

LOS DESAFÍOS DE LA POLÍTICA CTI FRENTE AL MOMENTO DE LA REALIZACIÓN DE LA INNOVACIÓN: TRES CASOS DE ESTUDIOS DE VINCULACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA EN CONTEXTO DE PANDEMIA

Verónica Robert
CONICET, IDAES, UNSAM
vrobert@gmail.com

Nicolás Moncaut
CONICET, IDAES, UNSAM

Introducción

El contexto de pandemia ha puesto en evidencia la importancia de la demanda en el desarrollo de innovaciones científicas y tecnológicas. Las políticas de ciencia, tecnología e innovación y, entre ellas, las políticas de fomento a la vinculación y transferencia tecnológica no siempre han puntualizado sobre este aspecto. Esta carencia puede conducir a que muchos desarrollos científico-tecnológicos no puedan superar el denominado valle de la muerte entre el prototipo y el escalado, aún en presencia de instrumentos públicos que fomenten la vinculación y transferencia tecnológica.

Uno de los grandes tópicos recurrentes en la literatura académica sobre políticas de CTI es la vinculación entre universidad y empresa. El desarrollo científico-tecnológico resulta un componente fundamental de la innovación productiva, especialmente en sectores intensivos en conocimiento, donde la proximidad entre ciencia y tecnología es mayor. Las empresas innovadoras que buscan incorporar nuevos conocimientos en sus productos y servicios requieren involucrarse con el aparato científico para especificar sus problemas tecnológicos y orientar la búsqueda de soluciones. Al mismo tiempo, para los grupos de investigación, resultan fundamentales los aportes de conocimientos que pueden realizar el sector industrial, ya sea en forma de saberes experienciales y desafíos productivos, como conocimientos sobre el mundo de los negocios, incluyendo aspectos normativos, regulatorios, aspectos comerciales y de mercado. Asimismo, las empresas pueden aportar distintos tipos de recursos

a los grupos de investigación ya sean materiales, de acceso a maquinaria y equipo (especialmente para el escalado) o capacidades organizacionales.

La perspectiva sistémica de la innovación que subraya especialmente estas interrelaciones entre ciencia y tecnología se ha consolidado como marco general de referencia dentro de los estudios de la innovación y ha ganado influencia en el diseño de políticas CTI. Las políticas de fomento a la vinculación universidad-empresa resultan de comprender la relevancia de estas interacciones virtuosas. La implementación de políticas de este tipo se orientan a sacar mayor provecho de los esfuerzos públicos y privados en materia de ciencia y tecnología. De este modo, se reducen algunas incertidumbres y problemas de coordinación entre la investigación básica y aplicada llevada a cabo en ámbitos académicos y las necesidades tecnológicas de la industria. No obstante, la efectividad de estas políticas está determinada por las características y el grado de desarrollo de las capacidades del sistema científico tecnológico y del productivo, pero también por el grado de desarrollo de los mercados de destino de los nuevos productos y servicios.

Del mismo modo, desde una perspectiva académica, la literatura sobre vinculación-universidad empresa suele enfocarse en la falta de capacidades (ya sea las científico-tecnológicas o las de absorción de los potenciales usuarios de la tecnología) o en las dificultades propias de la vinculación (baja proximidad geográfica, cognitiva, organizacional, institucional o social). Es decir, se concentra en las características y trayectorias de los actores que desarrollan la tecnología o que la utilizan productivamente, restando importancia al rol de la demanda final, tanto en su magnitud como en su calidad.

A partir de tres casos de estudio de vinculación universidad-empresa dentro del contexto de crisis sanitaria del COVID 19, el objetivo de esta ponencia es analizar los desafíos específicos que atraviesa la vinculación tecnológica efectiva entendida como aquellas vinculaciones que concluyen con un producto efectivamente introducido en el mercado.

Consideramos tanto los factores ya explorados por la literatura referidos al grado de desarrollo de capacidades y articulación entre actores, como el rol de la demanda en la creación de mercados para nuevos productos y servicios y en la coordinación entre actores y reducción de incertidumbres. Para ello, proponemos una fragmentación analítica del proceso

de vinculación efectiva en 3 momentos: desarrollo, escalado y realización de la nueva tecnología (Moncaut y Robert, 2021).

Los tres estudios de caso seleccionados refieren a vinculaciones tecnológicas efectivas que tuvieron lugar en el ámbito de la Universidad Nacional de San Martín y en colaboración con diferentes actores públicos (otras universidades y centros tecnológicos públicos) y privados (empresas de capital nacional) desde la irrupción de la crisis sanitaria de COVID-19 hasta la actualidad.

La crisis sanitaria de COVID-19 implicó un fuerte crecimiento de la demanda de soluciones tecnológicas para enfrentarla. Los casos analizados refieren: 1) al desarrollo de un kit diagnóstico que detecta la presencia de ARN de virus en muestras tomadas por hisopado, 2) al desarrollo de insumos críticos para kit diagnósticos (la enzima transcriptasa reversa, que traduce ARN en ADN para la lectura de los test PCR) y 3) al desarrollo de un barbijo de uso social, con propiedades antivirales y bactericidas.

Los casos analizados describen trayectorias exitosas de desarrollo de capacidades científico tecnológicas, productivas y de mercado, que visibiliza cómo el contexto de pandemia funcionó como catalizador de procesos preexistentes para el desarrollo e introducción exitosa de nuevos productos en el mercado.

Estas experiencias nos permiten reflexionar sobre el impacto de la actual crisis sanitaria sobre las políticas de CTI. de la que emergen dos lecciones importantes. En primer lugar, las experiencias analizadas visibilizan la importancia de la demanda para la valorización de capacidades ya constituidas. Las políticas de vinculación tienden a hacer un abordaje incompleto de la cuestión, lo que conduce a experiencias de vinculación tecnológica que logran la introducción efectiva de productos y servicios. No obstante, esto no debería conducir a una evaluación negativa de la experiencia, ya que la construcción de competencias puede ser revalorizada en otro contexto. Esto conduce a la segunda lección: considerar a las trayectorias en vez de a la relación universidad-empresa tomada de forma aislada como unidad de análisis válida para la evaluación de la política. Esto permite revalorizar instrumentos y experiencias de financiamiento pasadas frente a un nuevo contexto, aun cuando en su momento hayan alcanzado un éxito parcial al haber quedado interrumpida la aplicación efectiva de los resultados.

1. Marco conceptual, hacia una fragmentación analítica de la vinculación tecnológica efectiva

A lo largo del proceso de aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos a ámbitos productivos y con fines económicos, pueden identificarse tres momentos: i) **desarrollo**, ii) **escalado** y iii) **realización**.

Estos momentos no se suceden, necesariamente de forma diacrónica y ordenada. Por el contrario, las principales dimensiones que los componen pueden mantener fuertes interrelaciones y pueden determinarse de forma simultánea con los otros dos momentos. En esta dirección, no se asume un modelo lineal de innovación o una forma unidireccional de transferencia tecnológica. Por el contrario, se reconocen las mismas relaciones y sus retroalimentaciones identificadas por el modelo no lineal de innovación (Kline & Rosenberg, 1986). En este sentido, la separación en momentos propuesta es meramente analítica y se utiliza para poder describir en detalle los potenciales obstáculos que cada uno de ellos ofrece a la vinculación tecnológica efectiva.

En particular, a cada momento lo define un tipo específico de incertidumbre: al momento de desarrollo, la *incertidumbre tecnológica*, al momento de escalado, las *incertidumbres productivas* (posibilidades de adopción y utilización a escala industrial de los conocimientos tecnológicos), y al momento de realización la *incertidumbre de mercado* (riesgo de no venta). Todas ellas operan de forma sincrónica a lo largo de todo un proceso de vinculación tecnológica, pero afectan y potencialmente obstaculizan el resultado de la vinculación.

Las dimensiones de análisis propuestas para cada momento, así como el conjunto de dimensiones transversales a los mismos, resultan de una síntesis de los diferentes aportes de literatura: la literatura de vinculación tecnológica y relación universidad-empresa (D'Este et al., 2013; Veugelers and Cassiman, 2005; Arza et al, 2015, Fillipetti y Savona, 2017); la literatura sobre capacidades dinámicas (Nelson, 1991; Cohen y Levithal, 1990; Eisenhart y Martin, 2000; Teece y Pisano, 2003; Teece, W Lazonick, 2002); y la literatura sobre el proceso de competencia schumpeteriana (Teece, 1986, 1996, David, 1985; Arthur, 1989), que añade las dificultades de realizar en el mercado los productos innovadores por barreras

a la entrada, economías de red y acceso a la demanda entre otras cuestiones afectada por la posición que ocupan los actores dentro de cadenas nacionales o globales de producción.

A continuación se definen cada uno de los momentos y sus principales dimensiones.

Momento de desarrollo de conocimiento

El momento de desarrollo refiere a la generación de nuevos conocimientos tecnológicos, desarrollados con el objetivo de modificar el proceso de producción de algún bien o servicio existente, o con el objeto de desarrollar nuevos bienes y servicios que atiendan demandas potenciales o reveladas. Incluye tanto las actividades de investigación, como el desarrollo de prototipos y las adaptaciones de los mismos hasta alcanzar la versión final del proceso o producto innovador. También incluye la adaptación de conocimientos tecnológicos externos a los procesos internos, en la medida en que tal adaptación implica modificaciones de la versión original.

En este momento interactúan actores del mundo académico, del mundo productivo (empresas privadas y públicas) e instituciones públicas y privadas de carácter regulatorio (estándares, trayectorias estratégicas, etc).

Las principales dimensiones a analizar de este momento son las siguientes:

a) Capacidades científico-tecnológicas: consisten en todo aquello que determine la calidad y eficacia técnica de las soluciones tecnológicas desarrolladas. Incluye el tamaño de los equipos de investigación, la estabilidad en su conformación y las experiencias acumuladas individuales y grupales, la complementariedad entre especialidades y trayectorias previas, el tiempo intensivo, recursos e infraestructura con los que disponen para la producción de los conocimientos. Se trata de los aspectos clave considerados por los modelos lineales de innovación empujados por la oferta, aunque incluye también las capacidades y recursos aportados por los actores que lo aplicarán (ie. capacidades de adaptación) y los usuarios para

la producción del conocimiento, incorporando así la flexibilidad en el diseño y los aprendizajes de prueba y error señalada por los modelos iterativos de innovación.

b) Definición de trayectorias: refiere a los factores que determinan qué conocimientos se producen, entre los cuales se identifican: a) las trayectorias previas de investigación de los encargados de los proyectos (búsqueda de aplicaciones de investigaciones previas), b) la vigilancia tecnológica (imitación o búsqueda de aplicaciones de investigaciones previas de terceros), c) la fuente del financiamiento, d) los lineamientos estratégicos estatales, e) las necesidades de los usuarios (buscan resolver problemas específicos o se los invita a proporcionar ideas). Asimismo, refiere a los factores que determinan qué trayectorias se descartan: a) las posibilidades de publicación en revistas y/o congresos internacionales, b) las señales de mercado. Esta dimensión de análisis puede vincular al momento de desarrollo con el de realización en la medida en que la demanda puede determinar qué conocimientos tecnológicos se producen.

Momento de adopción y escalado industrial

Este momento se refiere al proceso de adopción de nuevos conocimientos tecnológicos y la producción, a partir de los mismos, de productos o servicios a escala industrial. Se trata de la utilización de los conocimientos tecnológicos para a) ser aplicados en la mejora de los procesos productivos o, b) ser comercializados en el mercado como productos innovadores. Las principales dimensiones a analizar de este momento son las siguientes:

a) Capacidades de escalado: refiere a las capacidades de los adoptantes de los conocimientos tecnológicos para la asimilación (requisito de conocimientos experienciales) y aplicación a escala de los mismos, así como las capacidades financieras para sostener la actividad hasta superar el punto de equilibrio del proyecto. Esta dimensión de análisis puede vincular a este momento con el de realización en la medida en que el tamaño del mercado en el que se ofrecerán los productos que incorporan el conocimiento tecnológico en cuestión afecte a la viabilidad económica de su escalado industrial.

b) Autonomía en la adopción: refiere a la capacidad que tienen los adoptantes de elegir las tecnologías a utilizar en su proceso de producción. Tal autonomía puede verse limitada de forma externa, por acuerdos (formales o informales) con proveedores o clientes (ajenos al

proceso de vinculación en sí) sobre adopción de tecnología. En tal caso, refleja la existencia de jerarquías de gobernanza en la división del trabajo entre empresas que ocurre al interior de las cadenas de producción. También puede verse limitada por factores internos, ya sean burocráticos o por conflictos de intereses entre los miembros de la organización adoptante (resistencia a los cambios).

c) Disponibilidad de activos complementarios internos y externos: la aplicación y comercialización de los productos que involucran los nuevos conocimientos tecnológicos requieren que estos se combinen con otras capacidades o activos complementarios internos (fabricación competitiva, distribución, tecnología complementaria, servicios de marketing y postventa, insumos específicos, trabajadores especializados, entre otros). La falta de control vertical sobre estos activos implica la necesidad de recurrir al mercado para obtenerlos. La inexistencia en el mercado de los mismos o la incertidumbre acerca de su disponibilidad puede afectar las posibilidades de aplicación. Asimismo, el poder de mercado que detentan los proveedores de estos activos es determinante de la distribución de los beneficios derivados de la aplicación de la innovación. Tal poder se relaciona con el grado de mutua dependencia entre el innovador y el proveedor de los activos complementarios, lo cual es función del grado de especificidad del activo. Cuanto mayor sea tal poder, menos viable económicamente se hace la adopción.

Momento de realización

Este momento se refiere al proceso de comercialización de los bienes y servicios que incorporan los conocimientos tecnológicos producidos y escalados industrialmente en los otros dos momentos.

a) Solvencia de la demanda: se refiere al presupuesto disponible de los potenciales usuarios para comprar los productos y servicios que incorporan el conocimiento tecnológico bajo análisis. Esta dimensión alude a que no alcanza con que tales productos o servicios tengan un valor de uso para sus usuarios. Estos últimos tienen que ser solventes para poder demandarlos e incluso, para poder señalar que escasea en el mercado el producto o servicio en cuestión. Esta dimensión puede afectar no solo al momento de realización, sino también

al de producción (influyendo en qué conocimientos tecnológicos se desarrollan y cuáles se descartan), y al de adopción y escalado (afectando las decisiones de los actores adoptantes).

b) Economías de red: surgen en el caso de que la innovación bajo análisis implique una diferenciación del producto o servicio que comercializa el primer adoptante. Se refieren a la presencia de estándares tecnológicos adoptados previamente por los usuarios del producto o servicio en cuestión que implican la existencia de costos de sustitución de determinados bienes o servicios por otros. Se trata de inercias en las preferencias de los usuarios que retrasan la sustitución de unos bienes y servicios por sustitutos imperfectos. Si se traspolo este concepto, pensado originalmente para consumidores de bienes finales, hacia usuarios de bienes intermedios, entre los factores de inercia cabe incluir la disponibilidad de proveedores de factores productivos especializados complementarios a la innovación a ser adquirida. En tal caso, la problemática sería similar a la indicada bajo la dimensión “disponibilidad de activos complementarios externos” del momento 2, pero en este caso, no del actor encargado de adoptar y escalar industrialmente el nuevo conocimiento tecnológico, sino del actor usuario del producto o servicio que incorpora tal conocimiento.

c) Autonomía en la demanda de usuarios posteriores al primer adoptante: en el caso de que los productos o servicios que incorporan los conocimientos tecnológicos ofrecidos por el primer adoptante impliquen una diferenciación de un producto intermedio, sus potenciales clientes pueden estar limitados (formal o informalmente) en su adopción de insumos o bienes de capital por parte quienes comandan la cadena de producción a la que pertenecen. En este caso, también hay una problemática semejante a la indicada en la dimensión “autonomía en la adopción” del momento 2, pero en este caso refiere a un eslabón posterior de la cadena de adopción. Por ejemplo, puede haber una empresa dispuesta y capaz de adoptar el nuevo conocimiento tecnológico para producir nuevos bienes y servicios (o modificar procesos de producción previos), pero sus potenciales clientes pueden no tener autonomía para demandarlos (aun cuando las encuentren superadoras de otras opciones), en la medida en que sus decisiones se encuentren condicionadas por jerarquías en el marco de cadenas de producción.

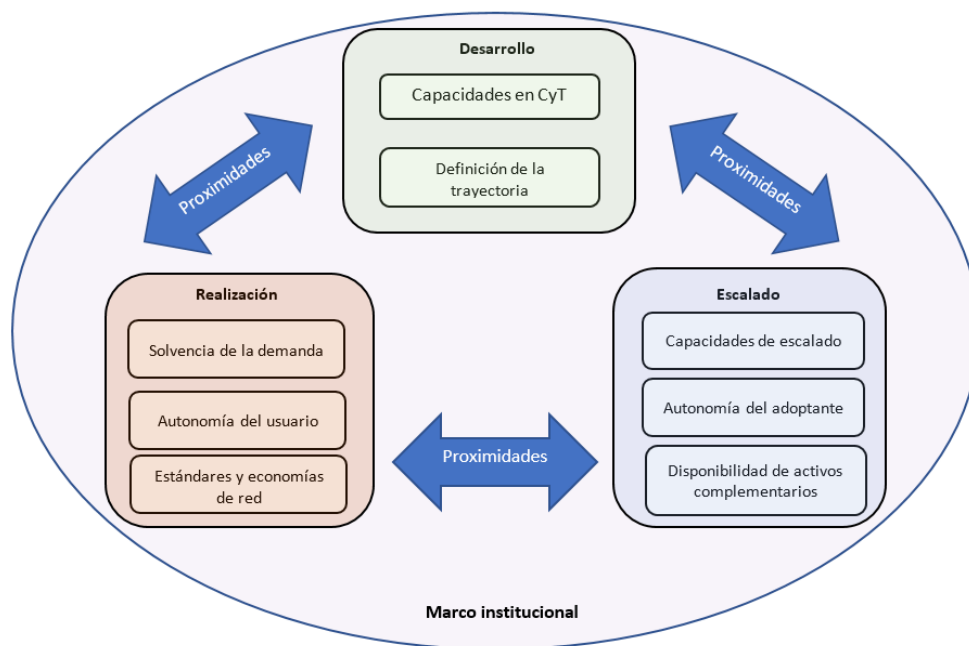
Dimensiones transversales

Las dimensiones transversales son aquellas que pueden afectar a cada uno de los momentos. Están presentes en todos ellos, pero adquieren características específicas.

a) **Proximidad entre actores vinculados:** se refiere a las diferentes dimensiones de la proximidad entre los actores vinculados, consideradas en el apartado XX, además de la geográfica.

b) **Marco regulatorio:** se refiere a las características del contexto normativo que regula la aplicación de nuevos conocimientos. Incluye normas técnicas, fitosanitarias, regulaciones ambientales, entre otras. Las regulaciones pueden inducir la demanda de los conocimientos tecnológicos a ser aplicados o pueden imponer requisitos adicionales para su aplicación.

Figura 1. Mapa conceptual



Fuente: elaboración propia.

En este artículo utilizamos las categorías conceptuales hasta aquí desarrolladas para el análisis de tres casos de estudios.

Casos de estudio

La crisis sanitaria de COVID-19 implicó un fuerte crecimiento de la demanda de soluciones tecnológicas para enfrentarla. Los casos analizados refieren: 1) al desarrollo de un kit diagnóstico que detecta la presencia de ARN de virus en muestras tomadas por hisopado, 2) al desarrollo de insumos críticos para kit diagnósticos (la enzima transcriptasa reversa, que traduce ARN en ADN para la lectura de los test PCR) y 3) al desarrollo de un barbijo de uso social, con propiedades antivirales y bactericidas.

Estos tres casos estuvieron involucrados tres grupos de investigación radicados en UNSAM, dos de ellos pertenecientes al Instituto de Investigaciones Biotecnológicas (IIB), y el tercero perteneciente al Instituto de Investigación e Ingeniería ambiental (3IA). En los dos primeros predomina una base de conocimiento biotecnológica, mientras que en el tercero fundamentalmente sobre física de materiales y nanotecnología. Los grupos de investigación por otro lado constituyen sólo un nodo de redes más o menos complejas de actores que intervinieron que participaron con diferentes grado de involucramiento en los desarrollos particulares.

Dos de las tres vinculaciones tecnológicas aquí relatadas fueron sujeto de políticas públicas (al menos en algunas de sus etapas). Por otra parte, cada una de las tres experiencias forma parte de trayectorias tecnológicas más largas o se relacionan con otros proyectos contemporáneos que también recibieron apoyo público. De este modo todos los casos analizados se enmarcan en una red densa de políticas CTI que desde una perspectiva de mediano y largo plazo, contribuyeron sistemáticamente a la construcción de capacidades en los equipos de investigación y en algunos casos también en las empresas participantes de las experiencias de vinculación.

Por otra parte, cabe mencionar que en el contexto de crisis sanitaria, el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación, junto con el Consejo Nacional de Investigaciones Científico Técnicas y la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico

y la Innovación y desplegaron un conjunto amplio de acciones para el desarrollo de nuevos conocimientos y la aplicación de los mismos a la solución de problemas que surgían de la Pandemia. Estas políticas se articularon en lo que se conoció como la UNIDAD CORONAVIRUS¹ desde la que se desplegaron diversos diagnósticos de situación y de la que luego emanarán los instrumentos de políticas articulados para diferentes áreas de conocimiento incluyendo las ciencias exactas y naturales, las ingenierías y las ciencias sociales. En este contexto, podemos indicar que esta unidad establece una misión clara articula acciones de diferentes organismos y busca articular con otros para dar respuesta a la crisis sanitaria.

La selección de los casos responde al interés en analizar casos de vinculación tecnológica efectiva. Es decir que incluya escalado e introducción del nuevo producto en el mercado. Otras experiencias relevantes quedan fuera, por estar aún en fase de desarrollo, como la investigación por una vacuna argentina contra el Covid. Por otro lado, en las tres experiencias se accede desde los grupos de UNSAM, lo que facilita el acceso a la información de los casos.

Las fuentes de información de los casos de análisis incluyen la recolección y sistematización de noticias en diferentes medios y por otro lado la presentación de de cada una de estas experiencias en un ciclo de seminarios internos del Círculo de Estudios Ciencia y Periferia, en las que cada equipo de investigación presentó su proyecto y respondieron preguntas de los investigadores.

PCR de amplificación isotérmica: kit diagnóstico Ela-Chemstrip

El primer caso se inscribe en una larga trayectoria de aprendizaje y acumulación de capacidades en el campo de los test diagnósticos. El grupo de investigación de UNSAM comienza esta trayectoria en 2010, a partir de un proyecto financiado por el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC), uno de los instrumentos públicos más importantes de promoción de desarrollos tecnológicos de punta a la vinculación de equipos de investigación públicos y empresas privadas. Aquel proyecto buscaba desarrollar un dispositivo electrónico, el NANOPOC, para la detección rápida, sencilla e *in situ* (es decir, con bajas o ninguna

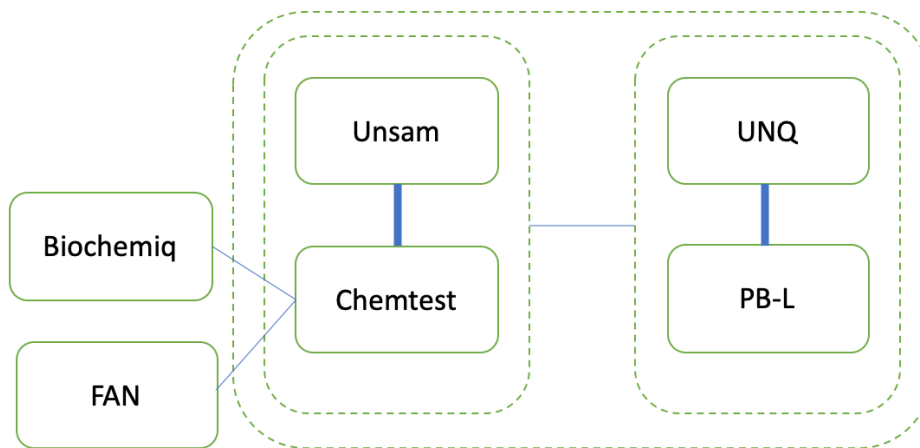
¹ La Unidad Coronavirus tiene como objetivo poner a disposición todas las capacidades de desarrollo de proyectos tecnológicos, recursos humanos, infraestructura y equipamiento que puedan ser requeridos para realizar tareas de diagnóstico e investigación sobre Coronavirus COVID-19. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/unidad-coronavirus>

capacidad de laboratorio) de diferentes tipos de enfermedades infecciosas (virus y bacterias). En ese proyecto se combinaban distintas bases de conocimiento: en nanotecnología, biotecnología y microelectrónica para que se había propuesto una red compleja de grupos de investigación públicos (UNSAM e INTI) y empresas privadas (AAEDE, Biochemic y Agropharma) que aportaran esos saberes e infraestructura. A pesar de haber alcanzado un prototipo exitoso y la producción de una serie corta, el proyecto atravesó diferentes obstáculos en el momento de escalado y de realización (definición del modelo de negocios) que terminaron impidiendo la salida del producto al mercado.

Esa primera experiencia conduce al grupo de investigación a profundizar los vínculos con uno de los socios comerciales (Biochemic) y avanzar en un segundo proyecto que implica la creación de una empresa incubada por la Fundación Argentina de Nanotecnología y ubicada en el predio de la Universidad Nacional de San Martín. Chemtest creada en el 2014 recibió el apoyo público para su creación a través a través por los instrumentos EMPRETECNO y EBT 2.0 (también de Fonarsec), dirigidos a la conformación y desarrollo de la Empresa de Base Tecnológica. Con las competencias acumuladas en el proyecto previo y con la de buscar una solución tecnológica de menor complejidad que el nanopoc, la empresa y los grupos de investigación involucrados desarrollan una plataforma para kit diagnósticos tanto en el formato ELISA como tiras reactivas. La empresa Chemtest logra insertar exitosamente en el mercado una serie de productos para salud humana y animal (Dengue, Brucelosis y Chagas).

Frente a la emergencia sanitaria, el grupo de investigación comienza a trabajar en una aplicación para el caso de covid. Comienzan por el desarrollo de un test de detección de antígenos, pero luego a partir de una interacción con la Universidad de Quilmes y la empresa PB-L ahí incubada, combinan los conocimientos y tecnologías que ellos disponen de amplificación isotérmica con la plataforma tecnológica de UNSAM y Chemtest para desarrollo, escalado y producción de kits diagnósticos. En particular, ELA es una tecnología que habían desarrollado UNQ y PB-L para su aplicación en un kit diagnóstico de chlamydia. En este contexto se establece una nueva vinculación que contiene a cuatro actores: dos grupos de investigación y dos empresas directamente asociadas con ellos para el desarrollo de estos nuevos kits de detección de Covid.

Figura 2. Red de interacciones del caso Ela Chemstrip



Fuente: elaboración propia en base a información secundaria y entrevistas

El desarrollo del nuevo kit implicó importantes desafíos particularmente en el momento de escalado. En palabras de uno de los investigadores que lideraron el proyecto:

“Hay una gran distancia entre descubrir qué anticuerpo se asocia mejor con el virus y desarrollar un test diagnóstico que utilice ese anticuerpo. No es lo mismo hacer una sola tira experimental, que hacer cien mil que cumplan con normas de calidad. Se necesita otro equipamiento, otros procedimientos, certificar insumos y capacitar personal técnico. Superado ese desafío productivo, después hay que conseguir que los organismos reguladores aprueben su producción y comercialización”.

Diego Comerci. Extraído de <http://noticias.unsam.edu.ar/2020/06/13/unsam-y-unq-desarrollaron-un-diagnostico-molecular-de-covid19/>

La alta proximidad organizacional, cognitiva y social entre los grupos de investigación contribuyeron a la reducción de incertidumbres en los momentos de producción y escalado. Por otra parte, el contexto de pandemia facilita y despliega problemas potenciales de la fase de realización, con una mirada clara de los investigadores por la transferencia y la llegada de productos y servicios al mercado. Por otro lado, la búsqueda de acuerdos por articular con demanda pública, provocó despejar las incertidumbres asociadas al momento de realización.

El proyecto se inició el 8 de marzo, 5 días después del primer diagnóstico de Covid en Argentina, a partir de una solicitud de la Universidad que en diálogo con Presidencia de la

Nación y diversos organismos públicos (Ministerio de Desarrollo Productivo, Ministerio de Ciencia y Tecnología) se estaba buscando proveer soluciones tecnológicas locales para afrontar la pandemia. En el lapso de dos semanas se habían logrado 10 pruebas de concepto listas para ser probadas. Todas ellas tuvieron buenos resultados de laboratorio para continuar. El desafío más grande que enfrenta el equipo de UNSAM es que no dispone de una tecnología para la amplificación del ARN, ahí es donde entra el acuerdo con UNQ y PB-L que proveen el complejo enzimático requerido.

En este contexto, el desafío tecnológico se resuelve a partir de la combinación de bases de conocimiento entre dos grupos de alta proximidad social y cognitiva. Superado el momento de desarrollo, el momento de escalado y realización ofrece mayores dificultades, debido a la necesidad de establecer un acuerdo entre dos organizaciones (UNSAM y UNQ y sus respectivas empresas vinculadas) pero también resolver las dificultades productivas asociadas a la identificación de proveedores, importación de algunos insumos críticos, puesta a punto del equipamiento y aprobación por parte de las entidades regulatorias. Este desafío organizacional realizado en tiempo récord se alcanza por el horizonte compartido por todas las partes y el sentido de misión.

Enzimas para test diagnóstico de COVID: Transcriptasa-reversa

El caso de desarrollo de transcriptasa reversa surge de un pequeño grupo de investigación también perteneciente al IIB de UNSAM conformado por un investigador y dos becarios. Este grupo a diferencia del caso previo no tiene experiencia en transferencia tecnológica, aunque sí fuertes competencias científicas y experiencia de trabajo en el sector privado en el campo diagnóstico por PCR.

La motivación del desarrollo surge desde el grupo de investigación, con la perspectiva de aportar el conocimiento científico para la resolución del desafío social que plantea la Pandemia. La trayectoria previa de grupo, en biología molecular y biotecnología es la que

conduce a plantear un objetivo ambicioso de desarrollar un kit completo diagnóstico para la detección de Covid a partir de la presencia de ANR de virus en muestras de hisopado por PCR en tiempo real. Esto implica para el grupo de investigación un desafío tecnológico que se despliega diferentes problemas altamente complejos. El primer paso es el desarrollo de un complejo enzimático que permite la transcripción de ANR a ADN (enzima transcriptasa reversa), capaz de ser capturado con las técnicas de PCR.

En interacción con la empresa logran formular un proyecto más acotado centrado en esta primera etapa, que por otro lado, puede ser comercializada como insumo de laboratorio o integrarse en otros kits diagnósticos de producción nacional.

El grupo de investigación formula un proyecto en asociación con la empresa Inbio Highway y con Anlis Malbrán (de la red de laboratorios públicos) para el desarrollo, escalado y comercialización de la enzima. Este primer paso representa un caso de vinculación tecnológica efectiva con impacto sobre la sustitución de importaciones.

“El proyecto tuvo varias etapas desde la parte técnica. La primera etapa era la obtención de la enzima (es lo que logramos en corto tiempo). Pero cuando uno se propone hacer un kit diagnóstico completo (que era nuestro objetivo final) y hacerlo bien, requiere incluir otros elementos importantes dentro del kit. No es solo la enzima o el reactivo. También tienen que estar los controles completos. Se requiere una molécula particular que necesita una capacidad previa. Una cosa es leer el paper y decir “esto se hace así” y otra es trabajar uno con sus manos. Se trata de una molécula que es muy lábil, muy quisquillosa. Para lograr producir esos ARN control que eran esenciales para el kit, (la segunda etapa) fue muy difícil. Habíamos pasado la enzima para que la prueban. Esta funcionaba perfecto.”

Emir Salas Sarduy. Entrevista realizada en el marco del Círculo de Estudios Tecnología y Periferia.

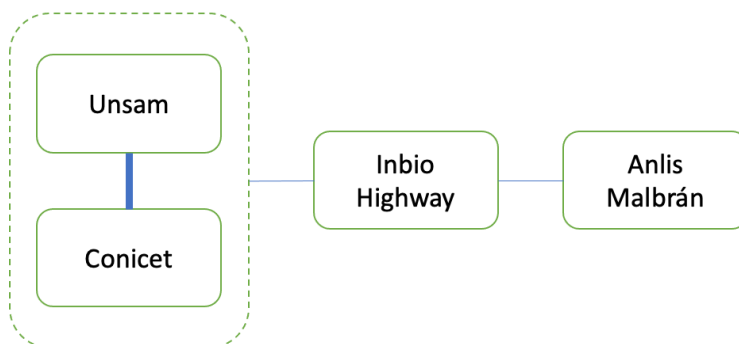
Al alcanzar un producto en la primera etapa, comercializable como insumo de laboratorio, el grupo de investigación logra reducir la complejidad del plan inicial, y avanza en la vinculación con la empresa privada para lograr la transferencia tecnológica en ese terreno sin abandonar el proyecto general en el que continúan trabajando.

El desarrollo de la transcriptasa reversa, aun tratándose de un desafío tecnológico importante, resulta de menor complejidad que la realización de kit diagnóstico completo, que implica mayor complejidad organizacional al combinar conocimientos científicos y tecnológicos de diferentes campos, insumos de varios orígenes que requieren ser testeados, el escalado de la solución tecnológica (compleja por la necesidad de combinar múltiples partes e insumos) y la aprobación ante las instituciones regulatorias. Por otra parte, la perspectiva de los negocios de la empresa aporta la visión comercial y permite reconocer la importancia de llegar con este primer producto al mercado.

El grupo de investigación construye una vinculación con la empresa Inbio-Highway. A la empresa le resulta atractivo el proyecto de desarrollo y comercialización de la enzima, ya que completa con su propia oferta de productos e insumos de laboratorio para diagnóstico in vitro y con proyectos propios también relacionados con Covid, en algunos casos también con financiamiento público (Escalado del Kits de extracción y purificación del ARN viral ADN/ARN Puriprep Virus kit Highway). En este contexto, la empresa aporta el conocimiento para el escalado, pero también de mercado y para la comercialización del producto. Hoy la empresa comercializa bajo licencia exclusiva la enzima recombinante FLYE-Ultra® M-MLV Transcriptasa reversa, desarrollada por el equipo de UNSAM y un producto de similares características pero genérico que puede utilizarse en kits diagnósticos de Covid o de otras enfermedades virales.

La red de interacciones en este caso, resulta también de un menor complejidad que en el caso anterior al quedar circunscrita al grupo de investigación y la empresa. No obstante, desde una perspectiva formal también participan de la red Conicet junto con UNSAM que gestionan la licencia y el acuerdo con la empresa y Anlis Malbrán con que la empresa ya tenía una vinculación precedente.

Figura 3. Red de interacciones del caso Transcriptasa Reversa



Fuente: elaboración propia en base a información secundaria y entrevista realizada en el marco del Círculo de Estudios Tecnología y Periferia.

El momento de desarrollo puede cumplirse sin contratiempos, incluso el éxito frente a los primeros desafíos tecnológicos le da confianza al equipo de investigación para continuar con el trabajo. Luego aparecen dificultades propias del trabajo en laboratorio que son superadas poco a poco. Un elemento clave que señalan los investigadores sobre el momento de desarrollo es la gran apertura al conocimiento científico producto de la crisis sanitaria a nivel global. En parte esa apertura es la que los inclina a formular el proyecto y a empezar el trabajo (“pasaron unos plásmidos desde EEUU para hacer la conversión ARN ADN y lo están compartiendo gratuitamente. Hacemos algo??!!). desde el punto de vista tecnológico el producto desarrollado presenta varias ventajas, la primera es que fue desarrollado para que pueda interactuar con la Polimerasa, requerida para los test PCR. En palabras de investigador principal del proyecto:

“Las condiciones óptimas para cada enzima [transcriptasa y polimerasa] no son compatibles entre sí. Hacerlas compatibles (condiciones de sales, ph, temperatura) llevo trabajo de analizar distintas mutaciones y análisis de la cinética de la enzima.”

Fernan Agüero. Entrevista realizada en el marco del Círculo de Estudios Tecnología y Periferia.

Este logro permitió un producto que habilita a realizar la prueba (la reacción) en un solo tubo de ensayo, reduciendo las capacidades e infraestructura de laboratorio para la prueba y minimizando los riesgos de contaminación de muestras por manipulación. E

Por otro lado, la enzima lograda debía ser estable y resistir condiciones de almacenamiento, características que verifica el producto final. En este sentido, el momento de desarrollo tuvo

que lidiar con las incertidumbres propias del escalado y comercialización. Aquí jugó un rol clave el desarrollo del master mix, la tercera etapa del desarrollo, en la que se puso en juego los saberes previos de uno de los becarios del equipo de investigación. Por otra parte, las competencias productivas y comerciales de la empresa resultaron claves para poder enfrentar las incertidumbres propias de los momentos de escalado y realización, con el foco en lograr un producto de igual o superior calidad a los importados a un precio sensiblemente menor y con tecnología nacional.

Atom-protect: los barbijos del Conicet

El tercer caso, con una base de conocimiento diferente se propuso el desarrollo de un producto de consumo masivo: barbijos sociales para el tiempo de pandemia con propiedades sanitizantes.

El producto es un barbijo fabricado con telas con tratamientos especiales con iones de plata y cobre y con recubrimiento polimérico de modo de que sea antiviral (para proteger del ingreso del virus al usuario) y también antibacterial y fungicida, para minimizar la presencia de patógenos entre la cara del usuario del producto y el barbijo.

El desarrollo resultó en un producto de altísima demanda que lleva vendidas más de 5 millones de unidades.

El proyecto se inicia por demanda del empresario que contacta a los investigadores, que por otro lado están movilizados por las condiciones de la pandemia. Rápidamente llegan a un acuerdo para empezar el desarrollo con equipamiento e investigadores de UNSAM y UBA y con recursos e insumos provistos por la Pyme textil Kovi. La investigadora de UBA entra en colaboración con el equipo de UNSAM, que junto a la empresa constituyen la red de actores. No obstante, de forma adicional participan otras instituciones (INTI, INTA, Y TEC, Fundación Bariloche) para realizar las mediciones y certificaciones.

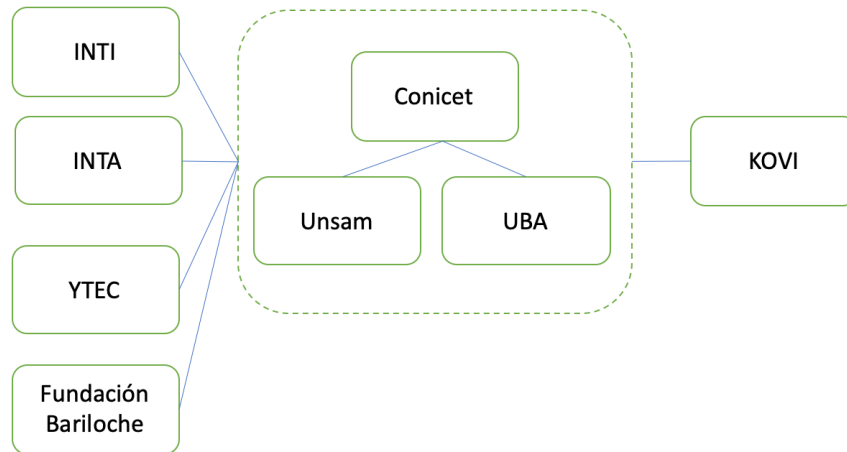
Un rasgo característico del desarrollo fue el impulso logrado por el sentido de misión, que permitió involucrar a muchos actores sin necesidad de mediar acuerdos formales, que se fueron cumplimentando en paralelo (aunque con algunos desencuentros) al desarrollo. Conicet entra en proyecto porque los investigadores participantes pertenecen a esta institución. Desde una perspectiva de la comunicación es clave porque luego el producto se popularizó como “los barbijos del conicet” a pesar de que el producto no tiene ese nombre.

El desarrollo del barbijo requirió competencias en campos de conocimiento de materiales. Si bien la empresa no disponía de competencias tecnológicas, si las tenían en el plano productivo, con alta motivación por la innovación (previo a la pandemia habían indagado la posibilidad de desarrollar toallas libres de patógenos para hoteles, para evitar decoloración o mal olor). Por su parte, los investigadores involucrados tenían trayectorias en nanotecnología, física de materiales y en especial en polímeros. La investigadora responsable venía de investigar filtros poliméricos para agua potable. En el equipo también había competencias en química orgánica e inorgánica y un diseñador industrial que fue clave para el prototipado de los procesos en la universidad y luego en la planta. Estas competencias preexistentes fueron claves para resolver el desafío tecnológico propiamente dicho:

“El diseño original tenía como fungicida el Cobre y como bactericida la plata. Un producto en cada placa. Sabíamos cómo hacer para que ese polímero no se salga y que atrape la plata y el cobre. Había que garantizar que quede activo y simultáneamente evitar que emigre. Salió rápido porque usamos un montón de know how previo que ya sabíamos cómo trabajaba ese polímero.”

Silvia Goyanes. Entrevista realizada en el marco del Círculo de Estudios Tecnología y Periferia.

Figura 4. Red de interacciones del caso Barbijo social Atom-protect o el barbijo del Conicet



Fuente: elaboración propia en base a información secundaria y entrevista realizada en el marco del Círculo de Estudios Tecnología y Periferia.

Si bien el momento de desarrollo presentó su desafío, mayor fueron las incertidumbres presentadas en el momento de escalado. Aquí la distancia cognitiva entre la empresa y los grupos de investigación resultó enorme y requirió de un trabajo persistente por parte de los investigadores más jóvenes del proyecto de pasar el proceso del laboratorio a la planta. Conocer las condiciones de la planta fue clave y requirió numerosas visitas, pero también el desarrollo de un modelado de la planta en escala piloto en la universidad para detectar los problemas y apuntar soluciones, para lo que contar con el ingeniero industrial fue determinante.

Por otra parte, el momento de la realización tenía un camino allanado con una fuerte demanda que se vio potenciada por la calidad del producto, un diseño claramente distinguible de otros productos en el mercado y una estrategia de marketing boca a boca sustentada en la calidad del equipo técnico detrás del proyecto “el barbijo del Conicet”.

Algunos elementos adicionales que merecen la atención es cómo la motivación centrada en la resolución de problemas sociales alinea incentivos para llevar adelante el proyecto con independencia de las motivaciones personales u organizacionales. Las fuertes distancias sociales y cognitivas se van reduciendo en la medida en que el proyecto se desarrolla, cuestión que se percibe en el aprendizaje del empresario. Por otra parte, la visión comercial la aporta fuertemente el empresario, mientras que el grupo de investigación está más

preocupado por el desafío social, al punto que no esperaban recibir regalías o mal estimaron el uso de equipamiento lo que los llevó a perder la calidad de su infraestructura de investigación (ya que desgaste de equipamiento no fue un costo previsto y no formó parte del acuerdo con la empresa) que hoy esperan reponer con las regalías.

2. Discusión y análisis

La tabla 1 ofrece una comparación entre los casos analizados.

Tabla 1. Comparación de casos.

	ELA-Chem strip	Transcriptasa reversa	Atom protect
Producto	Kit diagnóstico.	Insumo para kit diagnóstico.	Barbijo social.
Red	Dos grupos de investigación (UNSAM, UNQ) Dos empresas incubadas por las univ. (Chemtest y PB-L).	Grupo de investigación (UNSAM) + Empresa (Inbio-Highway) + Anlis Malbrán.	Dos grupos de investigación (UNSAM, UBA) Empresa Pyme textil, INTI e Inst. de Virología de INTA.
Trayectoria previa	- NANOPOC - Creación de Chemtest y PB-L - UNSAM: Plataforma para producción de kit diagnósticos (Dengue, Brucelosis, etc). - UNQ: Técnica ELA de amplificación isotérmica.	- Poca experiencia en transferencia - Investigación diagnóstico de chagas. - Experiencia en el sector privado en técnicas de PCR. - Tesina sobre Master Mix.	- La empresa tiene experiencia en la preocupación por telas libres de patógenos - Los grupos de investigación tienen experiencia en y polímeros que son utilizados en el producto final
Momento de desarrollo	- Fuertes competencias y proximidad cognitiva. Desarrollo en línea con la trayectoria previa. - Trayectoria motivada por demanda y apalancada por plataforma de Chemtest.	- Trayectoria motivada por grupo de investigación en respuesta a Pandemia y en busca de sustituir importaciones. - Obstáculos tecnológicos superados alentados por un éxito inicial.	- Competencias medias o bajas en la empresa, baja proximidad saldada. - Trayectoria guiada por empresa (oportunidad de negocio ante Pandemia).
Momento de escalado	Alta proximidad entre las empresas y los grupos de investigación al ser empresas incubadas por las universidades.	Dificultades asociadas a logística superadas con modificación del producto (optimización del Master Mix).	Algunas dificultades que fueron superadas con feedbacks entre laboratorio y empresa.
Momento de realización	Importancia de la demanda pública.	Foco en un producto de igual o mejor calidad que el importado a un precio menor.	Preponderancia de la empresa en la identificación de la demanda latente. Llevan vendidos más de 5 millones de unidades.
Dimensiones transversales	Marco institucional favorable ante emergencia sanitaria. Diseño orientado a atravesar el proceso	- El producto no requiere aprobación de ANMAT.	La elección del producto (barbijo social) evita la aprobación de autoridades

	regulatorio. Apalancado por experiencias previas.		regulatorias, la empresa ofrece certificaciones de otras instituciones.
--	---	--	---

Fuente: elaboración propia en base a notas e información periodística y entrevistas en el marco del Círculo de Estudios Ciencia y Periferia

Los elementos clave que se desprenden de la misma y de la presentación de los casos son los siguientes:

1. Los tres casos muestran que tanto los procesos de trabajo individuales, como la interacción y coordinación entre actores se agiliza cuando hay una misión común (marco de emergencia sanitaria). Es decir, los potenciales problemas e incertidumbres de los momentos de desarrollo y escalado se reducen a partir del trabajo colaborativo en una red amplia cuando hay una demanda clara que actúa como coordinadora.
2. El caso 1 es el de mayor complejidad, que se observa en un proceso de desarrollo y testeado prolongado y complejo, en la necesidad de aprobación del producto final por parte del ente regulatorio, en que involucra diversas pero complementarias bases de conocimiento. En este caso la mayor complejidad puede ser abordada por la proximidad cognitiva entre el adoptante (empresas incubadas por las universidades) y los grupos de investigación que conforman prácticamente una única unidad en términos del proceso de toma de decisiones en el plano tecnológico. Al mismo tiempo, la velocidad de respuesta ante la emergencia sanitaria se logra por la valorización de una trayectoria previa de ambos equipos de investigación y, en particular, de una plataforma tecnológica construida por el equipo UNSAM para la elaboración de kit diagnósticos de tiras reactivas.
3. La trayectoria previa del caso 1 muestra que la disponibilidad de capacidades y financiamiento para desarrollo y escalado no es condición suficiente para superar los obstáculos del momento de realización, lo que conduce a repensar la necesidad de instrumentos que no solo incluyan la articulación universidad empresas, sino también con el usuario final, con el objetivo de despejar las incertidumbres asociadas al momento de realización.

4. La visión del mercado de las empresas (en casos 2 y 3). En ambos casos el conocimiento de mercado así como de las condiciones de producción y escalado lo aporta el sector privado, que en un contexto de demanda creciente no duda en tomar los riesgos empresarios asociados. Los grupos de investigación son poco conscientes de todo este proceso lo que se deja ver cuando las investigadoras de UNSAM se sorprenden por cobrar regalías por la venta de barbijos. En el caso 1, siendo las empresas y los grupo de investigación unidades operativas, el conocimiento del mercado surge de la trayectoria previa y de la articulación con organismo públicos para la comercialización del producto final (relevancia de la demanda pública. De esta forma en los tres casos el momento de la realización queda superado exitosamente.

Conclusiones

En los casos analizados observamos que lo largo de las diferentes etapas de la trayectoria, los momentos de desarrollo, escalado y realización ha impuesto desafíos específicos. Notablemente, las dificultades en el momento de desarrollo se superan de forma endógena o en articulación con nuevos actores, las dificultades de escalado se resuelven apelando al rediseño del producto, mientras que en el caso del momento de realización pre-existen tensiones y dificultades que no se resuelven de forma endógena.

Por otra parte, como en términos generales, las cuestiones de realización quedan por fuera del diseño de la política de CTI queda una vacancia no resuelta entre el desarrollo del prototipo y la introducción exitosa en el mercado de un nuevo producto o servicio, que puede ser determinante para la continuidad de la misma.

La experiencia en política de CTI en países en desarrollo en general y en Argentina en particular, muestra que el fomento a la vinculación tecnología debe superar las debilidades preexistentes en el entramado productivo para llegar con éxito a la comercialización de nuevos productos y servicios.

En este contexto, resulta crucial superar los problemas de articulación entre la política industrial y la política de CTI, la falta de sincronía entre los factores institucionales y normativos que rigen a los sistemas productivos y de ciencia y tecnología, la débil articulación con los potenciales usuarios finales y el bajo desarrollo de mercados potenciales.

En este artículo mostramos que la mayoría de estas problemáticas pueden ser resueltas cuando una misión tecnológica alinea los objetivos, disminuye las incertidumbres y permite una mejor articulación de los actores.