciativa de la solución concreta surgió del equipo de investigadores de NanoMat (Alzugaray et al., 2011: 16). El problema de las lesiones dérmicas se trasladó de las familias afectadas a NanoMat, con la mediación –en términos de su enunciación– del CENAQUE. Los investigadores de NanoMat tradujeron el problema de las lesiones en la piel (un problema de salud pública) a un problema tecno-cognitivo. La Unidad de investigación asumió así un rol propositivo ante la definición del problema original, e interpretó y circunscribió el problema, y su posible solución, a un marco tecnológico<sup>14</sup> específico: el de las nanotecnologías.

La etapa inicial del desarrollo del artefacto se caracterizó por la iniciativa, desde NanoMat, de desarrollar la membrana de reposición dérmica local utilizando recursos materiales y cognitivos endógenos (Primera fase socio-técnica del desarrollo. Figura 5). Se asumió que sería posible fabricar y comercializar el producto a costos inferiores y más asequibles que los que presentaba el mercado

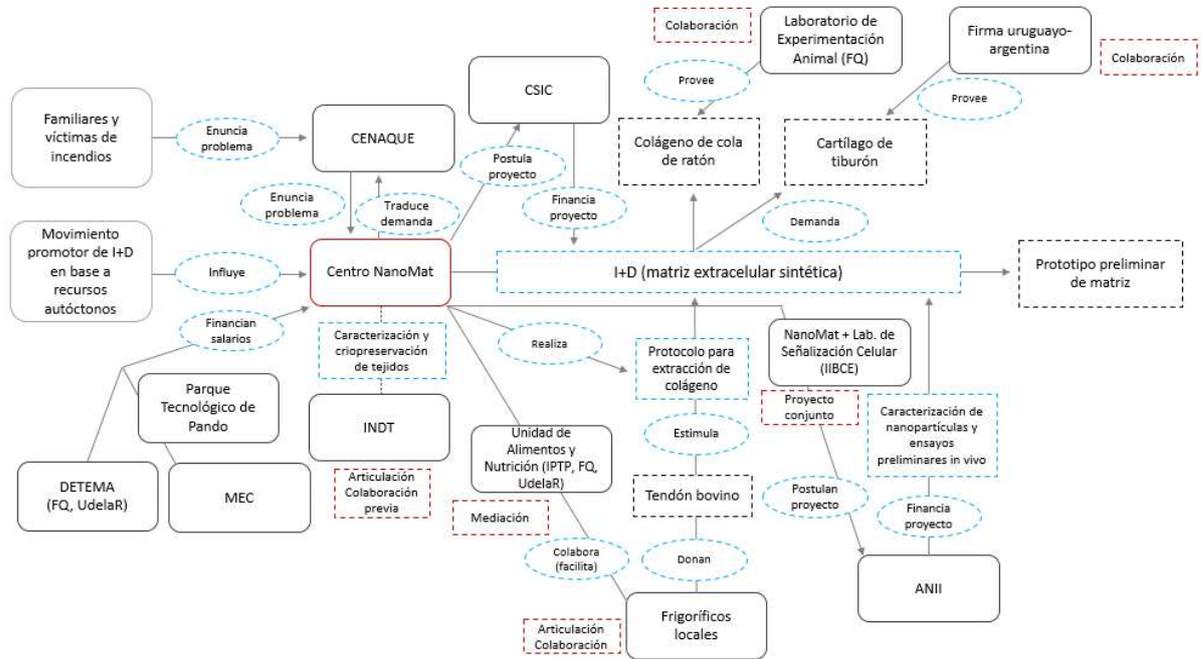
---

<sup>13</sup> El CENAQUE es un Instituto de Medicina Altamente Especializada público, de referencia nacional, dependiente del Ministerio de Salud Pública y de la Facultad de Medicina (Udelar).

<sup>14</sup> Un marco tecnológico en un conjunto solidario de elementos que se produce en la interacción de los sujetos con los artefactos y de los sujetos entre sí; incluye, normalmente, la caracterización de tecnologías y artefactos, los conocimientos científicos y tecnológicos involucrados, las relaciones problema/solución, modos de construcción, los criterios que definen el buen funcionamiento de los artefactos, y los artefactos ejemplares (Garrido et al., 2007: 2; Santos y Thomas, 2012: 117).

internacional (Contreras, 2010:3). Se procuró, de esta manera, una adecuación a la realidad nacional de una solución artefactual existente (Entrevista a investigador 1). Como punto de partida para la resolución del problema planteado por el entorno social, desde NanoMat se asumió una lógica lineal de innovación “ofertista” o de “empuje de la ciencia” (*science-push*) (Velho, 2011). En el marco del Laboratorio se concibió al proceso de producción de conocimientos en una secuencia lineal, que teniendo como punto de partida a la investigación básica ésta sería sucedida por la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la producción a escala y la comercialización en el mercado del producto. Etapa, esta última, fundamental para que el desarrollo generase beneficios en la sociedad; en particular en la población a la que se orientaba la respuesta artefactual (población objetivo). Esta concepción asumida inicialmente fue la que estimuló, en el marco de este desarrollo, la interacción NanoMat-Entorno.

**Figura 5. Primera alianza socio-técnica de la piel sintética.**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6. Referencias: alianzas socio-técnicas.**

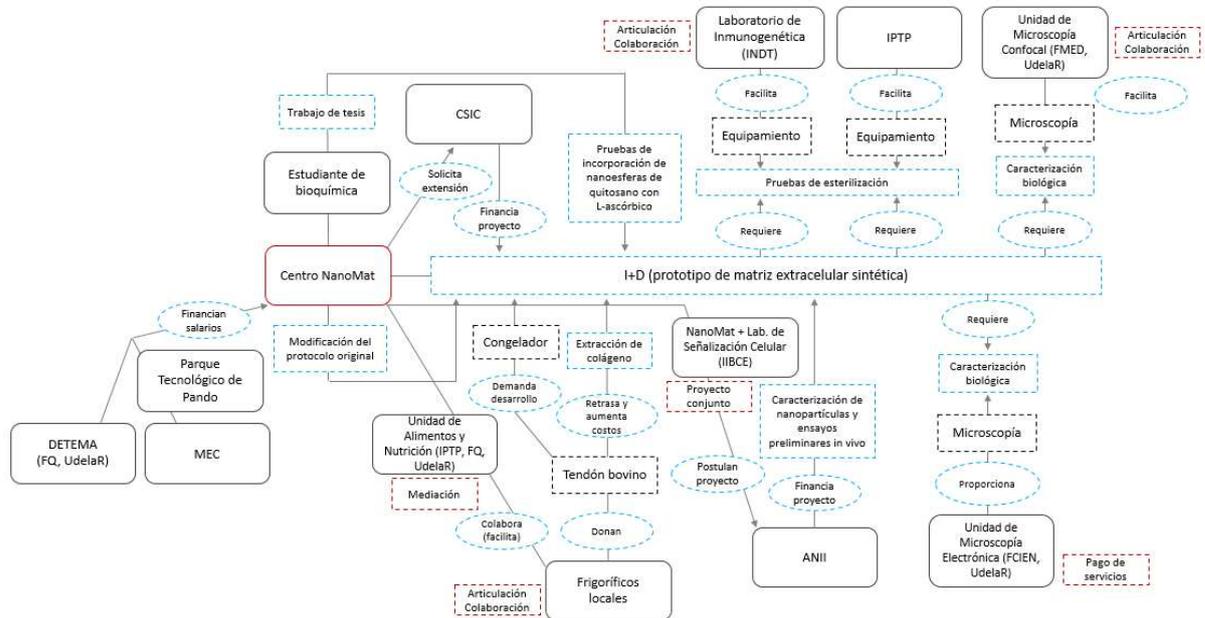


Fuente: Elaboración propia.

En una segunda etapa (Segunda fase socio-técnica del desarrollo. Figura 7) se procuró la incorporación de nanoesferas de quitosano con vitamina C, lo que implicó

la modificación del protocolo original (Pardo, 2010: 38; Pardo, 2012: 45). Se buscaba que la piel artificial se constituyera en un soporte de un “sistema de encapsulación” de antibióticos, corticoides, bactericidas o antimicrobianos, de forma que su liberación se realizara in situ en la lesión (Entrevista a investigador 2). Este aspecto sería clave a la hora de adicionar innovación al desarrollo (Contreras, 2010: 3).

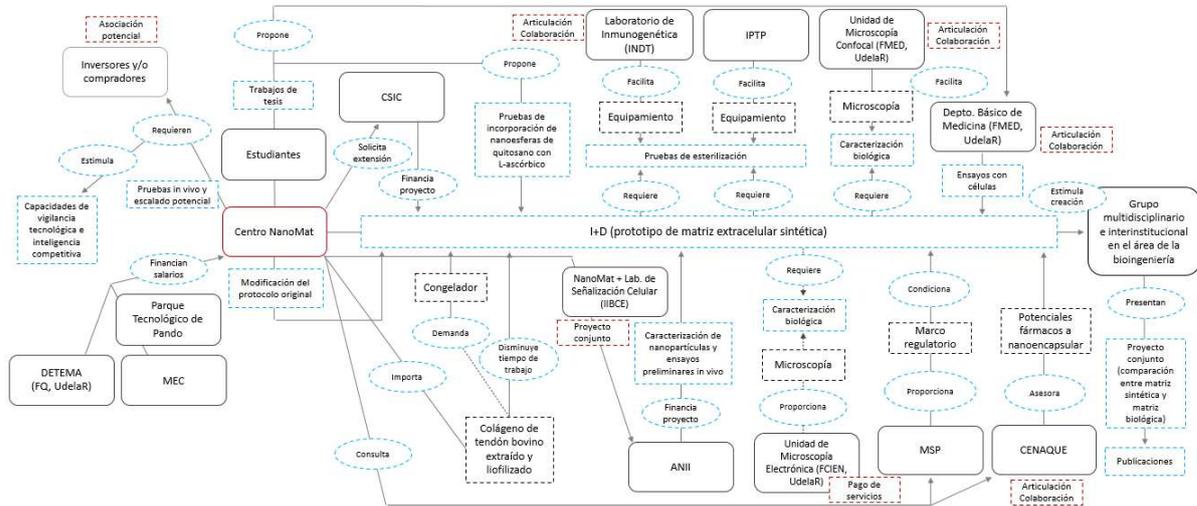
**Figura 7. Segunda alianza socio-técnica de la piel sintética.**



Fuente: Elaboración propia.

La realización de cultivos celulares fue el problema tecno-cognitivo que configuró la tercera etapa (Tercera fase socio-técnica del desarrollo. Figura 8). Los ensayos de cultivo *in vitro* se orientaron a caracterizar el funcionamiento del biomaterial. Las pruebas de crecimiento celular en matrices *in vitro* debían realizarse antes de pasar a las pruebas *in vivo* –en animales y posteriormente en humanos–, condición necesaria para el potencial escalado del desarrollo.

**Figura 8. Tercera alianza socio-técnica de la piel sintética.**



Fuente: Elaboración propia.

## Los preparados cosméticos en base a flor de marcela

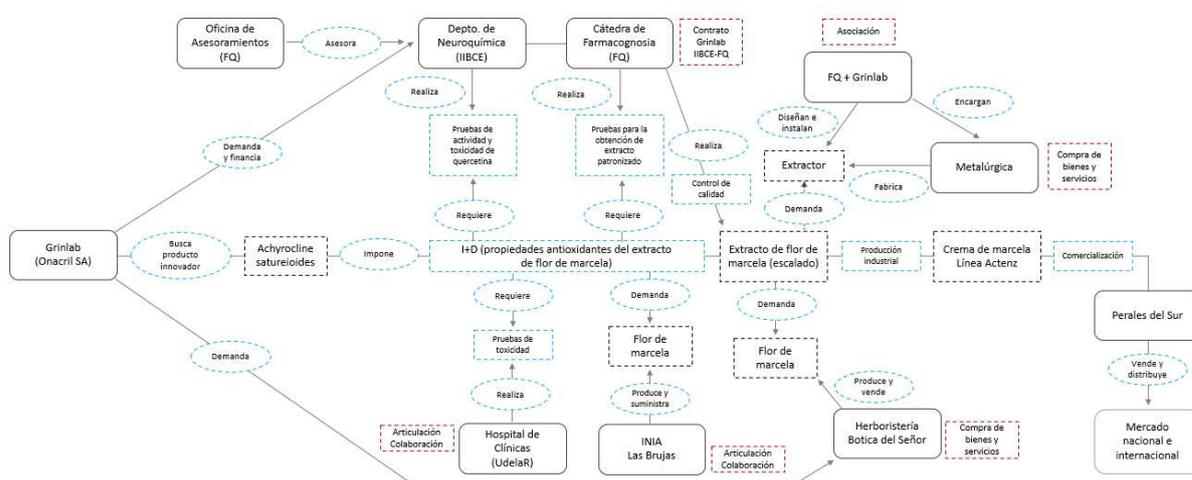
Los preparados cosméticos en base a flor de marcela constituyeron un desarrollo que se inscribió en la búsqueda de una solución a un problema económico/comercial de una firma local. Con esta respuesta artefactual se procuró contribuir a mejorar la productividad y competitividad de una firma nacional del sector cosmético. Mediante un proyecto conjunto entre NanoMat y el laboratorio nacional Grinlab (Onacril S.A.) “se lanzó en 2011 al mercado el primer producto uruguayo con incorporación de nanotecnología” (Uruguay XXI, 2014: 10). El proyecto se orientó al encapsulado de extracto de flor de marcela y a la mejora de las propiedades del producto. Se buscó mejorar su aroma y aumentar su penetración a capas más profundas de la piel. Esta innovación ha sido presentada a nivel nacional como “un ejemplo de complementación entre la academia y la empresa” (Presidencia, 2012).

El laboratorio Grinlab se propuso mejorar su productividad y competitividad a partir de introducir en el mercado del sector cosmético un producto propio, con un diferencial innovador que le permitiera desarrollar y fabricar una línea capaz de imponer a la firma en el mercado nacional e internacional (Primera fase socio-técnica del desarrollo. Figura 9) (El Observador, 2011). Grinlab se enfrentó a la necesidad de reestructurarse ante la crisis regional de comienzos del siglo XXI, en un mercado dominado por la presencia de empresas multinacionales. Sin embargo, el producto dermocosmético desarrollado y comercializado en un primer momento – resultado de un proceso conjunto de I+D+i entre Grinlab y el equipo de investigadores del Departamento de Neuroquímica del Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE)<sup>15</sup> en asociación con la Cátedra de Farmacognosia y Productos Naturales de la Facultad de Química– se enfrentó al problema de que el aroma penetrante del producto había provocado el rechazo de las usuarias-consumidoras (El Observador, 2011; Entrevista a investigador 3).

---

<sup>15</sup> El IIBCE es una institución pública, estatal, dependiente del Ministerio de Educación y Cultura (MEC) del Uruguay.

**Figura 9. Primera alianza socio-técnica de los preparados cosméticos a base de marcela.**

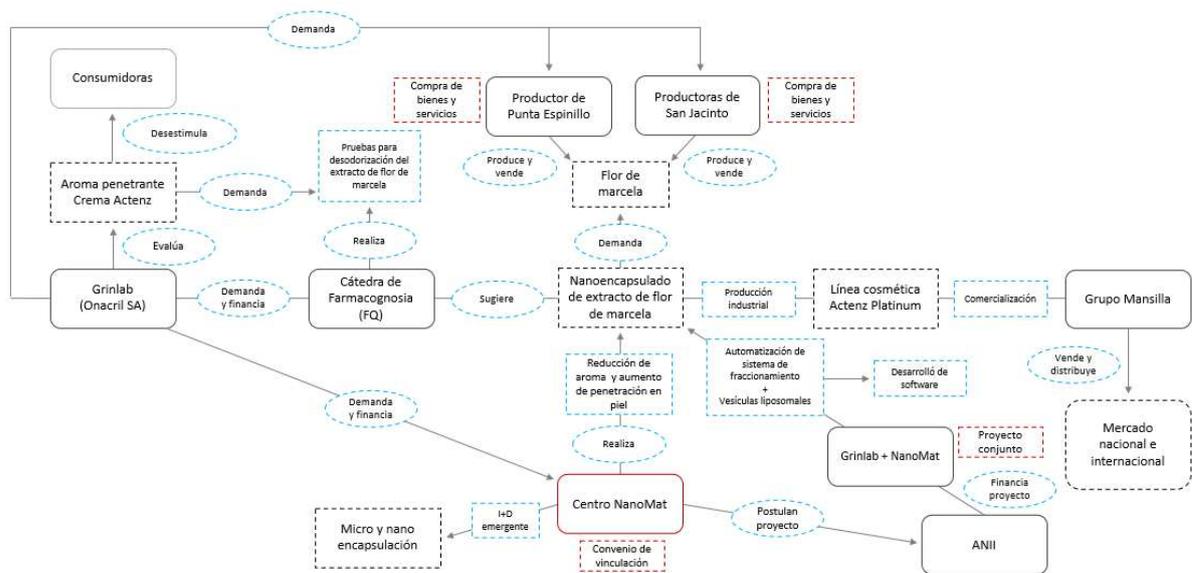


Fuente: Elaboración propia.

Frente a esta situación, desde Grinlab se propuso a los investigadores de NanoMat estudiar y proponer una solución al problema. De esta manera, NanoMat ofreció avanzar en una respuesta puntual a la demanda concreta de la firma en el campo de la nanocosmética: el nanoencapsulamiento de liposomas de extracto de flor de marcela (Segunda fase socio-técnica del desarrollo. Figura 10). El alineamiento entre ambos actores, el aroma penetrante y las propiedades antioxidantes del extracto vegetal estimuló una alianza socio-técnica en torno a objetivos precisos: generar un nuevo producto cosmético. Esto se tradujo en la línea Actenz Platinum (Entrevista a directivo de Grinlab). En la medida que el problema/solución del aroma se circunscribió al marco de las nanotecnologías, se incrementó el potencial innovador del artefacto: fue posible mejorar el grado de penetración del extracto en la piel. Con ello no sólo se relegitimó la flor de marcela como opción válida para la

crema, sino que se expandieron las expectativas depositadas inicialmente desde Grinlab en el vegetal; es decir, se resignificó el potencial innovador del artefacto.

**Figura 10. Segunda alianza socio-técnica de los preparados cosméticos a base de marcela.**



Fuente: Elaboración propia.

NanoMat asumió un rol reactivo ante la definición del problema original propuesto por Grinlab; su participación se restringió a una etapa concreta de la trayectoria socio-técnica global de la línea Actenz (segunda fase socio-técnica del desarrollo). Como punto de partida para la resolución del problema planteado por el entorno productivo, desde NanoMat se asumió una lógica lineal de innovación de “tirón de la demanda” (*demand-pull*) (Velho, 2011) o “del mercado” (*market-pull*) (Rothwell, 1994) Se asumió, por lo tanto, un proceso innovativo secuencial y con etapas interdependientes donde, a diferencia de la piel sintética, ahora la demanda era motivada por una necesidad de mercado enunciada por la empresa Grinlab. Esta

demanda inicial desató el proceso de I+D+i y las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno, hasta alcanzar la fase de difusión o comercialización del producto en el mercado.

**Tabla 1. Descripción general de las trayectorias comparadas de los artefactos.**

	<b>Membrana colagénica para reposición dérmica</b>	<b>Preparados cosméticos en base a flor de marcela para crema cosmética</b>
Problema original que justificó la emergencia del proceso de I+D	Problema social / sanitario	Problema económico / comercial
Campo de aplicación de las nanotecnologías	Nanomedicina: medicina regenerativa y liberación controlada de fármacos	Nanocosmética
Rol del NanoMat ante la definición del problema original	Rol propositivo	Rol reactivo
Concepción (punto de partida) que se asumió desde NanoMat para la resolución del problema	Modelo lineal ofertista de innovación ( <i>science-push</i> )	Modelo lineal de “tirón de la demanda” ( <i>demand-pull</i> ) o del mercado ( <i>market-pull</i> )
Nivel de desarrollo alcanzado	Prototipo terminado. No se logra el escalado	Escalado y comercialización en el mercado nacional e internacional

Fuente: Elaboración propia.

## **Dinámicas problema/solución**

Del análisis de las trayectorias socio-técnicas de ambos artefactos se desprendió que las dinámicas problemas/solución promovieron procesos vinculativos diversos y heterogéneos NanoMat-Entorno. Las redes de coaliciones que se conformaron en

ambas trayectorias se caracterizaron por presentar distinto grado de formalidad y duración. Se entretejieron en torno a problemas/solución circunscriptos a los problemas originales que estimularon los procesos de I+D+i: en un caso un problema de salud pública nacional y en el otro un problema económico-comercial (de productividad y competitividad) de la firma Grinlab.

Los patrones de interacción (sistemas interactivos NanoMat-Entorno) pueden ser caracterizados como una red de vínculos formales e informales, que involucraron a elementos heterogéneos: actores individuales y colectivos –tanto del sector público como privado–, conocimientos, aprendizajes, habilidades, insumos, equipamientos especializados, instalaciones, recursos económicos (dinero) y contratos legales. Los desarrollos artefactuales se fueron co-construyendo en la medida que se concretaron, a lo largo del tiempo, alianzas socio-técnicas que implicaron procesos de alineamiento y coordinación de estos elementos. A partir de estos procesos se viabilizó/no viabilizó la estabilización de la adecuación socio-técnica de los artefactos y la asignación de sentido de funcionamiento/no funcionamiento<sup>16</sup>.

En cada una de las trayectorias, NanoMat asumió un rol diferencial a la hora de alinear y coordinar dichos elementos. En el caso de la piel sintética, desde el comienzo la Unidad de I+D tuvo un papel activo y central en la dinamización de los procesos vinculativos, y con ello en el alineamiento y coordinación de los elementos

---

<sup>16</sup> El sentido construido en procesos autoorganizados de adecuación o inadecuación socio-técnica deriva en funcionamiento o en no funcionamiento de una tecnología (Santos y Thomas, 2012: 117). La construcción del funcionamiento/no funcionamiento se produce en relación con la conformación de alianzas socio-técnicas estables.

sociales y tecnológicos involucrados. Además, a lo largo de las distintas fases, se generó una dinámica interactiva incremental (densificación de las interacciones), asociada a la necesidad de resolver problemas tecno-cognitivos y de obtener financiación para dar continuidad al proceso de I+D.

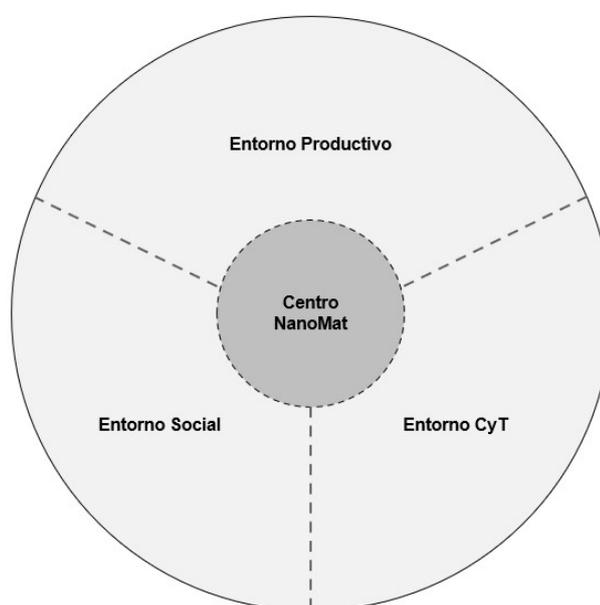
En el caso del nanoencapsulado de flor de marcela, el alineamiento de los elementos heterogéneos se dinamizó por la alianza Grinlab-NanoMat, como consecuencia de la necesidad de resolver el problema de aroma penetrante de la crema una vez introducida en el mercado. Este aspecto no pudo ser resuelto por los “métodos tradicionales”, por lo que el problema del aroma penetrante se desplazó al marco de las nanotecnologías. Sin embargo, este proceso se circunscribió a una dinámica de I+D más amplia: el de la crema cosmética de la línea Actenz. El alineamiento entre Grinlab, NanoMat y las propiedades antioxidantes del extracto de flor de marcela se materializó en la celebración de contratos bajo la figura legal de secreto industrial y comercial. La experiencia asociativa por la que habían transitado Grinlab y Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable constituyó un antecedente para la posterior asociación Grinlab-NanoMat.

### **Grupos sociales relevantes y alianzas socio-técnicas**

La conformación de las dinámicas interactivas que viabilizaron la resolución de los problemas y de los objetivos (iniciales y emergentes) se configuraron a partir de redes de coaliciones que involucraron a NanoMat con investigadores individuales, con otras unidades de I+D, con instituciones públicas de promoción y financiación de la CTI y con empresas privadas. En este sentido, analíticamente el entorno de

NanoMat se conformó por tres sub-entornos, según la función principal que los actores pusieron en juego de forma directa en el proceso interactivo con la Unidad de I+D: Entorno Social, Entorno Productivo y Entorno Científico y Tecnológico.

**Figura 11. Sub-entornos del entorno de NanoMat.**



Fuente: Elaboración propia.

La interacción que NanoMat entabló con los sub-entornos asumió, de forma estilizada, características diferentes en cada una de las trayectorias socio-técnicas, tal como se observa en la Tabla 2.

**Tabla 2. Características de los sub-entornos en el marco de los desarrollos artefactuales.**

<b>Sub-entornos</b>	Matriz extracelular sintética	Encapsulamiento de liposomas de extracto de flor de marcela para crema cosmética
Entorno Social	Constituyó el estímulo original para el proceso de desarrollo del artefacto.  Respondió a una interacción mediada (en la definición del problema) y potencial (en lo que refiere a la solución)	Inexistente
Entorno Productivo	Facilitó el acceso a insumos (materia prima) en fases concretas del desarrollo “Cuello de botella” para la fase de escalado.	Constituyó el estímulo original para el proceso de desarrollo del artefacto y fue fuente, parcial, de financiación
Entorno Científico y Tecnológico	El Entorno Científico y Tecnológico público constituyó fuente parcial de financiación, y ocupó un lugar central para el desarrollo de las dinámicas tecno-cognitivas y organizacionales, así como para la disposición de equipamientos, instalaciones e insumos	El Entorno Científico y Tecnológico público constituyó fuente parcial de financiación para viabilizar el desarrollo de las dinámicas tecno-cognitivas

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la piel sintética, un aspecto medular lo tuvieron los intermediarios que, al poner en circulación redes de confianza, facilitaron la mediación de NanoMat con actores de su entorno. Entre otras cosas, ello posibilitó el acceso a insumos y a equipamiento para la realización de las distintas pruebas o caracterizaciones biológicas.

Por otro lado, la dependencia de fondos públicos para la financiación del proyecto de membrana colagénica se tradujo en los logros alcanzados por el equipo de NanoMat, pero también en las limitaciones para la concreción de la fase de escalado. Si bien la obtención de fondos públicos constituyó una estrategia de los investigadores del Centro, la dificultad para alinear a la piel con actores del sector privado dispuestos a financiar fases críticas del proceso (pruebas en humanos y escalado), constituyó un “cuello de botella” para dar viabilidad de la producción en escala y, consecuentemente, su comercialización. De esta manera, en la medida que no se lograron transformar conocimientos y capacidades en un producto comercializable se obturó, con ello, dar solución al problema social y sanitario que motivó originalmente el desarrollo. Además, es posible afirmar que la iniciativa de NanoMat para generar dinámicas vinculativas con el Entorno Productivo, en particular el sector privado, se centró en esfuerzos individuales de los investigadores de la Unidad de nanotecnología. Ello como consecuencia de que la estructura organizacional en la que se inscribió NanoMat, y que fuera creada originalmente para estimular procesos asociación sinérgicos Universidad-Sector Productivo (Parque Científico y Tecnológico / Polo Tecnológico / Unidad de I+D), en los hechos mostró tener escasa capacidad para generar dinámicas interactivas a la hora de alinear fondos (dinero) con el proyecto.

Sin embargo, esa misma necesidad de generar estrategias para la captación de financiamiento estimuló, a la interna de NanoMat, el desarrollo de capacidades organizacionales (tecnologías de la organización) para la negociación y el relacionamiento político-institucional. Ello implicó aprendizajes en la práctica relacionados al desarrollo de capacidades de vigilancia tecnológica e inteligencia

competitiva, así como a la incorporación de lenguaje empresarial y capacidades orientadas a identificar el “empresario adecuado”.

Si bien es plausible afirmar que la dificultad de NanoMat para alinear a la piel sintética con dinero contribuyó a la no viabilidad (construcción del no funcionamiento) del artefacto (en tanto producto comercializado y accesible a usuarios-consumidores), la no superación de la fase de prototipo no debe ser entendida como un fracaso en sí mismo. En efecto, las alianzas que se entretajeron a lo largo de la trayectoria del proceso de I+D del artefacto, hasta alcanzar la fase de prototipo, habilitó aprendizajes que permitieron la generación y acumulación de capacidades tecno-cognitivas y organizacionales que, además se tradujeron en nuevas líneas de I+D para NanoMat. Éstas, a su vez, implicaron nuevas alianzas con otras unidades o con investigadores individuales de instituciones de investigación públicas. De esta manera se habilitó la conformación de grupos interdisciplinarios e interinstitucionales de I+D, así como la elaboración conjunta de proyectos concretos.

En el caso del nanoencapsulamiento de liposomas de extracto de flor de marcela, la Unidad de I+D asumió un rol más restringido, receptivo y pasivo a los estímulos externos a la hora de establecer vínculos con su entorno; al tiempo que la financiación no constituyó un obstáculo para que el desarrollo se materializara en un producto comercializable (innovación de producto). Aquí la alianza con el laboratorio privado que demandó el desarrollo constituyó el motor para la concreción de la innovación artefactual.

Analíticamente, es posible ubicar a la firma Grinlab ocupando dos sub-entornos de NanoMat: por un lado, se constituyó en Entorno Productivo –en tanto fue

generadora de la demanda y financiadora central, aunque no exclusiva, del proceso innovativo– y como Entorno Científico y Tecnológico –en tanto participó de la producción de conocimientos y aprendizajes cruzados entre los investigadores de NanoMat y el personal gerencial y técnico del Laboratorio-Firma–.

Con los resultados positivos de los testeos dermatológicos, Grinlab y NanoMat construyeron el funcionamiento de la nueva línea de cremas cosméticas (Actenz Platinum). Esto fue ratificado por las usuarias-consumidoras, que aceptaron el producto a partir de su compra, y por el interés de un grupo multinacional para su comercialización, que asumió la venta del producto en el mercado local y fue responsable de su exportación. Al igual que la piel sintética, esta experiencia constituyó una “primera aproximación” a un área de trabajo que se continuó expandiendo por parte del equipo de NanoMat: la micro y nano encapsulación.

### **Conocimientos y aprendizajes tecno-cognitivos y organizacionales**

En ambos desarrollos los procesos de I+D fueron viabilizados en la medida en que las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno habilitaron la circulación de procesos, y prácticas tecno-cognitivas y organizacionales singulares. Además, las dinámicas problemas/solución no sólo promovieron procesos vinculativos diversos y heterogéneos NanoMat-Entorno, sino que estimularon el despliegue de dichos procesos y prácticas tecno-cognitivas y organizacionales.

Si bien las nanotecnologías constituyen un área de conocimiento intrínsecamente transversal, este aspecto parece haber sido viabilizado y potenciado tanto por dinámicas internas a la Unidad de nanotecnología (incorporación de

distintas disciplinas al equipo de investigadores) como por las dinámicas vinculativas del Centro con su entorno. De forma estilizada, los conocimientos fueron producidos en el marco de dinámicas cognitivas que pueden caracterizarse como propias de lo que Shinn (2000) denomina un “régimen transitorio de producción de conocimientos”<sup>17</sup>. Este régimen de producción científica se caracteriza por el hecho de que:

[...] las oportunidades intelectuales, técnicas y profesionales aparecen a menudo en la periferia/frontera de los campos disciplinarios clásicos. La mayor parte del tiempo, la búsqueda de recursos cognitivos, materiales o humanos suplementarios compromete a dos o tres disciplinas. El movimiento se inscribe en un modelo oscilatorio de ida y vuelta. En el régimen transitorio, el centro principal de la identidad y de la acción de los practicantes está todavía ligado a las disciplinas, mientras que los individuos atraviesan los campos disciplinarios. Así, el movimiento de los investigadores se sitúa en un modelo oscilatorio de ida y vuelta entre esos campos. Este es muy a menudo el caso del nacimiento de nuevas disciplinas, que se encuentran en una encrucijada de diversos campos disciplinarios. Aquí, sin embargo, las demarcaciones institucionales y las formas de división del trabajo científico continúan siendo de una gran importancia, incluso cuando resultan atravesadas de un modo específico (Taborga, 2005: 6).

---

<sup>17</sup> Shinn (2000) clasificó tipos de regímenes de investigación científica y tecnológica a partir de relacionar aspectos cognitivos con las formas sociales que asumen las organizaciones donde se despliegan los procesos de investigación, para demarcarlos en tres tipos: disciplinario, transitorio y transversal.

Aun cuando las distintas formaciones disciplinares de los investigadores (química, física, biología, bioquímica) de NanoMat se subordinaron a los objetivos generales de las investigaciones, e interactuaron atravesando de forma flexible los campos disciplinares, es posible identificar sus prácticas investigativas concretas en el marco de una división de trabajo centrada en sus disciplinas originales.

Los aprendizajes para la incorporación de nuevos conocimientos, capacidades y habilidades ocuparon un lugar central en los procesos de I+D asociados a los artefactos. Las dinámicas interactivas que NanoMat entabló con su entorno también tuvieron un papel central a la hora de viabilizar los aprendizajes. En las trayectorias de ambos desarrollos se produjeron aprendizajes, principalmente, en la medida en que se fue haciendo y por interacción con el entorno. Estos dos tipos de aprendizajes también estuvieron asociados a la incorporación y puesta en funcionamiento de equipos y sistemas, así como de funcionamiento organizacional. Además, los investigadores mostraron tener flexibilidad en el uso de sus capacidades y habilidades a la hora de resolver problemas prácticos.

Las alianzas que se fueron generando, a lo largo de la trayectoria de la piel, con actores sociales de otras unidades de investigación con las que se relacionó NanoMat oficiaron de plataforma para aprendizajes. Proyectos elaborados en conjunto con investigadores del entorno habilitaron espacios para la producción de aprendizajes mediante una lógica de transferencia de conocimientos a partir del intercambio con “expertos”. Los intercambios con expertos extranjeros dinamizaron la incorporación de conocimientos específicos en el campo de las nanotecnologías, así como la incorporación de conocimientos más amplios en relación con las matrices sintéticas. Simultáneamente, se transfirieron conocimientos tecno-

organizacionales sobre aspectos necesarios para la instalación de una potencial planta que permitiera el escalado de la matriz artificial en el ámbito local. Estas instancias de intercambio contribuyeron, además, a potenciar el carácter transdisciplinario del equipo de investigadores de NanoMat.

Con el objetivo de articular la oferta con la demanda –a partir de la captación de empresarios interesados y dispuestos a financiar las últimas fases del desarrollo de la piel sintética, así como de asumir la comercialización del producto acabado (innovación de producto)– los investigadores de NanoMat generaron capacidades de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Dichas capacidades, que se concentraron en unos pocos integrantes del equipo, se orientaron al análisis estratégico del entorno de NanoMat. La práctica empresarial se asumió, por lo tanto, como una actividad central para la potencial viabilidad de este proceso innovativo.

En el caso del liposomado de extracto de flor de marcela, la forma contractual en que se materializó el acuerdo Grinlab-NanoMat fue el resultado de aprendizajes organizacionales que llevó a emular el contrato legal entre Grinlab y la asociación Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable, celebrado en la primera etapa de la trayectoria de la crema cosmética de la línea Actenz.

El acuerdo de confidencialidad se asumió como la estrategia más robusta frente al patentamiento a la hora de asegurar el uso exclusivo de los derechos de producción y comercialización de la línea cosmética Actenz Platinum, por parte de Grinlab. Como contrapartida, los investigadores de NanoMat vieron obturada la posibilidad de difundir, a través de artículos académicos, los conocimientos tecnológicos generados y utilizados. Este hecho fue identificado por los propios

investigadores como una contradicción intrínseca a las dinámicas de I+D que responden a procesos vinculativos Universidad-Sector Productivo que se inscriben en lógicas que privilegian la apropiación de los conocimientos generados por parte de las firmas asociadas. Mientras que a nivel normativo se estimula que los investigadores interactúen con el sector productivo, por otro lado, en ese mismo acto, se clausura la posibilidad de realizar una práctica privilegiada para la motivación, prestigio y legitimidad académica: la difusión de los conocimientos generados. El *curriculum* de los investigadores es clave para la sustentabilidad de los cargos en la Udelar (renovación de contratos o concursos de ascenso), para la financiación de los salarios (horas docentes), así como para la obtención de fondos para solventar líneas de investigación.

Las trayectorias de ambos artefactos dan cuenta de un desenlace caracterizado por la emergencia de nuevas líneas de I+D y nuevos procesos asociativos. En efecto, las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno facilitaron y viabilizaron procesos de generación y acumulación de conocimientos y capacidades tecno-cognitivas que se tradujeron en nuevas líneas de I+D, en relación con nuevas dinámicas asociativas que involucraron a NanoMat con otras unidades de investigación, así como a investigadores individuales. Estas nuevas líneas de trabajo y alianzas se visualizaron, por parte de los investigadores de NanoMat, como el “futuro” de la Unidad de nanotecnología. Las nuevas alianzas pusieron en circulación publicaciones en revistas arbitradas y proyectos conjuntos.

## **Estilo de interacción NanoMat-Entorno**

En términos generales, el estilo de vinculación NanoMat-Entorno puede ser conceptualizado como un sistema. Esto es, como una entidad caracterizada por la interrelación de elementos heterogéneos: actores colectivos e individuales (científicos, tecnólogos, empresarios y personal técnico y administrativo), problemas/soluciones, conocimientos, aprendizajes, capacidades, equipamientos, instalaciones, insumos, acuerdos informales, contratos legales, derechos de propiedad, secretos tecnológicos y dinero. Estos elementos interactuaron de forma no lineal para configurar lo que puede decirse constituye un patrón singular de interacción NanoMat-Entorno. Del análisis empírico se desprende que los objetivos del sistema –a partir de los cuales estos elementos heterogéneos se organizaron e interactuaron– se estructuraron funcionalmente en relación a los desarrollos artefactuales. En este sentido, puede decirse que se configuraron subsistemas interactivos dentro de la entidad interacción NanoMat-Entorno.

Si bien el Sector Productivo privado se posicionó como un input (estímulo externo) central a la hora de dinamizar/no dinamizar los procesos de I+D que involucraron a NanoMat con su entorno, los procesos vinculativos se caracterizaron por redes de coaliciones diversas y complejas en las que se involucraron, de distinta manera, otras unidades de investigación e instituciones públicas de promoción y financiación de la CTI. Estos actores cumplieron un papel sustantivo para la resolución de los problemas tecno-cognitivos que se fueron presentando a lo largo de la trayectoria de los artefactos. Las alianzas con estos ámbitos públicos se constituyeron en condición necesaria para la viabilidad, parcial o total, de los desarrollos artefactuales.

Las condiciones de posibilidad de los resultados alcanzados en los procesos de I+D y el acceso (efectivo o potencial) por parte de los usuarios finales estuvo mediado por la disponibilidad de recursos económicos. En este sentido, el mecanismo de financiación estatal a través de proyectos concursables fue clave. Sin embargo, el caso de la piel sintética evidenció que este dispositivo presentó restricciones a la hora de dar sustentabilidad a aquellas etapas que requirieron mayor flujo de capital, y donde el sector privado no estuvo dispuesto a intervenir. La capacidad de los investigadores para procurar sus propias fuentes de financiación ocupó un lugar central.

Fueron las dinámicas problemas/solución que se presentaron a lo largo de las trayectorias históricas de cada uno de los artefactos las que estimularon (dinamizaron) los procesos vinculativos NanoMat-Entorno. Las redes de coaliciones singulares se configuraron en la medida que emergieron problemas y en que se procuró su resolución. Estas redes se caracterizaron por presentar distinto grado de formalidad y duración. NanoMat se ubicó como un actor protagónico a la hora de dinamizar el entrelazamiento de los diversos elementos sociales y tecnológicos involucrados, en lo que, siguiendo a Callon (1998) se constituyeron como redes capaces de ir redefiniendo y transformando, a lo largo del tiempo, aquello de lo que estaban hechas. Las dinámicas vinculativas con el entorno fueron, a la vez, una estrategia y un espacio de oportunidades para los investigadores de NanoMat a la hora de enfrentar los desafíos y obstáculos con los que se encontraron en las distintas fases de las trayectorias de los artefactos. Los desafíos implicaron aspectos económicos (obtención de recursos financieros), tecno-cognitivos, de disponibilidad de insumos, equipamientos e instalaciones, así como contractuales y legales.

Las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno respondieron a una característica intrínseca de las nanotecnologías: la multidisciplinariedad. Como advierte Vessuri (1995: 5): “la instrumentalización de la ciencia para la solución de tareas o misiones estrechamente definidas” se expresa en la emergencia de “comunidades multidisciplinarias de tareas”, donde científicos y tecnólogos establecen una nueva alianza. En este marco, la idea de investigación describe mejor que la de ciencia esta alianza entre ambos actores. Ante la búsqueda de soluciones a complejos problemas sociales se produce una ruptura con la tradicional lógica disciplinaria de las comunidades científicas. No obstante, aunque los investigadores desplegaron sus acciones bajo la lógica de las comunidades multidisciplinarias aún pueden seguir siendo clasificados en las disciplinas con arreglo a las clásicas “comunidades disciplinarias”. La confluencia y articulación de los distintos conocimientos teóricos y capacidades disciplinares que poseían originalmente los investigadores de NanoMat posibilitaron avanzar en los procesos de I+D.

Los aprendizajes que permitieron la incorporación de nuevos conocimientos, capacidades y habilidades –tecno-cognitivas, vinculativas y de puesta en funcionamiento de equipos– fueron viabilizados por las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno. De este modo, los investigadores de NanoMat lograron respuestas adecuadas tanto para problemas tecno-cognitivos como para definir estrategias vinculativas que les permitieran o bien responder a las demandas del cliente –en el caso del encapsulamiento de liposomas de flor de marcela– o bien la captación de potenciales inversores –en el caso de la membrana colagénica–, independientemente de los resultados obtenidos a partir de sus acciones. Asimismo, los investigadores pusieron en juego sus capacidades para traducir los problemas

originales en soluciones artefactuales en el área de las nanotecnologías, a partir de dinamizar el alineamiento de elementos heterogéneos intrínsecos al propio Centro, así como de su entorno. La capacidad de los investigadores para entablar interacciones con el entorno se constituyó en un aspecto central del estilo de vinculación NanoMat-Entorno.

El desarrollo de los artefactos permitió a NanoMat generar una trayectoria acumulativa de conocimientos y capacidades tecno-cognitivas y vinculativas. A su vez, este patrón de acumulación virtuosa devino en nuevas líneas de investigación para NanoMat, al tiempo que condujo a la emergencia de nuevos procesos interactivos que involucraron a la Unidad de nanotecnología con otras unidades de investigación, así como con investigadores individuales –que si bien se encontraban inscriptos en institutos de investigación públicos entablaron alianzas de forma personal–. Estas líneas se percibieron por parte de los investigadores de NanoMat como áreas estratégicas de I+D que debían consolidarse de cara al “futuro”. Este hecho da cuenta de la capacidad del Centro para reorientar sus aprendizajes hacia nuevos desafíos.

El análisis de las trayectorias socio-técnicas de dos artefactos no sólo permitió comprender como se concibieron, diseñaron y desarrollaron estas tecnologías, sino que, además, permitió relacionar estos procesos con un estilo de interacción Universidad-Entorno que involucró a una Unidad de I+D de la Udelar específicamente creada para la vinculación con el sector productivo. Las dinámicas interactivas NanoMat-Entorno se han constituido en una unidad relevante de análisis en la medida que posibilitaron estudiar, relacionando, elementos heterogéneos singulares en el marco de una institucionalidad de I+D especializada en

nanotecnologías. El estudio no se focalizó estrictamente en aquello que ocurrió en NanoMat en tanto *locus* o “sitio de investigación” (Knorr-Cetina, 1996) que opera como un sistema cerrado, sino en el proceso relacional de la Unidad de I+D con su entorno social, productivo y científico y tecnológico. De esta manera, analíticamente, los procesos interactivos socio-técnicos constituyeron las unidades contextuales donde se organizó social y cognitivamente NanoMat; es decir, donde se desplegaron las relaciones problema/solución y las dinámicas tecno-cognitivas y tecno-organizacionales que involucran a la Unidad de I+D.

NanoMat fue concebido desde su origen como un arreglo institucional para la producción y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos a partir de emular a modelos paradigmáticos de vinculación Universidad-Sector Productivo. Bajo el influjo de enfoques normativos y estructurales, con la creación del primer laboratorio o unidad especializada de investigación en nanotecnologías se buscó materializar en el ámbito nacional una institucionalidad capaz de promover la estrecha articulación de la Universidad con el mercado. Desde estos enfoques la articulación Universidad-Sector Productivo ha sido concebida como *locus* privilegiado para los procesos de producción de conocimientos científicos y tecnológicos, y como estratégica a la hora de promover el desarrollo en los países. Estas “formas institucionales isomórficas” fueron alentadas en la región bajo la “creencia universal en la utilidad de la ciencia y la tecnología para el desarrollo nacional” (Vessuri, 1995: 6). Sin embargo, el presente estudio de caso da cuenta de cómo un modelo institucional para la vinculación Universidad-Sector Productivo concebido e internalizado en su origen bajo el influjo de políticas de CTI normativas –fundamentadas, en esencia, en modelos lineales de innovación– se caracterizó, en

los hechos, por el despliegue de dinámicas interactivas diversas y complejas en las que intervinieron elementos heterogéneos, tanto tecnológicos como sociales, que se co-construyeron. El trabajo da cuenta de la existencia de procesos innovativos densos, no lineales.

El estudio expone cómo aun cuando los procesos de I+D se conciben en estrecha articulación con el mercado su viabilidad también se encuentra fuertemente asociada a la posibilidad de generar alianzas con otros espacios de investigación e instituciones públicas de promoción y financiación de la CTI. Estas alianzas se constituyen en condición necesaria para la resolución de los problemas y para el cumplimiento de los objetivos perseguidos, en la medida que el sector público se presenta como un actor central a la hora de dar factibilidad a dichos procesos.

A partir del análisis de la trayectoria de la membrana colagénica para reposición dérmica, es posible afirmar que las interacciones que NanoMat entabló con su entorno se insertaron en un contexto estructuralmente caracterizado por: (a) la ausencia a nivel nacional de un sector privado dispuesto a asumir riesgos, (b) la restricción de fondos públicos para sostener procesos de I+D de largo aliento, y (c) un sistema científico y tecnológico de innovación que presentó restricciones relativas a la hora de articular infraestructura científico-tecnológica, estructura productiva y gobierno. En términos generales, los investigadores de NanoMat buscaron sortear estos déficits institucionales (nivel macro) a partir de esfuerzos individuales (nivel micro), de forma tangencial a la estructura Parque Científico y Tecnológico / Polo Tecnológico / Unidad de I+D especializada en nanotecnologías (nivel meso). La ausencia de estructuras capaces de dinamizar, de hecho, la captación de actores del sector privado para financiar fases críticas del proceso de desarrollo, así como para

la potencial producción en serie, condujo a que estas actividades estuvieran centradas, fundamentalmente, en algunos investigadores de la Unidad de nanotecnología. Ello devino en aprendizajes que contribuyeron al desarrollo de competencias que posibilitaron dinamizar a lo largo del tiempo nuevos procesos interactivos NanoMat-Entorno. Sin embargo, como contrapartida, estas actividades dispersaron a los investigadores de sus actividades centrales de I+D, generando costos de oportunidad académicos, tanto personales como colectivos.

El caso del encapsulado de liposomas de extracto de marcela permitió identificar la presencia de tensiones provocadas, por un lado, por la necesidad de generar prácticas de reconocimiento y legitimación propias del quehacer científico y, por otro lado, por la necesidad de garantizar la rentabilidad de las inversiones al Entorno Productivo privado. En efecto, el sector privado se dispuso a acompañar y financiar procesos de I+D en la medida que estos se mantuvieran bajo la figura de secreto industrial y comercial, forma jurídica que permitió asegurar a la empresa los beneficios en el mercado de las innovaciones realizadas. Sin embargo, ello restringió a los investigadores el hecho de poner en práctica procesos intrínsecos de legitimación de la actividad científico-académica: la difusión de los resultados de investigación en los que participaron activamente. La posibilidad de obtener fuentes de financiación a fin de dar sustentabilidad a los procesos de I+D se depositó, por excelencia, en la capacidad del propio grupo de investigación. Sin embargo, el contexto general en el que se inscribió esta práctica más que contribuir a la legitimidad académica de los investigadores parece haberla limitado: se presentó un dilema entre la necesidad de obtener financiación y la necesidad de legitimación para sostener la membresía en la Udelar.

Analíticamente, fueron las dinámicas relacionales NanoMat-Entorno las que constituyeron la unidad de análisis para el estudio de los procesos y prácticas tecnocognitivos –que, como se ha procurado mostrar, se relacionaron con la resolución de problemas concretos en las trayectorias de los artefactos–. En este sentido, el presente trabajo se aparta de un abordaje internalista y se aproxima a la noción de “arenas transepistémicas” propuesto por Knorr-Cetina (1996: 151): “no tiene sentido buscar una ‘comunidad de especialidad’ como el contexto relevante para la producción de conocimiento”. Ello significa que son los “compromisos contextuales” (“transepistémicos”) los que de alguna manera “afectan a, o son una parte intrínseca de, la producción de conocimiento tal cual se la ve en el laboratorio”<sup>18</sup>. Las dinámicas NanoMat-Entorno se caracterizaron por vincular elementos científicos y no científicos. En las dinámicas interactivas fluye “el no límite entre lo no científico y lo científico y también entre lo micro y lo macro que se produce, o producen, las relaciones que se dan en las arenas transepistémicas” (Taborga, 2005: 7). En la interacción NanoMat-Entorno se definieron problemas y se negociaron soluciones y recursos que se tradujeron en productos artefactuales concretos. En este sentido, NanoMat no debe ser concebido como un sistema cerrado que recibe *inputs* o estímulos externos y que genera *outputs* en forma de respuestas o soluciones científico-tecnológicas.

---

<sup>18</sup> “Ahora es mi intención postular que los compromisos transepistémicos de los científicos son el lugar [*locus*] en el cual se definen, revisan y negocian las traducciones de la decisión (los criterios) invocados por las elecciones del laboratorio, en conexión con las negociaciones acerca de los recursos en juego en varias relaciones.” (Knorr-Cetina, 1996: 156)

Si bien NanoMat se enunció y materializó en su origen bajo la determinación de una política de CTI que, de forma explícita, promovió procesos vinculativos Universidad-Sector Productivo y la producción de conocimientos orientada por la demanda potencial del Entorno Productivo, el estudio de caso ha permitido observar que en los hechos las dinámicas vinculativas NanoMat-Entorno no se redujeron a dicha racionalidad. En cambio, los procesos vinculativos estuvieron direccionados por racionalidades diversas. En el plano de los actores, la racionalidad de los investigadores de NanoMat no se limitó exclusivamente a la científica-tecnológica, sino que intervinieron, integrándose a ella, otras: la socio-política y la económica. Ellas orientaron las acciones de los investigadores a la hora de definir los problemas originarios que estimularon los procesos de I+D, así como aspectos prácticos a lo largo de las trayectorias de los artefactos. Quizás este sea un aspecto clave a la hora de intentar comprender cómo una institución creada específicamente para la vinculación Universidad-Sector Productivo en el marco de la Udelar no estuvo ajena a la búsqueda de una solución tecnológica adecuada a un problema social y sanitario de la realidad local, que afecta a los sectores socio-económicamente más vulnerados. ¿Podría afirmarse que el rol propositivo de los investigadores para introducir en su agenda procesos de I+D orientados a contribuir a un problema de salud pública se inscribió en una matriz ideológica propia del pensamiento latinoamericano, que desde larga data ubica a la Universidad Pública como un actor comprometido con su entorno social y político? Si se asume una respuesta afirmativa a esta interrogante entonces cabe preguntarse: ¿Cuál es el alcance efectivo de esta racionalidad cuando todo el proceso se subsume, en última instancia, a la lógica del mercado? Concretamente, ¿por qué pese a los esfuerzos

de los investigadores del NanoMat para alinear fondos económicos del Entorno Productivo privado fracasaron las alianzas para que la piel sintética alcanzara la fase de escalado? El estudio muestra que cuando se trata de un desarrollo orientado a la inclusión social –como este caso – se presentan cuellos de botella a la hora de superar la fase de prototipo. Entonces, ¿cómo generar dinámicas de desarrollo tecno-productivo orientadas a dar respuestas viables a problemas sociales por parte de la Udelar, en particular cuando se trata de tecnologías intensivas en conocimientos científico-tecnológicos y donde los usuarios-beneficiarios no se encuentran organizados? ¿Cuán factible es la concreción de este tipo de desarrollos en el marco de alianzas que se configuran, en última instancia, por la lógica del mercado? ¿Por qué el sector privado encontraría interés en un desarrollo, como la piel sintética, cuyo propósito principal es que sea comercializado a bajo costo –para garantizar su accesibilidad a los sectores más vulnerados–?

La pregunta sustantiva parece ser, por lo tanto, cómo compatibilizar el ideario del compromiso social y político de la Universidad Latinoamericana con una racionalidad que en los hechos obtura la posibilidad de efectivizarlo. Ello implica referir la adecuación/inadecuación de las innovaciones tecnológicas orientadas a la inclusión social a la racionalidad que, en última instancia, estructura todos los procesos: la económica (el mercado). De esta manera, las acciones – independientemente de las intenciones que las movilizan– siempre deben ser referidas al principio de realidad o racionalidad última que las estructuran. Esta tensión se materializa tanto en el plano de los artefactos (la imposibilidad de dar respuesta tecnológica al problema social que motivó el desarrollo) como de los

actores (la dificultad de los investigadores para sostener la legitimidad exigida por la academia frente a las dinámicas impuestas por el mercado).

## **Consideraciones finales**

El presente estudio abordó la relación Universidad-Entorno a partir de analizar estrategias, actores y procesos interactivos concretos. La investigación ha procurado contribuir a mostrar que, más allá de los aspectos normativos que los orienten, los procesos y las dinámicas relacionales Universidad-Entorno se inscriben en lógicas que merecen ser comprendidas en sí mismas en cada caso concreto. Bajo este marco, se ha observado cómo la naturaleza contingente de los procesos interactivos que involucraron a NanoMat se inscribió en elementos estructurales sobre los que se dinamizó esa contingencia.

Los desarrollos artefactuales estudiados no sólo fueron causa, sino que también fueron consecuencia de las dinámicas vinculativas NanoMat-Entorno. La inclusión de ambos desarrollos artefactuales en la agenda de I+D de NanoMat no sólo promovió dinámicas interactivas, sino que, también, favoreció la generación de capacidades vinculativas interinstitucionales. Puede decirse que la confluencia de todos los aspectos devino en un estilo socio-técnico de interacción NanoMat-Entorno. Este estilo de interacción efectivo o real se distanció del estilo de vinculación nominal o modélico.

Es necesario profundizar sobre la forma en cómo se vinculan las universidades con su entorno en América Latina, y el lugar que asume la producción y el uso de los conocimientos científicos y tecnológicos en relación con estos procesos en cada

caso concreto. En relación con ello: primero, se torna necesario ahondar en la demarcación de los distintos entornos con los que interactúa la universidad a partir de la descripción y el análisis de distintas experiencias concretas. Segundo, cabe preguntarse, ¿cómo estos procesos interactivos se relacionan con la producción y con el uso de los conocimientos generados? Tercero, debe contemplarse que un estilo de vinculación Universidad-Entorno concreto siempre implica la interacción de elementos, tanto sociales como tecnológicos situados. Ahora bien, ¿en qué medida cada experiencia situada responde a rasgos que son propios de la región latinoamericana y a lógicas estructurales globales? En cuarto, y último lugar, a la hora de describir e interpretar procesos vinculativos Universidad-Entorno locales, ¿cuál es la pertinencia y el alcance de adoptar marcos interpretativos con pretensiones universalistas? Al proponerse abrir la caja negra desde el abordaje socio-técnico, el presente trabajo ha procurado tomar distancia de una forma de entender el éxito tanto de las dinámicas vinculativas como de los desarrollos artefactuales. En este sentido, puede decirse que se asume una ruptura con visiones exitistas a la hora de comprender estos procesos.

## **Referencias bibliográficas**

Aguiar, D. (2011), *Análisis de procesos socio-técnicos de construcción de tecnologías intensivas en conocimiento en la Argentina. Un abordaje desde la sociología de la tecnología sobre una empresa de biotecnología en el sector salud. El caso Biosidus S. A. (1975-2005)*, Tesis del Programa de Doctorado en Ciencias Sociales, FLACSO, Argentina.

- Alonso, L. (2003), *La mirada cualitativa en Sociología*, Madrid, Fundamentos.
- Alzugaray, S., Mederos, L. y Sutz, J. (2011): “La investigación científica contribuyendo a la inclusión social”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 6(17), pp. 11-30.
- Callon, M. (1998): “El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta del análisis sociológico”, en M. Doménech y F. Tirado, ed., *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Madrid, Gedisa, pp. 143-170.
- Contreras, M. (2010), “Los caminos de la piel sintética”, Montevideo, *Separata, Brecha*, 23 de abril.
- El Observador (2011), “Contraflor al resto”, Montevideo, *Editorial, El Observador*, 10 de octubre.
- Garrido, S., Lalouf, A., y Thomas, H. (2007), “Navegación marítima, construcción naval y trata de esclavos entre los siglos XVIII y XIX. Análisis socio-técnico de un proceso de co-construcción de artefactos y sociedades”, en *XI Jornadas Interescuelas, Departamento de Historia, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Tucumán*, San Miguel de Tucumán.
- Garrido, S., Lalouf, A., Thomas, H. (2011), “Veleros y vapores, velocidad y engaño. Análisis socio-técnico de las transformaciones en la navegación marítima en el proceso de abolición del comercio atlántico de esclavos (siglo XIX)”, *Historia Crítica*, (44), pp. 32-54.
- Garrido, S., Lalouf, A., y Moreira, A. (2014), “Tecnologías para la inclusión social y dinámicas desarrollo sustentable. Análisis socio-técnico de experiencias de

desarrollo local basadas en el aprovechamiento de energías renovables”,  
*Astrolabio*, (12), pp. 73-105.

Glaser, B. y Strauss, A. (1967), *The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research*, Chicago, Aldine.

Hughes, T. (1983), *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*.  
*Baltimore*, John Hopkins University Press.

Instituto Polo Tecnológico de Pando (s/f), *Web del Instituto Tecnológico de Pando*.  
Disponible en: <http://www.polotecnologico.fq.edu.uy/es/>

Knorr-Cetina, K. (1996), “¿Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciencia”,  
*REDES*, 7(3), pp. 129-160.

Memoria Udelar (2008), *Memorias del Rectorado*, Udelar. Disponible en:  
<https://udelar.edu.uy/portal/institucional/memorias-de-la-udelar/>

Miller, G. y Senjen, R. (2008), “Del laboratorio a la cadena alimenticia: las nanotecnologías en los alimentos y la agricultura”, en G. Foladori, G. y N. Invernizzi, coord., *Nanotecnologías en la Alimentación y Agricultura*, Montevideo, Udelar, pp. 25-79.

Pardo, H. (2010), “Nanomateriales con potenciales aplicaciones tecnológicas desarrollados en el Centro NanoMat, Polo Tecnológico de Pando, Facultad de Química”, en A. Chiancone y G. Foladori, coord., *Las Nanotecnologías en Uruguay*, Montevideo, CSEAM-Udelar, pp. 37-38.

Pardo, H. (2012), “Nanomateriales con potenciales aplicaciones tecnológicas desarrollados en el Centro NanoMat, Polo Tecnológico de Pando, Facultad de

Química”, en A. Chiancone y G. Foladori, coord., *Las nanotecnologías en Uruguay*, Montevideo, Espacio Interdisciplinario-Udelar, pp. 43-52.

Pinch, T. y Bijker, W. (2008), “La construcción social de hechos y de artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente”, en H. Thomas y A. Buch, (coord.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, pp. 19-62.

Portal Udelar (2010), *Científicos crean piel sintética para tratamiento de quemados*.

Disponible en: <http://www.universidad.edu.uy/prensa/renderItem/itemId/26261>

Portal Udelar (2013), *Polo Tecnológico de Pando: Encuentro seguro entre el sector productivo y la Universidad*. Disponible en:

<http://www.universidad.edu.uy/prensa/renderItem/itemId/34240/refererPagelId/12>

Portal Udelar (2014), *Parque Científico y Tecnológico de Pando se proyecta hacia el próximo quinquenio*. Disponible en:

<http://www.universidad.edu.uy/prensa/renderItem/itemId/36221>

Presidencia (2008), *Gobierno-Udelar. La investigación especializada en nanotecnología al servicio del país productivo*. Disponible en:

[http://www.presidencia.gub.uy/\\_Web/noticias/2008/04/2008042212.htm](http://www.presidencia.gub.uy/_Web/noticias/2008/04/2008042212.htm)

Presidencia (2012), *Nano y Bionegocios. Empresarios y académicos buscan tecnologías que mejoren calidad de los productos*. Disponible en:

<http://presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/ronda-bio-nano-tecnologias>

Rothwell, R. (1994), “Towards the Fifth-generation Innovation Process”, *International Marketing Review*, 11(1), pp. 7-31.

- Santos, G. y Thomas, H. (2012), "Inoculaciones, procesiones religiosas y cuarentenas. Configuración socio-técnica de las viruelas en América Latina: Funcionamiento y circulación de saberes entre Europa, África y América en el siglo XVIII", *Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, 18, (34), pp. 113-142.
- Shinn, T. (2000), "Formes de division du travail scientifique et convergence intellectuelle. La recherche technico-instrumentale", *Revue française de sociologie*, XVI Colloque International de la AISLF, Québec.
- Taborga, A. M. (2005), "Producción de conocimientos: un abordaje posible", en *V Coloquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul*, Mar del Plata.
- Thomas, H., Davyt, A. y Dagnino, R. (1997), "Racionalidades de la interacción Universidad-Empresa en América Latina (1955-1995)", *Espacios*, 18(1), pp. 83-110.
- Thomas, H. (2008), "Estructuras cerradas vs. procesos dinámicos: Trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico", en H. Thomas y A. Buch, coord., *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología*, Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, pp. 212-262.
- Uruguay XXI (2014), Industria farmacéutica. Oportunidades de inversión extranjera en Uruguay. Recuperado de: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/inversiones/wp-content/uploads/sites/3/2014/09/Industria-farmaceutica.pdf>
- Velho, L. (2011), "Conceitos de Ciência e a Política Científica, Tecnológica e de Inovação", *Sociologias*, 13, (26), pp. 128-153.

Velho, L., Velho, P., Davyt, A. (1998), “Las políticas e instrumentos de vinculación Universidad-Empresa en los países del Mercosur”, *Educación Superior y Sociedad*, 9(1), pp. 51-76.

Vercelli, A. y Thomas, H. (2007), “La co-construcción de tecnologías y regulaciones: análisis socio-técnico de un artefacto anti-copia de Sony- BMG”, *Espacios*, 28(3), pp. 23-25.

Vessuri, H. (1995), “La Academia va al mercado. Un enfoque sociológico de las relaciones de los investigadores académicos con el mundo productivo”, en H. Vessuri, comp., *La Academia va al mercado. Relaciones de científicos académicos con clientes externos*, Fondo Editorial FINTEC, pp. 17-38.

*Artículo recibido el 8 de abril de 2024*

*Aprobado para su publicación el 30 de junio de 2024*