

Desarrollo de clusters y polos tecnológicos en el marco de la política tecnológica nacional: El caso de la UNSAM¹

Pablo Lavarello,² Verónica Robert,³ Mariana Minervini,⁴ Octavio Lerena,⁴



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Resumen

La cuestión de la transferencia tecnológica y la construcción de *clusters* y polos tecnológicos es un elemento clave del diseño de la política de ciencia y tecnología. En particular, a partir de la emergencia de nuevas tecnologías basadas en la ciencia –nuevos materiales, biología molecular y nanociencias– donde la interacción entre las empresas locales y las universidades se transforma en una de las fuentes esenciales para la innovación, la perspectiva convencional del modelo lineal debe ser redefinida. Los casos internacionales exitosos sugieren que la emergencia de polos tecnológicos requiere por un lado, procesos *bottom-up* que favorezcan la interacción en forma espontánea y, por otro, una articulación con políticas nacionales *top-down*. En este sentido la articulación con la política nacional de ciencia y tecnología ocupa un rol clave.

En el caso de la biotecnología, la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) parte de un importante acervo de conocimiento en ciencias básicas que en el marco de las políticas del MINCYT de Fondos Sectoriales (FONARSEC) abrió el camino a experiencias de desarrollos biotecnológicos con la posibilidad de incubar empresas, como se advierte en los casos de desarrollos de test diagnósticos (para Chagas y e-coli con dispositivos micro-nano-electrónicos) y vacunas veterinarias (brucelosis). En este contexto, las políticas de oferta alentadas por el Mincyt catalizaron un proceso en curso que se dio en forma relativamente auto-organizada (*bottom-up*). La UNSAM también incluye una trayectoria diferente impulsada por mecanismos *top-down* con grupos abocados al desarrollo de dispositivos micro-nanoelectrónicos con aplicaciones en antenas y radares para el uso en sectores sensibles como el aeroespacial y militar. Desarrollos que no hubieran sido posibles sin la articulación entre la UNSAM y la CNEA. En este caso, la demanda pública aparece como un articulador clave de desarrollos tecnológicos.

Palabras clave: Nanotecnología, Biotecnología, Proximidad.

¹ Este documento fue elaborado en el marco de las actividades de investigación desarrolladas por la Maestría en Desarrollo Económico de la UNSAM. Se agradecen los comentarios recibidos por Mercedes Marco del Pont, Cecilia Todesca Bocco, Diego Hurtado, Ana Castellani y Martín Abeles a una versión preliminar de este trabajo. Especialmente queremos agradecer a los investigadores de la UNSAM que generosamente aportaron su perspectiva en las entrevistas realizadas para la elaboración de este documento y durante el primer seminario sobre Economía, Tecnología y Desarrollo de la UNSAM, donde presentamos resultados preliminares.

² CEUR-CONICET, Maestría en desarrollo Económico IDAES-UNSAM.

³ UNGS-CONICET, Maestría en desarrollo Económico IDAES-UNSAM.

⁴ Maestría en Desarrollo Económico IDAES-UNSAM.

Introducción

Existe una amplia literatura que bajo diferentes denominaciones y abordajes teóricos ha analizado casos de experiencias exitosas en países desarrollados de entramados productivos locales como es el caso de los polos tecnológicos de Francia en los años '70, hasta los distritos tecnológicos y *clusters* científicos y tecnológicos de los años '90 (Saxenian, 1990 y 1996; Arthur, 1990; Bresnahan, Gambardella y Saxenian, 2005; Schmitz, 1992; Cooke y Morgan, 1994; Longhi, 1999; Niosi y Banik, 2005; Colyvas, 2007). Una parte de estos *clusters* han sido el terreno de expansión de nuevos paradigmas biotecnológicos y nanotecnológicos, fuentes de importantes oportunidades en una amplia gama de aplicaciones y sectores que generaron la posibilidad de complementarse con otras disciplinas (TICs, microelectrónica, nuevos materiales, física nuclear, entre otras).

Algunos pocos trabajos extendieron esta discusión a casos de países en desarrollo (Bell y Albu, 1999; Lastres *et al*, 2003; Reid-Henry, 2006; Bianchi, *et al* 2011; Vaidyanathan, 2008; Yoguely Boscherini, 1998 y 2001, Yoguel *et al*, 2009; Borello *et al* 2009; Robert, 2013), en los que la trayectoria tecnológica e institucional es sensiblemente diferente a la de los países del centro, dado el carácter históricamente subordinado y dependiente en términos de capacidades tecnológicas. En menor medida estos trabajos resaltan que la forma en que se articulan los distintos campos de conocimiento entre sí y su potencial en aplicaciones productivas en los sectores se encuentra asociada a la configuración institucional prevaleciente a nivel nacional y su inserción con las políticas de ciencia y tecnología.

En este documento nos proponemos presentar, a partir de la revisión de la literatura, un conjunto de elementos a tener en cuenta a la hora de analizar un caso en particular como lo es la UNSAM. Se buscará identificar, de forma altamente estilizada y preliminar, un conjunto de tensiones que deberían ser tomadas en cuenta a la hora de definir una agenda de investigación sobre la problemática de los *clusters* desde la Universidad: ¿la proximidad territorial es una condición necesaria y suficiente para el desarrollo de un *cluster* a partir de una Universidad? ¿O juegan un rol aún más importante el logro de otro tipo de proximidades? ¿La proximidad tecnológica a partir de la convergencia entre las bases de conocimiento de tecnologías diferentes es una condición para el desarrollo de un *cluster*? ¿La proximidad desde una perspectiva de la existencia de redes entre distintos tipos de organizaciones? ¿Cómo resolver los problemas de oportunismo y de asimetría de intereses sin quedar presos en una trayectoria institucional altamente integrada que desaproveche las oportunidades tecnológicas externas? ¿Esta dinámica de redes parte exclusivamente de un proceso “desde abajo” (*bottom up*) o se articula con proyectos “desde arriba” (*top down*) vinculados a las prioridades de desarrollo tecnológico a nivel nacional?

A fin de responder a estos interrogantes el trabajo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, presentamos ciertas dimensiones de proximidad caracterizadas en Boschma (2005) que servirán como marco teórico para el análisis de los casos. En segundo lugar, analizamos el caso de la UNSAM. A partir de entrevistas a los distintos grupos de investigación que se desempeñan actualmente en el Campus de la UNSAM y de información secundaria (memoria institucional, proyectos presentados, informes técnicos) identificamos las fortalezas en materia de investigación científico-tecnológica y en materia de transferencia que hoy exhiben sus grupos de investigación, así como las potencialidades de articulación entre ellos. Con la grilla conceptual elaborada buscaremos presentar en las conclusiones el conjunto de tensiones que pueden resultar de interés a la hora de profundizar el debate entre los distintos miembros de la comunidad universitaria sobre la orientación estratégica a seguir.

1. Entramados tecnológicos locales: hacia un marco conceptual

En un período histórico en el que las nuevas tecnologías, los estándares y formas organizacionales facilitan el control y la coordinación de actividades dispersas a nivel internacional, el territorio es revalorizado como espacio para el aprendizaje colectivo, la generación de nuevos conocimientos y la innovación.

Como sugiere Boschma (2005), para que las oportunidades científicas se traduzcan en nuevos desarrollos y productos, no solo se requiere proximidad geográfica sino también cierto grado de “**proximidad**” **tecnológica, organizacional e institucional** que faciliten y motiven la búsqueda de soluciones a problemas comunes.

La economía de la innovación sostiene que es necesario un grado intermedio de “proximidad tecnológica” para estimular el aprendizaje tecnológico (Rumelt, *et al* 1992). Mientras una limitada proximidad tecnológica entre dos actividades (por ejemplo: entre la fermentación láctea y la microelectrónica) no justifica la existencia de un entramado tecnológico, un exceso de proximidad tecnológica puede llegar a ser contraproducente en la medida que limita las oportunidades por afuera de los conocimientos existentes (efecto encerramiento o *lock in*).

Es necesario que existan otras condiciones para reducir la incertidumbre entre distintas organizaciones. La proximidad geográfica –entendida como la cercanía física absoluta y relativa entre las distintas firmas y organismos– es sin duda una de ellas. No obstante, como sugiere Boschma (2005) no es una condición necesaria porque puede ser reemplazada por otras condiciones y no es suficiente porque con la co-localización no se asegura la innovación.

En este sentido es importante tener en cuenta la *proximidad organizacional*, que refiere al grado de control jerárquico sobre los distintos agentes que intervienen en la innovación. Una distancia organizacional estrecha favorece los procesos de toma de decisiones mientras que una distancia organizacional más amplia puede bloquear decisiones autónomas de los actores impidiendo la generación de nuevos tipos de innovaciones en un contexto de oportunidades tecnológicas mayores (la aplicación de una tecnología militar en nuevos usos civiles).

En tercer término, el autor se refiere a la *proximidad social* que puede compensar la baja proximidad organizacional en presencia de redes de agentes autónomos. Los vínculos entre personas (formales o informales) resultan clave. Una vez más, para que dicha proximidad social no sea contraproducente, las redes sociales deben permanecer abiertas, ya que eso permite introducir cuotas de novedad en las interacciones y evitar los conflictos interpersonales.

Por último es importante tener en cuenta la *proximidad institucional*, referida a la relevancia de compartir un conjunto de leyes, hábitos, códigos y normas que regulen las conductas de los actores y reduzcan la incertidumbre en los procesos de innovación. En el sentido establecido por el autor, una alta proximidad institucional asociada a normas y códigos comunes entre los miembros limita el comportamiento oportunista. Como en los otros casos, un exceso de proximidad institucional es contraproducente en la medida que puede bloquear la apertura a nuevos tipos de innovaciones.

En síntesis, Boschma plantea que la proximidad geográfica es clave, pero que debe ser complementada con otras dimensiones de la proximidad para el éxito de un entramado innovador. Un excesivo énfasis en una visión de “abajo hacia arriba” (*bottom up*) impide indagar en qué grado estas experiencias se encuentran asociadas a su inserción en un conjunto de macro-instituciones. Desde la perspectiva de una Universidad de un país en

desarrollo como la UNSAM en Argentina, un aspecto importante a subrayar es que las condiciones más salientes para el desarrollo del entramado tecnológico son, por un lado, que se logre un grado intermedio de proximidad organizacional, institucional y social, que evite tanto la rigidez de trayectorias tecnológicas excluyentes, como la tendencia al oportunismo del sector privado. Por el otro, la necesidad de articularse con la política tecnológica nacional, con los organismos de I+D estatales y la demanda de tecnología en sectores estratégicos a fin que oferta y demanda tecnológica se refuercen mutuamente y evitar que las oportunidades abiertas por la Universidad se diluyan. En la siguiente sección analizaremos estos aspectos en el marco del rápido aunque incipiente desarrollo del entramado de la UNSAM.

2. Potencialidades para la emergencia de un entramado tecno-productivo en la UNSAM: valorizando las trayectorias previas

La UNSAM se presenta como una de las Universidades Públicas de la Argentina que en un lapso muy breve de tiempo ha logrado consolidar una base de conocimientos científicos con fuertes potencialidades de articulación con el sector productivo a partir de la generación de tecnología. Su localización en el conurbano norte de la Provincia de Buenos Aires, en el límite con la capital del país y a pocos metros de tres de las principales instituciones de CyT del país, la coloca en un lugar nodal para el desarrollo de ciertas actividades basadas en la ciencia. A diferencia del modelo tradicional de Universidad humboldtiana prevaleciente en las grandes universidades argentinas, desde su creación a mediados de los años '90, la UNSAM buscó vincular la investigación que realiza con la resolución de problemas locales y nacionales, impulsando las tareas de “investigación orientada”.

2.1. Articulación de la UNSAM con el sistema productivo: estudios de caso

La UNSAM se inserta activamente en la política nacional de ciencia y tecnología de Argentina, en particular en los programas de financiamiento de proyectos de desarrollo tecnológico orientados sectorialmente de interés, vinculadas a las biotecnologías y a las nanotecnologías. En los apartados siguientes analizaremos 2 proyectos de investigación y transferencia en curso con el objetivo de indagar bajo qué condiciones de proximidad organizacional, institucional y social han logrado transformar las oportunidades científicas en nuevos productos, procesos y servicios.

2.1.1 Convergencia entre nano y biotecnologías: nueva plataforma de nanobiosensores para el diagnóstico *in situ* de enfermedades infecciosas

La existencia de centros de investigación de referencia como los IIB de la UNSAM y la existencia de una base tecnológica en nanotecnologías del INTI ha sido el punto de partida para el desarrollo de este proyecto. Es un caso relevante de un proceso de innovación de “abajo hacia arriba” (*bottom up*) que se apoya en la articulación entre organismos públicos y empresas medianas y pequeñas (muchas de ellas desprendimientos previos de estos organismos) en el marco de una estrategia de propiedad intelectual que permite valorizar la tecnología. El mismo consiste en el desarrollo de un inmunobiosensor, esto es, un dispositivo que integra un sistema sensor nanoelectrónico con un reactivo biotecnológico. Este inmunobiosensor permite detectar *in situ* una serie de enfermedades en animales o humanos, en un lapso de tiempo muy reducido y sin tener que transportar las muestras desde el lugar en el que las mismas fueron recogidas. El proyecto, financiado por la Agencia Nacional de Ciencia y Tecnología, se formaliza a partir del año 2010, involucrando alrededor de 50 investigadores, técnicos y estudiantes. El punto de partida es un antígeno recombinante, una glicoproteína, a la que se accedió a partir de vinculaciones informales

con investigadores argentinos radicados en la Universidad de Alberta (Canadá), abriendo la posibilidad de identificar un nuevo uso en diagnósticos que dio lugar a una patente entre la Universidad extranjera y el IIB.

Dadas las diferencias entre los campos de conocimiento, el desarrollo fue posible en la medida que existía una organización en red, con una alta proximidad geográfica y fundamentalmente, una alta proximidad social de los investigadores.

Si bien la proximidad geográfica entre el campus de la UNSAM y el INTI constituye un factor que genera las condiciones para facilitar la interacción entre los científicos e ingenieros de las dos instituciones, es de particular importancia la proximidad organizacional “intermedia” de la Universidad y el INTI, en la medida que muchos investigadores de ambos comparten tareas *part times* sin dejar de pertenecer a sus instituciones de origen. La forma de vinculación en redes entre organismos y empresas, permite superar el oportunismo y el encerramiento en un conjunto acotado de tecnologías.

El proyecto se encuentra en la actualidad en su última etapa y los principales obstáculos para el escalamiento son de diseño de un componente microelectrónico lo suficientemente robusto para ser aplicado por personal no especializado y del marco regulatorio en las aplicaciones en sanidad animal. Mientras se logra avanzar en la solución de estos problemas, los responsables del proyecto han apostado a una mayor vinculación institucional con el sistema de salud que en definitiva es el usuario de estos desarrollos.

En resumen, el desarrollo de un nanobiosensor hizo realidad una de las principales promesas de las tecnologías genéricas: la convergencia entre distintas tecnologías para desarrollar plataformas comunes con potencial de diversificación productiva. Desde la concepción de la idea original hasta sus aplicaciones actuales, los avances fueron el resultado de un proceso de aprendizaje institucional en el que la solución de problemas técnicos fue exigiendo la readecuación del proyecto. De esta manera, como se verá en las siguientes secciones, la acumulación de capacidades sirvió de base para otros proyectos con alto potencial de impacto en la salud pública.

2.1.2 Sustitución de importaciones a partir de las necesidades del sector público en el sector salud: kit de diagnóstico temprano de *E. Coli*.

El kit de diagnóstico temprano Síndrome Urémico Hemolítico (SUH), causado por la *Escherichia Coli*, es uno de los principales subproductos que permitieron valorizar la plataforma de nanobiosensores desarrollada para el diagnóstico *in situ* de enfermedades infecciosas (NANOPOC).

El proyecto surge de la iniciativa del ANLIS-MALBRAN, motivado por las dificultades que enfrenta el sistema de salud derivados de los altos costos de los insumos importados, a lo que se suman las dificultades operativas para su importación en el marco de la restricción de divisas.

Desde la perspectiva de los problemas técnicos planteados en el proyecto previo, se busca resolver el límite que planteó el diseño del componente de aplicación microelectrónico, basándose en tiras reactivas como el ELISA (típicos en los *test* de embarazo de uso doméstico) cuya tecnología está ampliamente difundida y no exige importantes inversiones en desarrollo micro electrónico.

El proyecto mantiene su carácter de red semi-abierta que permitió modificar el concepto del proyecto de manera flexible mediante la incorporación del laboratorio público ANLIS-MALBRAN como impulsor del proyecto desde la demanda, y el reemplazo de la tecnología de nanosensores por las tiras Elisa, que requirió modificar la red de alianzas con la

incorporación de la empresa especializada en biotecnología Inmunova, vinculada al Instituto Leloir, para el desarrollo de anticuerpos a partir de camélidos.

2.1.3 Valorización de tecnologías biológicas / biotecnológicas en aplicaciones agro-ganaderas

La experiencia en los proyectos analizados en la sección previa posibilitó al IIB - UNSAM ampliar su red de alianzas y superar las barreras regulatorias en el área de salud animal. La flexibilidad de la organización en red permitirá desarrollar un gran proyecto orientado a valorizar sus capacidades tecnológicas en una multiplicidad de aplicaciones veterinarias. Partiendo de las interacciones previas con las empresas asociadas en el proyecto NANOPOC, Agropharma y Biochemiq, se buscará integrar a una empresa del sector ganadero CredilAgroganadera.

Ante la necesidad de la empresa de aumentar la relación de un ternero por vaca por año, el IIB de la UNSAM cuenta con un grupo de excelencia en técnicas de embriones *in vitro*, que permitiría sistematizar la producción de embriones. Para la UNSAM esto implica la posibilidad de acceder a un activo complementario crítico para desarrollar las áreas de desarrollo de nuevos tratamientos terapéuticos. CREDIL pondrá a disposición del proyecto sus establecimientos de *feedlot* bovinos para la realización de ensayos clínicos para dos desarrollos que actualmente pueden ser de prioridad para la política pública y posibilitará acceder a un activo complementario crucial como lo es el rodeo de *feedlot* para realizar los ensayos clínicos en tres proyectos:

a. Ensayos clínicos para una vacuna para la brucelosis: estos permitirán completar el desarrollo de la vacuna de brucelosis para el mercado local (actualmente solo aprobada para exportación) y mostrar al SENASA que en condiciones normales es posible reducir los positivos para brucelosis.

b. Desarrollo y ensayos clínicos para una vacuna para la E-Coli: Desarrollo de la vacuna pre faena para *feed-lot*, para casos de SUH, en el marco del proyecto más amplio iniciado con el ANLIS-MALBRAN para humanos. Esta vacuna busca bajar la incidencia de la bacteria *E. Coli* en los animales que los producen.

c. Sustitución de importaciones de dispositivos de diagnóstico de Virus de Leucosis y Tuberculosis-Paratuberculosis: En Argentina un alto porcentaje de animales tienen este retrovirus que implica una merma de producción del 10%. Actualmente estos dispositivos se importan.

2.1.4 Micro dispositivos electro-mecánicos (MEMs) en aplicaciones aeroespaciales

El proyecto refleja una trayectoria institucional mucho más amplia, instaurada desde la CNEA, y luego la CONAE, en el que el Estado Nacional desde el Ministerio de Defensa impulsó la emergencia de una de los pocos espacios en los que el Sistema Nacional de Innovación de la Argentina ha logrado un desempeño competitivo a nivel internacional. En este proyecto se articulan fundamentalmente dos organismos, la Escuela de Ciencia y Técnica de la UNSAM y la CNEA, a la que se agregan distintos organismos y empresas vinculadas a la CONAE. La idea del proyecto surge en el marco de fuertes relaciones de confianza entre los creadores de la Escuela de Ciencia y Técnica de la UNSAM y directivos de la CONAE.

En línea con la trayectoria tecnológica en el sector aeroespacial se trata de un desarrollo incremental que incorpora un nuevo dispositivo MEMs en los satélites. En lugar de las antenas móviles, se diseña una antena experimental en "Phasearrays" de lóbulos ordenados

cuatro por cuatro en una suerte de parrilla fija. Si bien se trata de una innovación incremental, no existe esta tecnología a nivel mundial, y su potencial es muy elevado: desde el uso en satélites hasta usos militares.

Si bien existe una alta complementariedad entre las capacidades tecnológicas involucradas, las mismas son muy diferentes. En una primera etapa exige una organización en red que combine los mecanismos de mercado con los organizacionales apoyándose en fuertes relaciones de confianza. En este sentido la cadena de valor del proyecto involucra el desarrollo *in house*, incluyendo el diseño, la simulación y patentamiento, la externalización de la etapa de fabricación en una *foundry* localizada en Trento-Italia, y la caracterización a partir de capacidades nano y microelectrónicas realizada por la UNSAM y CONAE. La externalización de la fabricación se basa en relaciones de confianza previa que permiten compensar los riesgos de apropiación de tecnología en un campo tan sensible. Aspecto que justifica que uno de los objetivos del proyecto sea construir una planta piloto que permitiría fabricar en escalas chicas.

La organización en red basada en relaciones de confianza posibilita ampliar la base de conocimientos, lo que valoriza la proximidad social para el desarrollo de este tipo de tecnologías.

En resumen, este proyecto muestra una lógica muy diferente a la del resto de los proyectos porque desde su concepción se articula con el Estado en el marco de objetivos nacionales estratégicos. Los riesgos de rigidez institucional son compensados por una fuerte flexibilidad basada en las relaciones de confianza entre los miembros de una comunidad de científicos orientada a la solución de problemas.

Tabla 1. Condiciones de Proximidad casos de la UNSAM

Diseño de Estrategia	Bottom - Up			Top - Down
	Proyecto NANOPOC	Kit de Diagnóstico SUH	Embriones y Vacunas veterinarias	MEMs para aplicaciones aeroespaciales
1. Proximidad Tecnológica (Grado de similitud de las bases de conocimientos)	Intermedia Conocimientos complementarios y disimiles: Nanotecnología, biotecnología, microelectrónica	Intermedia Conocimientos complementarios y (relativamente) disimiles: ADNr, Proteínas, Reactivos Diagnósticos	Intermedia Conocimientos complementarios y (relativamente) disimiles: Embriones in vitro, ADNr, Proteínas	Alta Conocimientos complementarios y (relativamente) similares: Micro-electrónica y mecánica
2. Proximidad Organizacional (Grado de Control por la Jerarquía)	Intermedia Red semi-abierta en Consorcio Universidad-Empresa	Intermedia-Alta Red semi-abierta en Consorcio Universidad-Spin off-Organismo Salud Pública	Baja Vinculaciones de mercado (regulado por contrato de transferencia)	Intermedia- Alta Consorcio Universidad Organismos Públicos con acuerdos puntuales con el extranjero
3. Proximidad social (Confianza basada en encastramiento social)	Alta Conocimiento previo y pertenencia a misma comunidad	Intermedia Flexibilidad / relaciones confianza con actores sector público de salud	Baja Flexibilidad / acuerdo contractual actores sector financiero-ganadero	Alta Conocimiento previo y pertenencia a misma comunidad
4. Proximidad Institucional (Base común de reglas, hábitos y leyes que regulan las relaciones entre individuos y grupos)	Intermedia Reglas de la academia (publicación) y mercado (DPI)	Intermedia-Alta Reglas de la academia (publicación) y ciencia orientada (efectividad soluciones)	Intermedia Contrato de transferencia de tecnología	Intermedia- Alta Reglas de la ciencia orientada hacia transferencia (Efectividad de soluciones)
5. Proximidad geográfica (distancia)	Alta Empresas localizadas en las cercanías del campus y Conurbano Norte	Alta Empresas localizadas en las cercanías del campus, Conurbano Norte y CABA	Intermedia Empresas localizadas en Conurbano Norte y resto PBA	Intermedia Empresas y organismos localizados en Conurbano Norte y Patagonia
6. Proximidad con el "SNI"	Baja (Si bien potencialmente alto)	Intermedia	Baja (Si bien potencialmente alto)	Alta

Tabla 1. Condiciones de Proximidad casos de la UNSAM				
Diseño de Estrategia	Bottom - Up			Top - Down
	Proyecto NANOPOC	Kit de Diagnóstico SUH	Embriones y Vacunas veterinarias	MEMs para aplicaciones aeroespaciales
(Articulación institucional con los organismos y políticas tecnológicas estratégicas a nivel nacional)	Bottom up (impulso desde Universidades y empresas instaladas sector veterinario)	Bottom up / Top Down (Prioridad Nacional impulsa experiencia previa Bottom up)	Bottom up (impulso desde Universidades y empresas instaladas sector ganadero)	Top Down
Lead User	Indefinido	Sistema de Salud	Usos regulados por Autoridad sanitaria	Sector Aeroespacial Estatal (CONEA)
Limites que predice la teoría	Falta de mercado y rigidez institucional (dificultad para resolver conflictos intra-polo)	Riesgo de rigidez institucional	Riesgo de oportunismo del sector privado	Riesgo de inercia institucional y de encerramiento (<i>lock in</i>) tecnológico
Respuestas que está dando la UNSAM a los límites	Necesidad de mayor interacción con el sector público y mecanismos de mercado para regular las relaciones internas	Necesidad de introducir mecanismos de incentivo de mercado en la comercialización	Necesidad de organizar la red a partir de co-especialización de activos e impulso desde autoridades regulatorias	Compensado por relaciones de confianza fuertes y búsqueda de creación de spin off para diversificar aplicaciones

3. Reflexiones preliminares y grandes ejes de discusión

Frente a la emergencia de nuevos paradigmas tecnológicos caracterizados por brindar mayores oportunidades tecnológicas a partir de los descubrimientos en biología molecular y nanociencias, las capacidades científicas y tecnológicas de las universidades se transforman en una de las fuentes esenciales para la conformación de *clusters* tecnológicos. No obstante el carácter diferenciado de los conocimientos de los paradigmas biotecnológicos y nanotecnológicos, existen fuertes potencialidades de convergencia en un conjunto de plataformas nano-biotecnológicas. Lo cual exige no solo una alta proximidad geográfica sino configuraciones organizacionales, institucionales y sociales que permitan resolver los problemas de oportunismo y encerramiento tecnológico que suelen manifestarse en situaciones en las que predominan exclusivamente instituciones de mercado o altamente integradas.

La literatura basada en la experiencia internacional muestra que estas potencialidades se traducen en innovaciones con impacto económico y territorial en la medida que se combinen esquemas de “de arriba hacia abajo” insertos en una política nacional de ciencia y tecnología con procesos de “abajo hacia arriba” donde existan grados de libertad para incorporar nuevos actores e instituciones. En este sentido, es importante resaltar por un lado, el rol central que ocupa la articulación con la política nacional de ciencia y tecnología, tanto desde el punto de vista de las políticas de oferta (creación de capacidades de I+D y formación), como desde el punto de vista de la inserción de la Universidad en los programas de compra estatal y en los aprendizajes en la interacción de las instancias regulatorias (aprobación de fármacos veterinarios y salud humana, por ejemplo).

El caso de la UNSAM permitió responder a algunos de los interrogantes planteados en este trabajo, en el que se plantea la coexistencia de dos lógicas institucionales diferenciadas, que corresponden a trayectorias tecnológicas específicas como lo son las biotecnologías y las nano (micro) tecnologías.

Por un lado, una lógica en la que partiendo de una trayectoria de investigación básica se ha ido abriendo a experiencias de desarrollos biotecnológicos incipientes pero altamente reveladoras de transferencia tecnológica y de incubación de empresas. Proceso que se ha dado en forma relativamente auto-organizada “de abajo hacia arriba”. Por otro lado, un

esquema de política que combina la existencia de mecanismos de “arriba hacia abajo” con grupos de investigación con fuertes liderazgos personales, basada en una impronta de experiencias de transferencia tecnológica al sector público en proyectos sensibles (sector aeroespacial, militar).

A pesar de la baja proximidad tecnológica, organizacional, institucional y social, se ha logrado construir cuatro plataformas tecnológicas en los que estas dos trayectorias institucionales diferenciadas han logrado converger: el desarrollo de micro dispositivos nano-biotecnológicos para el desarrollo de *detest* diagnóstico, sistemas de expresión para proteínas recombinantes, Micro dispositivos electromecánicos-a partir de las cuales se desarrollan distintos productos y complementar diversos procesos. Estas plataformas evidencian el amplio potencial de diversificación en actividades productivas que van desde el desarrollo de terapéuticos, tratamientos y diagnósticos médicos hasta aplicaciones en industrias aeroespaciales.

La gran mayoría de estas experiencias fueron financiadas por la política Científica y Tecnológica Nacional a partir de instrumentos diseñados desde una lógica sectorial “desde arriba” y fueron adaptándose en un proceso de aprendizaje institucional “desde abajo” en el que la UNSAM, al igual que otras universidades, ha jugado un rol central. El logro de estas plataformas es el resultado de innovaciones institucionales mostrando que la proximidad tecnológica es un resultado y no el punto de partida. La proximidad institucional y social han sido las condiciones que hicieron posible la convergencia de equipos con saberes y experiencias muy diferentes.

Por último, en función de la agenda de investigación futura, este caso nos permite identificar un conjunto de temas que requieren ser tenidos en cuenta y que son de interés a la hora de avanzar en el diseño de política e instituciones: la relación entre ciencia básica y ciencia aplicada, el rol que juega la ciencia orientada a la solución de problemas sociales, en particular en temas vinculados al sistema de salud y de sanidad animal (síndrome urémico hemolítico, brucelosis, enfermedades negadas, etc.); qué mecanismos (patentes, secreto), rol de las licencias de tecnología, modalidades de transferencia tecnológica alternativas (a partir de contratos de largo plazo con confidencialidad); la incubación de un gran número de empresas locales a partir de desprendimientos (*spin off*) de las Universidades o el fortalecimiento de las empresas existentes; qué grado de integración de la cadena de valores adecuado en el marco de un *cluster*; la importancia en el desarrollo de la demanda: rol de los grandes usuarios privados o públicos desde inicio del proyecto o modelo que libra al azar el lado de la “demanda”.

Esta agenda de investigación puede ser de relevancia en un proceso colectivo de construcción institucional del entramado, buscando resolver las tensiones a partir de instancias de discusión permanentes, reforzando de esta manera la proximidad social (confianza) y abriendo las redes hacia nuevos participantes.

Referencias bibliográficas

- Arthur, W.B., 1990. Silicon Valley’ locational clusters: when do increasing returns imply monopoly? *Mathematical social sciences* 19, 235–251.
- Bell, M., Albu, M., 1999. Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. *World Development* 27, 1715–1734.
- Bianchi, C., Gras, N., Sutz, J., 2011. Make, buy and cooperate in innovation: evidence from Uruguayan manufacturing surveys and other innovation studies. In: *National innovation surveys in Latin America: empirical evidence and policy implications*. Santiago: ECLAC, 2011. p. 97-122. LC/W. 408.

- Borello, J.A., Morhorlang, H., Failde, D.S., 2011. Agglomeration Economies in Semi-industrialized Countries: Evidence from Argentina. *International Journal of Institutions and Economies* 3, 487–518.
- Boschma, R., 2005. Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies* 39, 61–74. doi:10.1080/0034340052000320887
- Breschi, S., Lissoni, F., 2001. Localised knowledge spillovers vs. innovative milieu: Knowledge “tacitness” reconsidered. *Papers in regional science* 80, 255–273.
- Bresnahan, T., Gambardella, A., Saxenian, A., 2005. Old Economy Inputs for New Economy Outcomes: Cluster Formation in the New Silicon Valleys. *Clusters, networks and innovation* 113–134.
- Cassiolo, Jose E., Marina HS Szapiro, and Helena MM Lastres. "Local system of innovation under strain: the impacts of structural change in the telecommunications cluster of Campinas, Brazil." *International Journal of Technology Management* 24.7 (2002): 680-704.
- Colyvas, J.A., 2007. From divergent meanings to common practices: The early institutionalization of technology transfer in the life sciences at Stanford University. *Research Policy* 36, 456–476.
- Cooke, P., Morgan, K., 1994. The creative milieu: a regional perspective on innovation. *The handbook of industrial innovation* 25–32.
- Longhi, C., 1999. Networks, collective learning and technology development in innovative high technology regions: the case of Sophia-Antipolis. *Regional studies* 33, 333–342.
- Niosi, J., Banik, M., 2005. The evolution and performance of biotechnology regional systems of innovation. *Cambridge Journal of Economics* 29, 343–357.
- Reid-Henry, S., 2008. Scientific innovation and non-Western regional economies: Cuban biotechnology’s “experimental milieu”. *Environment and Planning A* 40, 1966 – 1986. doi:10.1068/a39157
- Robert, V. 2013. Heterogeneity and divergence in local innovation systems. Some empirical evidence from Argentinean SMEs. Presentado en 11th GLOBELICS International Conference Creativity, Innovation and Economic Development, Ankara.
- Teece, D. J., Rumelt, R., Dosi, G., & Winter, S., 1994. Understanding corporate coherence: Theory and evidence. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 23(1), 1-30.
- Saxenian, A., 1990. Regional networks and the resurgence of Silicon Valley. *California Management Review* 33, 89–112.
- Saxenian, A., 1996. *Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128*. Harvard University Press.
- Schmitz, H., 1992. On the Clustering of Small Firms. *IDS Bulletin* 23, 64–69. doi:10.1111/j.1759-5436.1992.mp23003012.x
- Vaidyanathan, G., 2008. Technology parks in a developing country: the case of India. *J Technol Transfer* 33, 285–299. doi:10.1007/s10961-007-9041-3
- Yoguel, G., Borello, J., Erbes, A., 2009. Argentina: cómo estudiar y actuar sobre los sistemas locales de innovación. *Revista de la CEPAL* 65–82.
- Yoguel, G., Boscherini, F., 1998. Hacia un modelo interpretativo de las actividades innovativas en las PyMEs: evidencias del caso argentino. Capítulo.
- Yoguel, G., Boscherini, F., 2001. Desarrollo del proceso de aprendizaje de las firmas: los espacios locales y las tramas productivas. *Revista Desarrollo Económico* 14.