



Nómadas

ISSN: 0121-7550

Universidad Central

Hubert, Matthieu; L'Hoste, Ana Spivak; Burton, Bárbara
La convergencia tecnocientífica y sus traducciones
político-institucionales, profesionales y organizacionales*
Nómadas, núm. 55, 2021, Julho-Dezembro, pp. 45-61
Universidad Central

DOI: <https://doi.org/10.30578/nomadas.n55a3>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105172841004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

 redalyc.org

Sistema de Informação Científica Redalyc
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

La convergencia tecnocientífica y sus traducciones político-institucionales, profesionales y organizacionales*

A convergência tecnocientífica e suas traduções político-institucionais, profissionais e organizacionais

The Technoscientific Convergence and its Political, Institutional, Professional, and Organizational translations

Matthieu Hubert**, Ana Spivak L'Hoste*** y Bárbara Burton****

DOI: 10.30578/nomadas.n55a3

El artículo aborda la convergencia tecnocientífica en el caso de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina y profundiza, a partir de materiales empíricos, en torno a cómo dicha convergencia se traduce en el diseño de nuevos dispositivos de política de investigación e innovación tecnocientífica, así como en la redefinición progresiva y parcial de las identidades profesionales de los científicos, entre otros resultados. Los autores concluyen que no limitar la convergencia a un proceso epistémico de acercamiento entre varias áreas de conocimiento permite destacar la importancia de las dimensiones políticas, profesionales y organizacionales para evaluar la realidad de la convergencia en cada contexto nacional.

Palabras clave: convergencia, tecnociencia, innovación, nanociencia, nanotecnología, Argentina.

O artigo aborda a convergência tecnocientífica no caso da nanociência e a nanotecnologia na Argentina e aprofunda, a partir de materiais empíricos, em torno de como tal convergência se traduz no desenho de novos dispositivos de política de investigação e inovação tecnocientífica, assim como na redefinição progressiva e parcial das identidades profissionais dos científicos, entre outros resultados. Os autores concluem que não limitar a convergência a um processo epistêmico de aproximação entre várias áreas de conhecimento permite destacar a importância das dimensões políticas, profissionais e organizacionais para avaliar a realidade da convergência em cada contexto nacional.

Palavras-chave: convergência, tecnociência, inovação, nanociência, nanotecnologia, Argentina.

The article addresses the technoscientific convergence in the case of nanoscience and nanotechnology in Argentina. Based on empirical materials, it delves into how such convergence translates into the design of new techno-scientific research and innovation policy devices, as well as the progressive and partial redefinition of the professional identities of scientists, among other results. The authors conclude that limiting the convergence to an epistemic process of rapprochement among various areas of knowledge makes it difficult to highlight the importance of political, professional, and organizational dimensions when assessing the reality of convergence in each national context.

Keywords: Convergence, Technoscience, Innovation, Nanoscience, Nanotechnology, Argentina.

* El artículo surge de la convergencia de dos proyectos de investigación financiados por la Agencia Nacional de Promoción de la Ciencia y la Tecnología (Argentina): 1) "Producción de conocimientos y organización de la investigación en nanociencias y nanotecnologías en Argentina", y 2) "Trayectorias, colectivos y dinámicas institucionales en la física argentina. Una aproximación a las áreas nanotecnológica y nuclear".

** Investigador adjunto del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) y del Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Humanas (LICh) de la Universidad Nacional de San Martín (Unsam) (Argentina). Doctor en Sociología. Correo: mhubert@unsam.edu.ar

*** Investigadora independiente del Conicet, en el Centro de Estudios Sociales (Conicet-IDES) (Argentina). Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Campinas (Brasil); Antropóloga.

Correo: anaspivak17@yahoo.com.ar

**** Becaria doctoral del Conicet, en el Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (Citecd) de la Universidad Nacional de Río Negro (Argentina). Licenciada en Antropología.

Correo: bburton@unrn.edu.ar

original recibido: 08/06/2021
aceptado: 05/10/2021

ISSN impreso: 0121-7550
ISSN electrónico: 2539-4762
nomadas.ucentral.edu.co
nomadas@ucentral.edu.co
Págs. 45-61

Al trabajar sobre objetos a la misma escala nanométrica, las investigaciones en nanociencia y nanotecnología permiten acercamientos entre varias áreas de conocimiento. De hecho, a esa escala, físicos, químicos, biólogos e ingenieros estudian los mismos objetos de investigación y los manipulan con las mismas tecnologías (como, por ejemplo, la famosa microscopia de efecto túnel). Con esos acercamientos, el campo de la nanociencia y la nanotecnología se erige como un caso emblemático de la traducción de las promesas de convergencia tecnocientífica proyectadas a principios de siglo en Estados Unidos (Roco y Bainbridge, 2003) y en Europa (Nordmann, 2004)¹. Mientras dicha convergencia tecnocientífica fue estudiada desde distintas significaciones y perspectivas y en varios campos tecnocientíficos de países centrales², este artículo examina cómo opera en un país latinoamericano: Argentina. El objetivo es analizar los efectos de esas promesas de convergencia en un contexto de rasgos socioeconómicos y tecnocientíficos muy diferentes del contexto en que se formularon (Vessuri, 2008). Para alcanzar ese objetivo es necesario ir más allá de caracterizar la convergencia como resultado de un proceso de acercamiento entre varias áreas de conocimiento que, en el caso de la nanociencia y la nanotecnología, ocurriría únicamente gracias a la escala de trabajo en común (la escala nanométrica). En las páginas siguientes, examinaremos cómo la convergencia sucede también como efecto de rutinas cotidianas y de trayectorias institucionales, profesionales y organizacionales que anteceden a la configuración del campo.

Cabe destacar que nuestro interés por la convergencia no tiene que ver con avanzar en su desarrollo conceptual o aplicar ese concepto a estudios de casos, sino con explorar su potencial para abordar experiencias, sentidos y tensiones respecto de las transformaciones del trabajo científico y de las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (en adelante, CTI). En particular, aquellas que acompañaron la reorientación de las agendas tecnocientíficas hacia la nanociencia y la nanotecnología. En ese sentido, nuestro enfoque supone no definir *a priori* la noción de convergencia, ni diferenciarla de otros conceptos propuestos por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, sino analizar cómo esta opera concretamente en los campos que investigamos.

El artículo se estructura en torno de dos interrogantes centrales: ¿cómo la convergencia se traduce en dispositivos de promoción y de financiamiento de CTI, en reorientación de las agendas de investigación y de las trayectorias profesionales de los científicos, en reorganizaciones o la creación de nuevas organizaciones e instituciones? Y ¿qué limitaciones y resistencias encuentran esas transformaciones? Daremos respuestas a dichos interrogantes revisitando los resultados de tres proyectos de investigación que llevamos a cabo durante los últimos años y que tienen en común la exploración de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina desde distintos enfoques³. En los tres proyectos se utilizaron métodos de base cualitativa en los cuales se privilegiaron las entrevistas abiertas y en

profundidad, la realización de observaciones en ámbitos de producción de conocimientos y desarrollos técnicos a la escala nanométrica y el análisis de documentos y fuentes diversas (informes, *mailing*, artículos periodísticos y científicos, información en línea, etc.)⁴.

El texto se divide en tres secciones. Cada una de ellas pone el foco en un nivel de análisis distinto de la convergencia de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina. En la primera sección, analizamos la convergencia a nivel político-institucional, considerando los dispositivos de promoción y financiamiento de esa nueva área de conocimientos e innovaciones. En la segunda, nos centramos en las trayectorias profesionales de los científicos para estudiar cómo la convergencia se traduce en la reconfiguración de identidades profesionales. En la tercera parte estudiamos la convergencia a nivel organizacional a partir del caso de la creación de una empresa de base tecnológica por parte de científicos del sector público. Finalmente, en la conclusión, volvemos sobre esos diferentes niveles de análisis y su posible articulación para dar cuenta de las múltiples traducciones de la convergencia en un contexto semiperiférico.

La convergencia a nivel político-institucional

En esta sección, nuestro objetivo es especificar cómo la emergencia de la nanociencia y la nanotecnología como campo tecnocientífico interdisciplinario se traduce en la conformación de instituciones y programas de financiamiento de investigación en Argentina. Para eso, nos centramos en el rol de las políticas de CTI –en particular, sus dispositivos de financiamiento– como vector de convergencia entre actividades y profesionales provenientes de varias especialidades científicas y técnicas.

La convergencia como política de CTI

El gobierno de Estados Unidos lanzó la National Nanotechnology Initiative en el año 2000. A partir de esa iniciativa, destinada a financiar masivamente la investigación y el desarrollo (I+D) de la nanociencia y la nanotecnología a través de varias agencias (NSF, NIH o el Departamento de Energía), se programaron otras similares en el resto del mundo (Louvel y Hubert, 2016), incluida América Latina (Invernizzi *et al.*, 2014). No solo los Estados nacionales promovieron esta nueva

agenda. Organismos internacionales (Foladori *et al.*, 2012) y grandes empresas multinacionales también invirtieron en ese sector desde la década de 1990 (Mody, 2006). En Latinoamérica, las comunidades científicas nacionales vieron en la emergencia de ese campo una oportunidad para armar proyectos tecnocientíficos y solicitar fondos para comprar tecnologías de investigación (infraestructuras de I+D, instrumentos, insumos, etc.) cada vez más sofisticadas e indispensables para desarrollar investigaciones de estándar internacional (Hubert y Spivak, 2009; Invernizzi *et al.*, 2014).

En Argentina, nanociencia y nanotecnología se definieron, junto a la biotecnología y las tecnologías de información y comunicación, como prioridad de las políticas de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación (SECyT) a partir del 2003. Al año siguiente, la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) convocó, a través de su Programa de Áreas de Vacancia, la constitución de cuatro redes de cooperación para conectar a los aproximadamente trescientos científicos argentinos que en ese momento participaban en el campo (Spivak *et al.*, 2012). Ese fue, en Argentina, el primer instrumento de política pública que permitió la convergencia de varias comunidades científicas, constituidas por físicos, químicos, ingenieros y biólogos, alrededor de temáticas y objetos de investigación a la escala nanométrica.

El segundo instrumento fue el resultado de una iniciativa del Ministerio de Economía y Producción del año 2005 destinada a promover proyectos en el campo: la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN). Dicha fundación financió, tras una primera convocatoria, nueve proyectos con orientación aplicada y participación de actores industriales que tenían la obligación de contribuir, como mínimo, con el 20% del valor total del financiamiento. Tras la transferencia de la FAN, en el 2007, del Ministerio de Economía y Producción hacia el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt), sus actividades se reorientaron hacia la comunicación y la promoción de la nanotecnología en escuelas secundarias (programa Nano por un día) y universidades (programa Nano U), la incubación de proyectos de emprendimientos en micro y nanotecnología y la organización de eventos destinados a reunir actores públicos y privados (encuentros Nanomercosur) (Surtayeva, 2019).

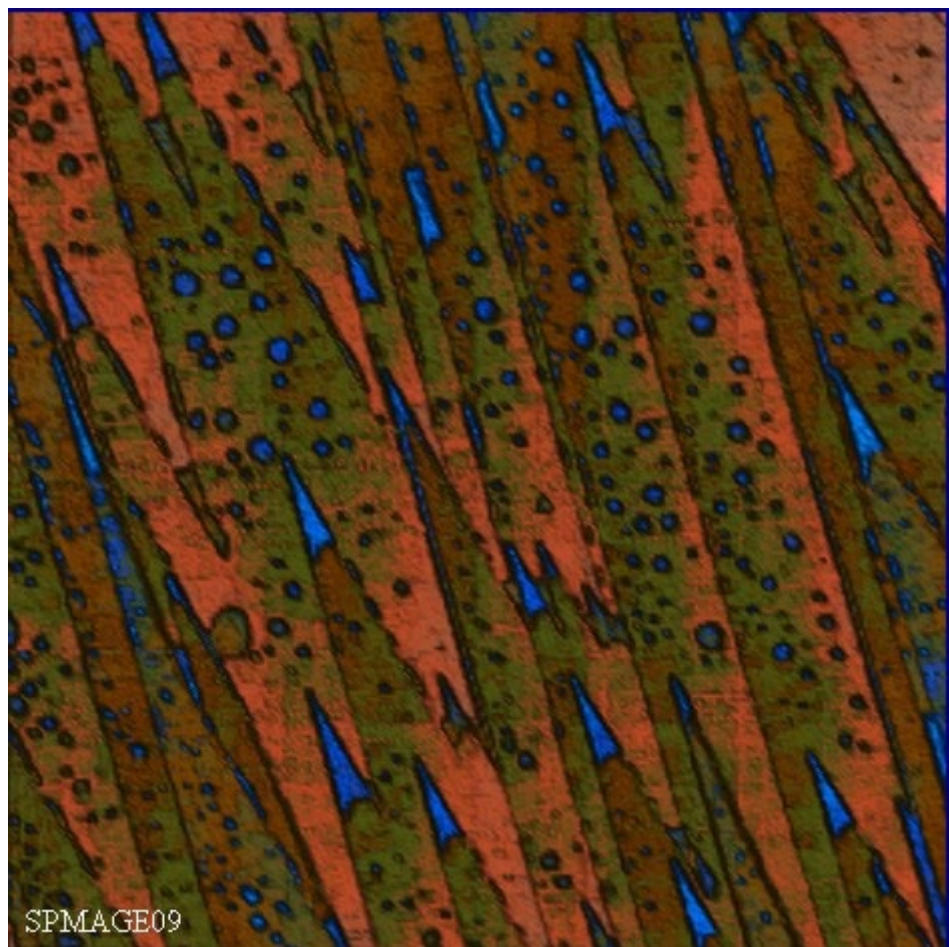
Estos dos primeros instrumentos (las redes de cooperación y la FAN) favorecieron la convergencia de varios actores de la investigación e innovación en nanociencia y nanotecnología. A estos se sumaron iniciativas orientadas a fortalecer la institucionalización y visibilización de ese nuevo campo de conocimiento y aplicación⁵. Esas iniciativas pueden diferenciarse en dos tipos. Por un lado, aquellas que hacían converger actores de la investigación pública estructurando las comunidades científicas susceptibles de participar en la investigación en nanociencia y nanotecnología. Y, por otro lado, aquellas que promovían la convergencia entre actores públicos y privados, con el fin de incentivar su participación conjunta en proyectos tecnológicos con vocación industrial. En las dos secciones siguientes, profundizamos sucesivamente en ambos tipos de instrumentos, haciendo énfasis, en la primera, en las diferenciaciones internas y las tensiones que se producen en los procesos de estructuración de comunidades “nano”; y, en la segunda, en cómo algunos de estos instrumentos abren la participación a la industria. Cabe destacar que las políticas “nano” en Argentina se focalizaron en sectores científicos e industriales. Otros grupos sociales potencialmente interesados (sindicatos, estudiantes, grupos de consumidores, etc.) no tuvieron allí una participación significativa en la formulación de expectativas y demandas sobre posibles articulaciones entre nanociencia y sociedad (Hubert, 2014).

Los dispositivos para organizar la convergencia entre comunidades científicas

En la década del 2000, la posibilidad de acceder a financiamientos ofrecidos por programas nacionales e internacionales en nanociencia y nanotecnología reorientó progresivamente las agendas de investigación hacia objetos de estudio a la escala nanométrica. Los análisis centométricos (véase, por ejemplo, Alborno *et al.*, 2008; Mincyt,

2009) muestran que en Argentina esa reorientación de las agendas tuvo efectos similares a los observados en otros países. También en Argentina convergieron en ese campo tres áreas disciplinares (física, química y ciencia de los materiales) y tomaron impulso algunas especializaciones como los estudios de polímeros y la bioquímica. Esto puede verse, por ejemplo, en la organización disciplinar y la división temática de las cuatro redes de cooperación mencionadas en el punto anterior⁶.

Al cartografiar las áreas y temáticas que investigan las principales instituciones tecnocientíficas del país, estos estudios centométricos muestran, de manera general, cómo las políticas públicas orientadas a promover la convergencia produjeron, asimismo, dife-

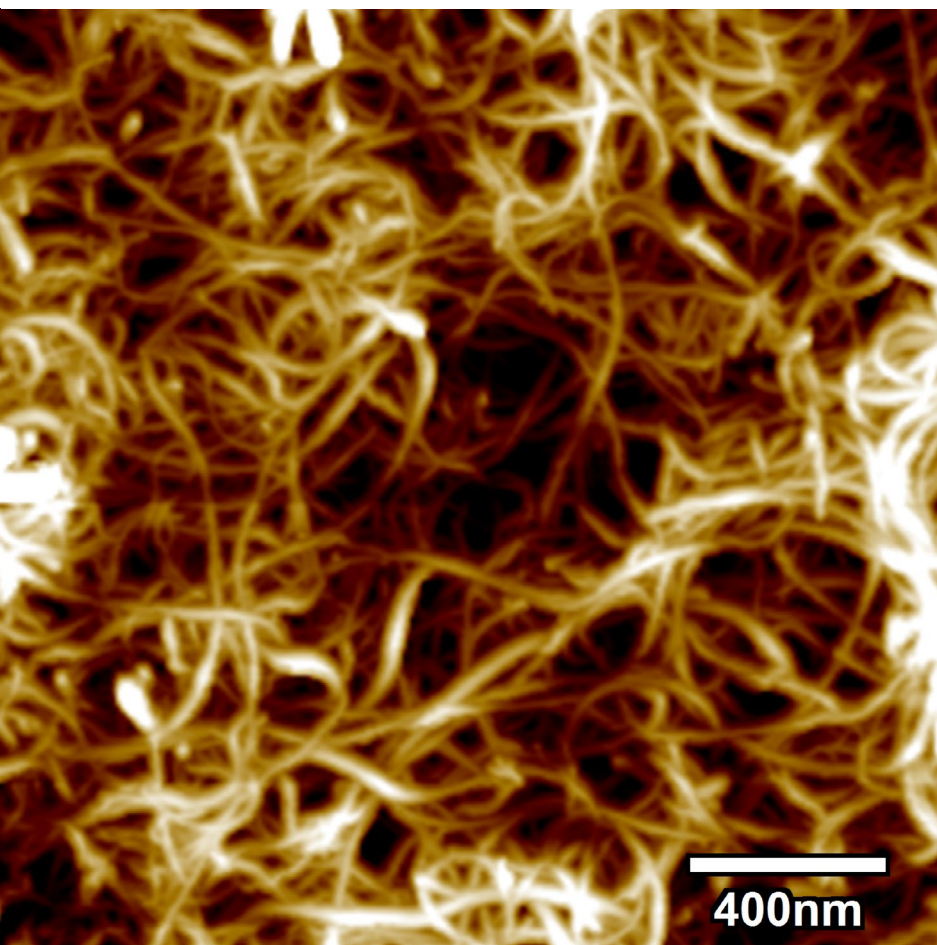


- "Buscando el hielo de verano": superficie de un cristal de cloruro de bario, 2009. Capturada por: Mar Cardellach Redón, Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (España). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

renciaciones en el campo de la nanociencia y la nanotecnología. Sin entrar en detalles, esta cartografía evidencia no solo la diversidad de objetos, técnicas, abordajes y conocimientos en el campo sino también la especialización relativa de algunas instituciones locales⁷. En particular, cuando se aborda el panorama a esa escala

institucional, se constata la coexistencia de varias dinámicas de convergencia (inter o intradisciplinarias, inter o intrainstitucionales) que no pueden reducirse a un proceso único y unívoco de convergencia hacia una fusión disciplinaria⁸. Se trata más bien de dinámicas de diferenciación en las cuales las instituciones tratan, además, de especializarse diferencialmente (por algún enfoque o técnica instrumental) en algún tema etiquetado como “nano” (Hubert, 2016).

Esta estructuración flexible y progresiva de varias comunidades “nano” que coexisten dentro de un mismo campo de investigación concuerda con la estructuración *bottom-up* que promueven los dispositivos de política –como, por ejemplo, las



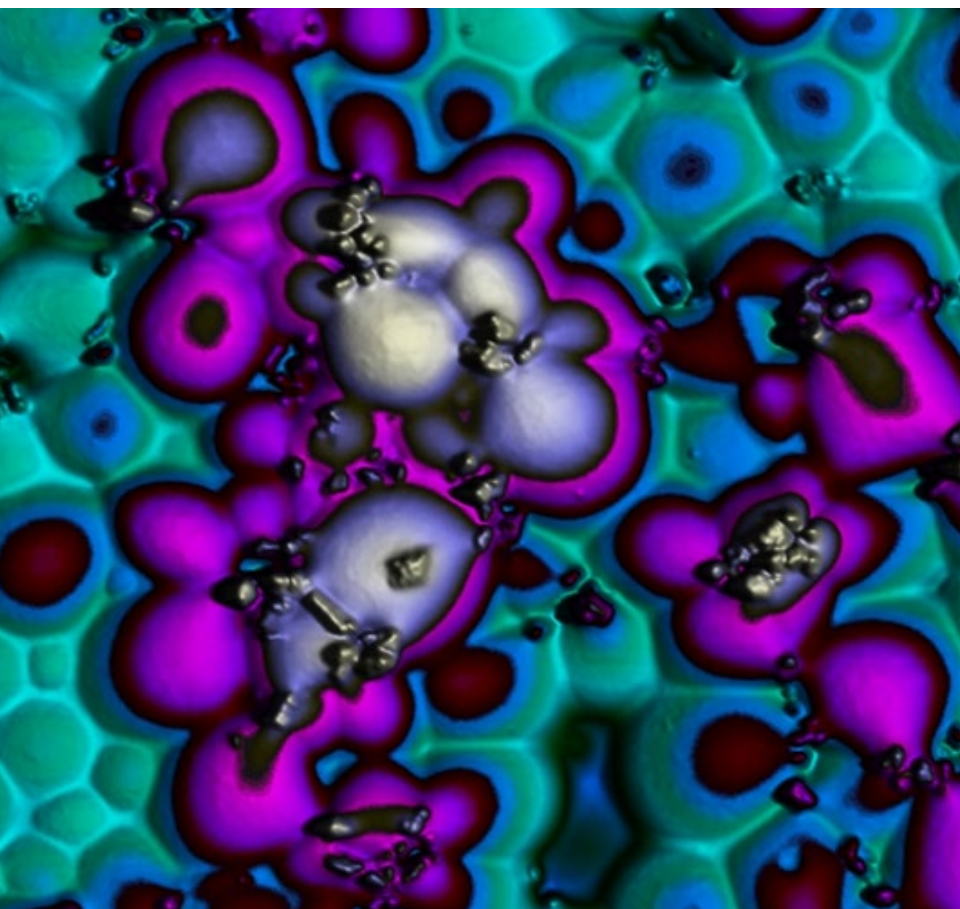
▪ Topografía de nanotubos de carbono (CNT), 2021 | Capturada por: Jhon Pazos / Laboratorio de Microscopía Avanzada, Universidad Central (Colombia)

mencionadas redes– que favorecen, sin forzarlos, acercamientos entre comunidades científicas. Dicha estructuración se vuelve más forzosa y restrictiva cuando se trata, como veremos en el punto siguiente, de los dispositivos que promueven la convergencia entre ciencia e industria.

Los dispositivos para estructurar la convergencia entre académicos e industriales

Otro tipo de convergencia derivada de las políticas de apoyo a la nanociencia y la nanotecnología es aquella que enlaza científicos e industriales. A ese respecto, la iniciativa de mayor impacto es el fondo sectorial destinado a ese campo. Los fondos sectoriales fueron creados por la Agencia I+D+i en el 2009 para financiar proyectos orientados a desarrollar tecnologías en áreas prioritarias de transferencia al sector productivo y, paralelamente, promover la vinculación (aún escasa) entre las actividades científicas y tecnológicas desarrolladas por las instituciones públicas y las expectativas de la sociedad (Mincyt, 2012)⁹. El fondo sectorial dedicado a la nanociencia y nanotecnología (FS-Nano) financió una decena de “consorcios públicos-privados” que tuvieron resultados dispares en términos de impacto productivo (Surtayeva, 2019).

Los fondos sectoriales marcaron una ruptura en la manera de promover la convergencia tecnocientífica desde las políticas públicas. En efecto, entre 2003 y 2008, los instrumentos de políticas de CTI se orientaron a estructurar e institucionalizar, como vimos, comunidades “nano” cuyo objetivo principal era producir ciencia básica. La implementación del FS-Nano habilitó la conformación de redes de actores más heterogéneos. En esa línea, los llamados “consorcios públicos-privados” tuvieron como propósito desarrollar una investigación orientada al diseño y la fabricación de nano-objetos y nanosistemas novedosos y, luego, su transferencia a los actores industriales de varios sectores (metalurgia, mecánica, salud, cosmética, agroindustria) participantes del proyecto. Así, mientras que las primeras políticas públicas de promoción de la nanociencia y la nanotecnología diseñaron dispositivos para organizar una



■ "Nanoarte": partículas poliméricas formadas a medida que la pintura látex se seca, 2009 | Capturada por: Ana Pereira. Universidad Nueva de Lisboa (Portugal). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

convergencia entre comunidades científicas e instituciones públicas, a partir del 2009 el enfoque cambió. Con el FS-Nano, las políticas públicas se enfocaron en la promoción de una convergencia entre investigaciones básicas y aplicadas destinada a generar una coordinación durable entre el sector público y el sector privado y, asimismo, a garantizar la aplicabilidad (e, *in fine*, el interés comercial) de las innovaciones tecnológicas desarrolladas.

De esta manera, constatamos que desde finales de la década del 2000 se llevó adelante una reorientación parcial de las agendas tecnocientíficas que se concretó gracias a una renovación de los instrumentos de financiamiento de CTI¹⁰. Fue una renovación que tuvo como horizonte no solo dar mayor pertinencia socioeconómica al trabajo (y los resultados) de los grupos científicos que participaban de los FS-Nano, sino también incitar a las comunidades científicas na-

cionales en general, aunque sea de manera difusa, a repensar las formas de valorización del trabajo de investigación y el marco normativo de su evaluación, en un contexto en el que el artículo científico (el *paper*) constituía su principal producto (Velho, 2011).

Ahora bien, los dispositivos que promovieron la convergencia, estructurando comunidades "nano" u organizando los acercamientos entre actores públicos y privados, no solo reorientaron las agendas de investigación, también impulsaron y modelaron transformaciones del trabajo científico más profundas. Para evaluar esas transformaciones, a continuación nos acercamos a los investigadores para interrogarnos sobre cómo estos se apropiaron de los dispositivos de política pública y sobre las nuevas normas y rutinas de trabajo que produjeron.

La convergencia a nivel profesional

En la sección anterior vimos que, a nivel político-institucional, nanociencia y nanotecnología son percibidas como un catalizador de la convergencia entre disciplinas y especialidades tecnocientíficas con potencial de aplicabilidad técnica e industrial. Sin embargo, el nivel político-institucional no es el único pertinente para estudiar los matices y las modalidades de la convergencia tecnocientífica en este campo. En esta sección, nos desplazamos al nivel de las trayectorias profesionales para identificar algunos rasgos característicos de las transformaciones del trabajo científico que implica esa convergencia. Con ese fin abordamos trayectorias de científicos que redefinen progresivamente su identidad profesional –inicialmente caracterizada como de productores de ciencia básica– hacia el hacer tecnológico, lo cual nos permite mostrar diferentes formas de experimentar y dar sentido al proceso que deriva en una nueva identidad profesional que caracterizamos como híbrida.

El científico-tecnólogo: hacia una nueva identidad profesional híbrida

¿Cómo se establecen y en qué consisten las bases de esa nueva identidad profesional híbrida que definimos como la del científico-tecnólogo? De manera general, y como desarrollamos a continuación, en esta nueva identidad convergen prácticas y sentidos asociados, por un lado, a la producción de ciencia básica, y, por el otro, al desarrollo de tecnología y la resolución de problemas concretos. Este proceso de convergencia se experimenta a partir de la introducción de múltiples actividades asociadas al desarrollo tecnológico en las rutinas del trabajo científico: planificación de metas en diálogo con empresas, desarrollo de prototipos, subcontratación de profesionales externos, búsqueda de inversores, tareas de investigación asociadas al desarrollo y a la prueba experimental del producto, etc.

La introducción de esas nuevas actividades en la rutina académica no supone la exclusión del repertorio de tareas que ocupaban previamente a los investigadores. Estos siguen publicando artículos en revistas de prestigio internacional, experimentando en función de problemas considerados como básicos, desempeñando tareas docentes, etc. Sin embargo, como buena parte del tiempo e interés de trabajo comienza a centrarse en el desarrollo tecnológico, los investigadores se ven obligados a adaptar sus rutinas cotidianas y aprender a manejar nuevas exigencias, restricciones y recursos. Esa adaptación establece las bases de una nueva identidad profesional que orienta prácticas y decisiones hacia el avance del proyecto tecnológico; una identidad de científico-tecnólogo que se imprime sobre el cumplimiento de obligaciones y responsabilidades previas.

¿En concreto, cómo los investigadores describen su participación en el desarrollo de un proyecto tecnológico? Primero, como un trabajo que moviliza no solo capacidades técnicas y conocimientos teóricos acumulados durante experiencias previas, sino también motivación personal y ganas de hacer “algo útil para la sociedad”. En palabras de un entrevistado que caracteriza su educación en instituciones públicas como una *inversión*: “podés devolver a la sociedad algo de lo que invirtió en vos”. Esa utilidad supone la expresión de una demanda que proviene de actores considerados como “externos” a la profesión académica. Satisfacer esa demanda implica una reorientación de sus prio-

ridades y actividades cotidianas, un quiebre en sus trayectorias laborales que los propios investigadores describen, en términos de continuidad, como las etapas de formación y de movilidad profesional inicial (muchos pasaron por experiencias prolongadas en laboratorios de países extranjeros), mientras identifican ajustes importantes de las agendas de investigación, de las actividades experimentales y de la organización de su trabajo al involucrarse en actividades de desarrollo tecnológico. Dichos ajustes marcan en las trayectorias de los investigadores una redefinición de la identidad profesional previa. Así lo plantea otro investigador: “hacer tecnología te quita del ámbito cómodo en el cual estabas establecido”.

Otro cambio característico que produce la convergencia de prácticas y sentidos en esa nueva identidad profesional híbrida es el carácter incondicional que asumen los objetivos planteados al principio de los proyectos que encaran los investigadores. En el marco de un trabajo científico (académico), los objetivos del proyecto se ajustan sobre la marcha, en función de los resultados obtenidos y sus interpretaciones. Los resultados intermedios pueden redireccionar, al menos parcialmente, el curso del proyecto y sus metas. En el marco de un trabajo tecnológico, por el contrario, esos ajustes sobre la marcha no son posibles, ya que las funcionalidades de un dispositivo técnico diseñado no pueden variar de manera significativa en el curso del proyecto, como asegura uno de los entrevistados: “si no puede por acá, puede ser por allá, pero tiene que llegar. No puede decir esta montaña no me gusta entonces me voy a otra montaña. Hay que cumplir esa meta”. Así, la incondicionalidad de los objetivos iniciales del proyecto no solo orienta la agenda de investigación sino también la organización del trabajo cotidiano.

La convergencia hacia la identidad profesional del científico-tecnólogo también tiene efectos en el manejo cotidiano y la planificación de los tiempos de trabajo. Con la participación en proyectos de desarrollo tecnológico, los márgenes temporales se vuelven más inflexibles, como afirma un entrevistado: “la parte tecnológica tiene cronogramas y los puntos de entrega intermedia son importantes”. Mientras las contingencias, los descubrimientos inesperados y los procesos interactivos de ensayo y error son características valoradas en el trabajo experimental de los científicos, estos mismos elementos retrasan el avance de un proyecto tecnológico. Dichas

complicaciones por lo general no son producto de incumplimientos individuales sino de la adaptación por parte de los científicos a un esquema de plazos, el industrial, que les resulta ajeno. Las exigencias temporales de la industria redundan en la aceleración del ritmo de entregas intermedias y de la reducción de duración total del proyecto. Ambos ajustes de plazos afectan los vínculos entre académicos e industriales y dificultan la posibilidad de participación de investigadores en formación en los proyectos tecnológicos, que se vuelve incompatible con sus cronogramas de estudios.

Así, el proceso de convergencia hacia una identidad híbrida está marcado por cambios en la manera de construir un objeto de investigación en relación con actores heterogéneos (más allá del mundo académico); con la definición de los objetivos del proyecto tecnológico (en particular, el carácter incondicional de los objetivos planteados al principio del proyecto); con las temporalidades restrictivas del trabajo tecnocientífico en el transcurso del proyecto; y, como veremos en el punto siguiente, con los criterios de evaluación que marcan y orientan el trabajo de investigación.

Más allá de las fronteras: un proceso de convergencia incierto

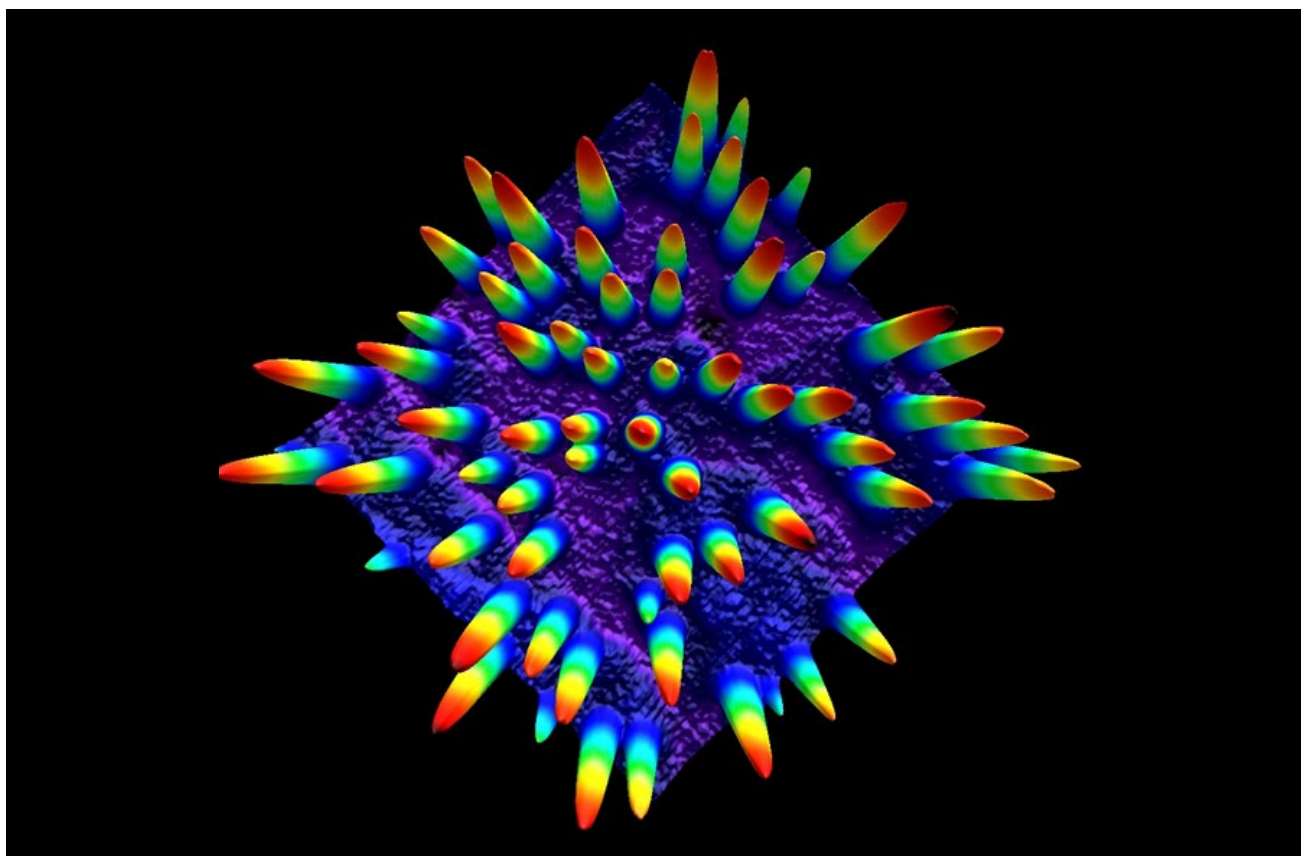
De manera general, cuando tratan de describir aquello que caracteriza la identidad profesional híbrida del científico-tecnólogo, los investigadores apuntan hacia un aspecto crítico: las dificultades que encuentran cuando trabajan más allá de las fronteras disciplinarias, organizacionales o profesionales. Mientras el trabajo interdisciplinario, interorganizacional e interprofesional suele ser la norma para llevar a cabo un proyecto tecnológico, en particular si se trata de tecnología convergente, las diferencias de criterios de evaluación de los conocimientos producidos y de los investigadores en sus propios universos profesionales o contextos organizacionales implican, según los entrevistados, complicaciones laborales y sacrificios en términos de avances en la carrera académica. Son esas dificultades e incertidumbres vinculadas con el proceso de convergencia hacia una identidad profesional híbrida las que abordamos en este punto.

Las capacidades y el saber hacer de los científicos que se convierten en científicos-tecnólogos se ajustan (o deberían ajustarse) a las exigencias de nuevos crite-

rios de evaluación. Mientras que, como científicos, el objetivo principal era publicar su trabajo en revistas científicas, la convergencia hacia esa nueva identidad profesional implica otras metas. Los proyectos de desarrollo tecnológico pueden incluir la producción de artículos, pero la materialización de sus resultados prioriza otro tipo de productos como prototipos, patentes o incluso un plan de negocios. Con esos nuevos objetivos, los compromisos y el quehacer de los científicos implicados en desarrollos tecnológicos se traducen, en muchos de los testimonios recogidos, en dudas e incertidumbres sobre cómo llevar a cabo ese nuevo tipo de actividades: “es todo un mundo eso de las patentes, unas zonas muy turbias, pero no por nefasto, sino porque no sabes cómo transitarlas”.

Según los entrevistados, estas dificultades vinculadas con los objetivos y los criterios de evaluación se agudizan por la división de responsabilidades y tareas en la cooperación con actores que consideran “externos”. Los llamados “consorcios” implican la firma de acuerdos entre actores del sector público (universidades, centros de I+D, etc.) y del sector privado (empresas, ONG, etc.) para coordinar el avance de un programa tecnológico –en el marco, por ejemplo, de instrumentos de financiamiento de I+D como los fondos sectoriales ya presentados en una sección anterior. Y, en muchos casos, los científicos apuntan a circunstancias inciertas y confusas para manejar vínculos o situaciones asociadas al avance de los proyectos con estos actores, que atribuyen a la falta de competencias propias así como de capacidades administrativas e institucionales.

Otra de las incertidumbres que produce el proceso de reorientación hacia actividades científico-tecnológicas tiene que ver con la manera de gestionar tanto los recursos humanos que participan en los proyectos como los diferentes materiales, infraestructuras y equipamientos necesarios para llevarlos adelante. En este aspecto, los investigadores destacan las negociaciones permanentes que deben llevar a cabo para reposicionarse en las instituciones que los emplean y conseguir un margen de maniobra necesario para la buena marcha del proyecto. Esas negociaciones, que se dan generalmente de manera individual, evidencian los desajustes institucionales en relación con las nuevas exigencias que recaen en los científicos-tecnólogos. Así, por ejemplo, cuánto tiempo de carga laboral pueden reservar



■ "Rascacielos del nanomundo": islas de arseniuro de indio crecido sobre arseniuro de galio, 2009 | Capturada por: Jorge M. García, Instituto de Microelectrónica de Madrid (España). Exposición "Un paseo por el nanomundo": icmm.csic.es

a los desarrollos tecnológicos, cuánto tiempo pueden consagrar estudiantes y becarios a esos mismos proyectos o de qué manera se compra y se regula el acceso, uso y mantenimiento de los dispositivos experimentales (instrumentos e insumos) comprados y mantenidos por esas instituciones (o comprados con subsidios externos, pero instalados en las mismas instituciones), son cuestiones que ponen en tensión las reglas de funcionamiento habituales. Estas cuestiones exigen nuevos acuerdos con colegas y responsables institucionales en contextos en los cuales las reglas son, en general, imprecisas, tácitas o inciertas. En palabras de un entrevistado: "Falta regular y falta un ejercicio en las instituciones para hacerlo". Y el problema se hace aún más sensible cuando científicos-tecnólogos intentan lanzar emprendimientos con fines comerciales a partir de desarrollos realizados en instituciones científicas públicas.

Así, el proceso de convergencia hacia una identidad profesional híbrida muestra la falta de habilidades, de formación y de entorno institucional favorable para cumplir con las nuevas exigencias y actividades que se suman a la

vida laboral cotidiana de los investigadores. Sin embargo, como anticipan los entrevistados, dicho proceso abre nuevas oportunidades que aprovechan para redefinirse profesionalmente y acomodar recursos y condiciones de trabajo favorables para el desarrollo tecnológico. En la siguiente sección, profundizamos sobre esas lógicas individuales y colectivas que favorecen la participación y el compromiso de los científicos en el desarrollo de un proyecto de creación de empresa de base tecnológica.

La convergencia a nivel organizacional

Bridging the gap between academia and industry while playing with small, tiny puzzles¹¹.

En esta sección presentamos algunos disparadores para abordar la convergencia entre actividad científica, desarrollo tecnológico y aplicabilidad socioeconómica.

Con ese fin ponemos el foco en una empresa de base tecnológica, esto es, una empresa que explota nuevos productos o servicios que resultan de la investigación científica y tecnológica creada, como señala uno de sus fundadores en su perfil de Twitter, con el propósito de hacer un puente sobre la brecha entre academia e industria. Dicha empresa fue fundada hace cinco años por investigadores del sector público con experiencia en I+D en micro y nanotecnología¹². A partir de ella, por un lado abordamos el proceso que dio lugar a esta nueva entidad organizacional y, por otro lado, identificamos algunas de las características que hacen de esa entidad un ámbito de consolidación de identidades híbridas como las trabajadas en la sección anterior y de convergencia entre prácticas e imaginarios provenientes del sector académico y del mundo del “emprendedurismo” o emprendimiento.

Convergencia entre academia y demanda externa: soluciones tecnológicas, expectativas profesionales y oportunidades al origen de la empresa

GLIT¹³ es una empresa de base tecnológica que usa microtecnologías para aplicaciones biomédicas. Fue creada en el 2014 por dos físicos que se desempeñan en un organismo público de investigación y formación científica, el Centro Atómico Bariloche – Instituto Balseiro (CAB-IB)¹⁴, para continuar desarrollando y comercializar un dispositivo de medición de viscosidad de fluidos con técnicas que operan a escala micrométrica. En el origen de ese desarrollo aparece una inquietud externa: la búsqueda de una médica neonatóloga de un hospital zonal de un instrumento para medir viscosidad en la sangre de recién nacidos y detectar, tempranamente, un conjunto de patologías específicas. La inquietud de esa profesional de la salud de Bariloche, ciudad donde se ubica el CAB-IB, circuló de boca en boca entre grupos de investigación del organismo hasta que llegó a un científico que decidió transformarla en problema de investigación. En concreto, el científico sugirió a un estudiante de la maestría de física tecnológica que se dicta en esa institución que estableciera la medición de viscosidad en una única gota de sangre como objetivo de su trabajo de tesis, y se ofreció a dirigirlo.

El estudiante que recibió y aceptó la propuesta ya había manifestado su voluntad de investigar en “algo

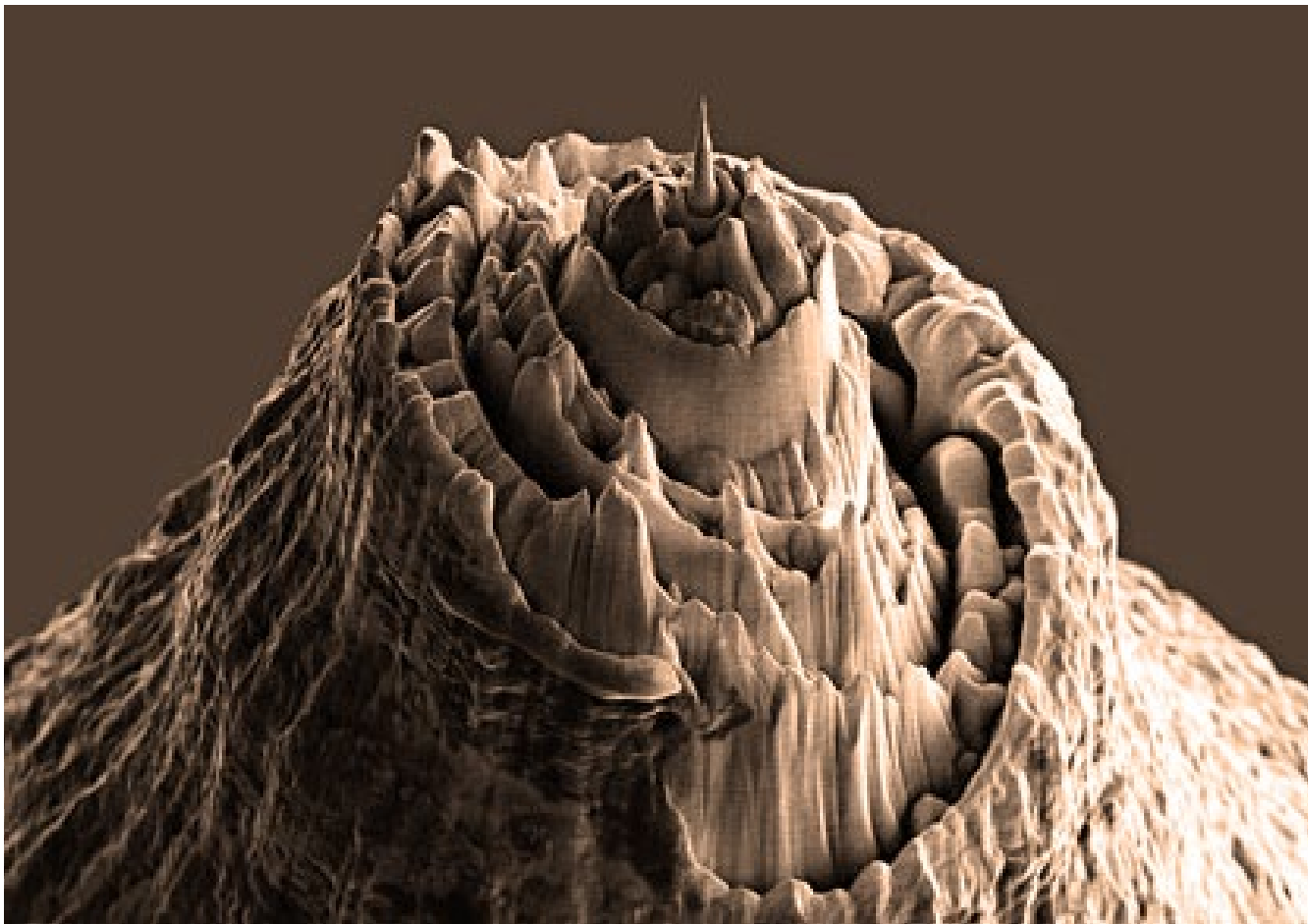
aplicado”. Previamente a la elección final de su tema de investigación, había considerado otras opciones que encontraba más cercanas a la ingeniería: “armo un equipo, lo pruebo, listo. Totalmente de armar”, señaló en una entrevista. Pero él no quería hacer ingeniería sino “tecnología investigando”, dos intereses (investigar y hacer tecnología) difíciles de ajustar al repertorio de ciencia básica o de temas ingenieriles que no contemplan investigación en el proceso. Sin embargo, en la búsqueda de esta técnica para medir viscosidad por demanda externa, ambos intereses convergieron. La propuesta permitía planificar investigación y proyectar, paralelamente, sus resultados para el desarrollo de tecnología.

Durante el transcurso de la maestría, director y estudiante realizaron distintas pruebas experimentales. Primero utilizaron un método de medición vinculado a magnetometría que no permitió alcanzar los objetivos propuestos. Tras revisar otras técnicas posibles, ensayaron la posibilidad de determinar la viscosidad en una gota de sangre midiendo la velocidad a la que circulaba el fluido por una superficie acotada. El experimento de medición implicaba utilizar chips con microcanaletas por las que circularía el líquido. Estos chips serían diseñados y fabricados artesanalmente en el laboratorio al cual ambos pertenecían. El laboratorio también estaría a cargo de diseñar un equipo electrónico para operar el programa que tomaría datos de ellos. La experiencia previa del investigador, por un lado, consolidada por décadas de trabajo en estos temas y, por otro lado, las competencias materiales y técnicas del laboratorio, expandidas durante los últimos años gracias al impulso de las políticas e instrumentos de fomento de CTI que vimos en la primera sección, habilitaron este nuevo ensayo que sí alcanzó los objetivos propuestos.

Resuelta la técnica de medición, director y estudiante decidieron dar un paso más en el desarrollo: avanzar en el diseño de un equipo que permitiera aplicar dicha técnica de medición ya no en el laboratorio sino en hospitales u otros centros de salud. Así como la inquietud que llevó a desarrollar la técnica era externa, su uso para controles de salud también lo sería. Con ese objetivo, y como parte de una materia de la maestría de física tecnológica, elaboraron el plan de negocios de un prototipo del equipo, al que llamaron microviscosímetro. El plan de negocios luego se presentó a un concurso de innovación tecnológica del IB y resultó ganador¹⁵.

El premio allí conseguido en el año 2010, cincuenta mil dólares, fue la primera financiación directa que tuvieron. El proyecto también se adaptó a la formulación de un plan de beca doctoral para el estudiante. Dicho plan, que tuvo como objetivo avanzar con el diseño y la fabricación del prototipo del microviscosímetro, así como escalar en el proceso de fabricación de los chips que se requerían para ello, obtuvo financiamiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) por el periodo 2011-2016.

nologías (campo que pisa fuerte en sus proyecciones de desarrollo tecnológico), inquietudes de un estudiante que quiere hacer algo aplicado de su investigación y financiamientos de distintas características pedidos con un mismo objetivo: avanzar en el desarrollo del microviscosímetro; la técnica primero, el prototipo de equipo después. Con un plan de negocios premiado, y en paralelo a la formación doctoral del estudiante, se dio un nuevo paso en dirección de hacer converger, sobre la base de esos propósitos, investigación e in-



■ *Imagen de punta de oro*, 2006 | Experimento de G. C. Gazzadi y P. Gucciardi. Capturada por: Lucía Covi / Centro Nacional de Investigación (INFM-CNR). Tomada de: tuttoquantoforum

Del proyecto de investigación a la empresa: desafíos y obstáculos en el camino de la convergencia entre ciencia e industria

Confluyen entonces, en el origen de GLIT, una demanda externa, las competencias de un investigador formado (y de su laboratorio) en las micro y nanotec-

industria. Este consistió en participar de la convocatoria del año 2014 del programa Empretecno, un programa dependiente de la Agencia I+D+i y ligado a los fondos sectoriales ya mencionados que estaba destinado a “promover el desarrollo de empresas de base tecnológica en los distintos sectores productivos a través de la aplicación intensiva del conocimiento” (Kantis y Federico, 2016, p. 7).

La reelaboración del proyecto para la convocatoria de Empretecno fue un desafío complejo. La convergencia entre actores, capacidades y desarrollos tecnológicos en esta nueva entidad, la empresa de base científica tecnológica, permitía pensar al desarrollo del microviscosímetro como posible, pero al mismo tiempo presentaba obstáculos para sus responsables. Estos problemas se explicitaron desde el comienzo, cuando el estudiante, apoyado por su director con amplia experiencia en participar en convocatorias de financiación de proyectos destinadas al avance general de la ciencia, pero menor en convocatorias tecnológicas, comenzó a completar formularios que desplegaban otros términos y formatos y contenían distintas exigencias.

Los obstáculos no se reducían a dificultades a la hora de aprender a formular o ajustar el proyecto a otro tipo de convocatorias. También tenían que ver con lograr establecer los nuevos acuerdos (nuevas convergencias) que aparecían como exigencia. Mientras en las convocatorias a proyectos de investigación básica lo central es el acuerdo entre el grupo de investigación que se compromete su participación, que es el que tiene autonomía en el manejo del financiamiento para llevarlo a cabo, la proyección comercial de una propuesta cambia las reglas del juego. Empretecno exigía, por un lado, el compromiso de las instituciones públicas de pertenencia del investigador y del beca-rio en cuestión: Conicet y CNEA. La primera como financiadora de ambos salarios; la segunda, como responsable del laboratorio en el que se desempeñaban. Además, el instrumento implicaba el establecimiento de un convenio con el sector privado en la conformación de la nueva empresa. El sector privado, en este caso, se incorporó con la integración al convenio de Invap S. E., empresa creada en 1976 a partir de una división de Física Aplicada del CAB-IB y conocida por la producción de reactores nucleares de investigación entre otros artefactos tecnológicos.

Las negociaciones con los tres organismos, sus autoridades y los responsables de sus áreas de vinculación y transferencia tuvieron distintos niveles de complejidad. En particular, CNEA explicitó reticencias respecto a la creación de la empresa y esgrimió en su contra la falta de experiencia en los procedimientos que suponía este tipo de convergencia de instituciones en una entidad organizacional de esta naturaleza y la falta de protocolos para acompañar propuestas de desarrollo y

comercialización de productos como el que se buscaba desarrollar. Mientras seguía habilitando el desempeño como investigador y estudiante en sus tareas de rutina previa, la institución demoró meses el avance del proyecto hasta que aceptó ser parte de la presentación.

A estos obstáculos relacionados con formularios, instrumentos de política CTI y negociaciones novedosas se sumaba que los tiempos destinados a resolverlos se solapaban con aquellos que debían destinar los promotores del proyecto a otras responsabilidades (avanzar sus líneas de trabajo, redactar artículos, dar clases, escribir tesis, etc.). Mientras se encargaba de esas gestiones, el investigador continuó (aún continúa) con su cargo del CAB-IB y el estudiante, por su parte, cursó sus estudios doctorales. Fue, coinciden ambos en señalar, un proceso “lento” y “difícil” que exigió la incorporación de prácticas y saberes (desde conocimientos burocráticos hasta estrategias de diálogo con distintos actores). Fue, también, un periodo de ajuste de tiempos de trabajo. Como anticipamos en la sección anterior, los tiempos del trabajo de la producción de ciencia básica muchas veces se tensionan con el cumplimiento de plazos asociados a las demandas externas del desarrollo de tecnología, pero entran en tensión cuando la resolución de una investigación requiere el uso de instrumentos cuya compra se encuentra atada a la obtención de un financiamiento. Las demoras en la firma del acuerdo, así como aquellas asociadas a la ejecución de los fondos del Empretecno (pasaron cuatro años desde la solicitud hasta la llegada del último equipo) redundaron en demoras en el avance de la investigación doctoral del estudiante, quien incluso llegó a considerar renunciar a su beca porque no lograba avanzar con su trabajo. Finalmente, no renunció, logró publicar sus resultados (requisito para obtener el título de doctor) y, finalizando el doctorado, pudo completar la línea del proceso de fabricación de los chips necesarios para fabricar el prototipo de microviscosímetro.

GLIT y el emprendedurismo: convergencias de trayectorias, prácticas e imaginarios

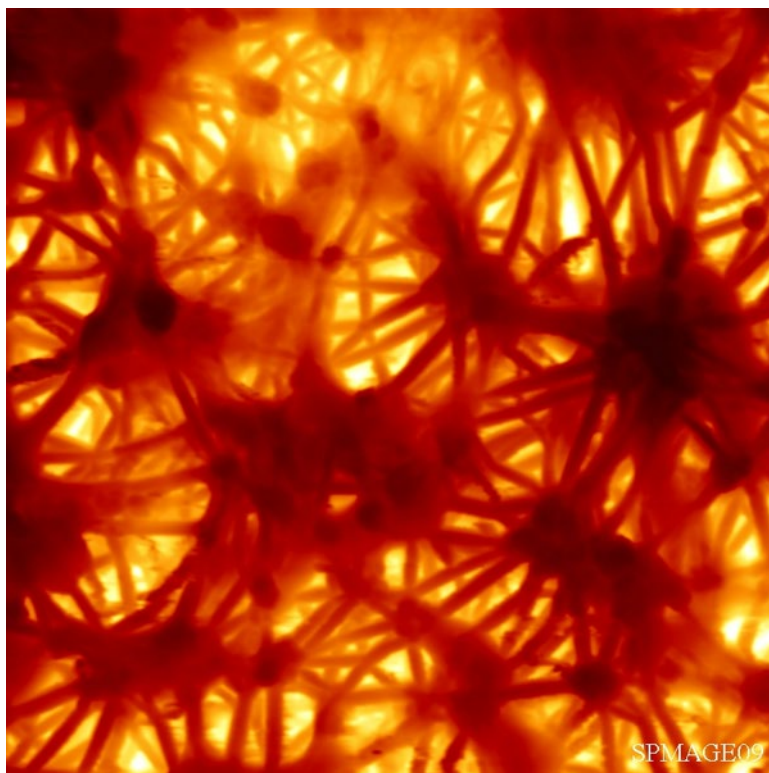
Al investigador y el estudiante se sumó, a partir de la creación de GLIT, un tercer integrante. A diferencia de los anteriores, que hacían converger en la empresa intereses orientados al desarrollo tecnológico de un producto con trayectorias en tránsito en el mundo académico, el

nuevo miembro se había alejado de él. Se trataba de otro físico, también dirigido unos años antes por el investigador en su maestría y doctorado pero que, hacía un tiempo, había renunciado a un cargo permanente de investigador del Conicet porque, en sus términos, “no le terminaba de ver un fin, un sentido, a ponerle un esfuerzo a eso, escribir papers y eso [...] menos en Argentina que justamente no estaba la etapa de después [refiriéndose a una etapa de eventual aplicación]”. Frente a lo que calificaba como desinterés hacia la actividad científica orientada a la producción de servicios y productos, el nuevo miembro de GLIT encontró desafiante sumarse al equipo en el rol de gestor de la empresa o *Chief Executive Officer* (CEO), como él mismo se caracterizaba. “Ahí sí, me cerró. Porque me gusta la ciencia y tecnología, pero combinado con algo de la vida real, contribuir de alguna manera, formar parte de la economía o de las actividades de la gente que te rodea es importante”, afirmó en una entrevista.

A partir de su incorporación, y articulando intereses personales con responsabilidades directivas, fue consolidándose en la empresa, en torno del microviscosímetro, la convergencia entre ciencia, desarrollo de tecnología, la fabricación de un producto y la proyección de los pasos a seguir para lanzarlo¹⁶. Ahora bien, su incorporación sumó, además, ideas sobre cómo debía funcionar y proyectarse la empresa, qué importancia asumiría la articulación de ciencia, tecnología e industria en ella y hacia dónde debía dirigirse. Estas ideas orientaron la definición de GLIT hacia un tipo de lógica empresarial asociada a la innovación tecnológica que destaca el rol de los individuos, particularmente los llamados “emprendedores”, en el impulso de cada proyecto de articulación entre ciencia e industria (cada desarrollo, servicio o producto) y toma como modelo a seguir a Silicon Valley.

El modelo de Silicon Valley, convertido en guía para replicar en diversas geografías a lo largo del globo, supone la concentración geográfica de organismos públicos y privados de formación profesional de punta y de desarrollo de capacidades científico-técnicas (universidades, laboratorios, pequeñas y medianas empresas destinadas a la producción de productos y servicios intensivos en conocimientos, etc.). A partir de esa concentración, de los vínculos que esta produciría y del impulso de financiamientos de distintas fuentes, se proyectan sinergias entre distintos actores

que podrían redundar en nuevos proyectos, nuevos desarrollos y nuevas empresas (Lécuyer, 2005). Con ese modelo de empresa y ecosistema como horizonte, reforzado por su participación en un programa de formación de ejecutivos de la Singularity University (una organización con base en Silicon Valley que ofrece capacitaciones orientada a la innovación y la búsqueda de soluciones tecnológicas), el CEO de GLIT modeló la dinámica de la empresa en función de nuevas convergencias. La primera de ellas fue la incorporación de prácticas y términos del llamado “empreendedorismo tecnológico” en esta empresa con origen en trayectorias e instituciones de arraigo científico y académico. La segunda fue el solapamiento de la promoción del impacto social como objetivo empresarial al interés personal por “hacer algo aplicado”.



■ “El mundo de nanogoo”: estructura del teflón, 2009 | Capturada por: Andrzej Sikora, Instituto Electrotécnico de Cracovia (Polonia). Exposición “Un paseo por el nanomundo”: icmm.csic.es

En esa dirección, con el CEO se sumó a GLIT la denominación de la compañía como *start-up* y se incorporaron nuevas prácticas de promoción del proyecto y la empresa. Sus miembros empezaron a participar en *meet ups* de emprendedores para difundir el trabajo de la empresa¹⁷. También desarrollaron y expusieron,

frente a distintos públicos y en distintos eventos (rondas de inversores, exposiciones tecnológicas), un *elevator pitch*¹⁸ destinado a visibilizar su proyecto y a conseguir inversiones privadas para continuar los desarrollos de equipo y procesos necesarios para su comercialización. Hasta entonces, sus financiamientos habían provenido de organismos públicos (IB, Empretecno, Conicet y CNEA a través del pago de salarios y el mantenimiento de equipamiento, etc.). La propuesta del CEO, que derivó en estas nuevas prácticas y recorridos, fue ampliar la búsqueda de fondos hacia el sector privado. Precisamente, buscar, en sus términos, “inversiones de riesgo”. Con ese fin, también participaron en el 2015 y en el 2017 en incubadoras de empresas de base científica.

Según afirmó el CEO en una entrevista, “esto de la vinculación del sector privado en este tipo de emprendimientos todavía es muy nuevo [...] acá una empresa que quiera invertir en desarrollar tecnología o apoyar *start-ups* es algo poco común”. Pero eso no era lo único poco común que rever en la proyección de la empresa. También consideraba necesario redefinir su perfil para que esta se erigiera como destino de esas inversiones, lo cual implicaba posicionar a GLIT como hacedora de tecnología de vanguardia para buscar soluciones a desafíos globales de la sociedad. En la categoría de “impacto social” que el CEO utilizaba para justificar la importancia de este tipo de lógica organizacional confluía lo aprendido en su formación en la Singularity University sobre cómo hacer avanzar tecnologías que impacten en la sociedad con aquella voluntad inicial de un estudiante por hacer investigación aplicada y la decisión de un investigador de conectar esa voluntad con una demanda externa específica.

Conclusión

El artículo aborda la convergencia tecnocientífica en el campo de la nanociencia y la nanotecnología y profundiza en cómo esa convergencia se traduce en las políticas de promoción de ese campo, así como en los ámbitos profesionales y organizacionales donde se producen conocimientos y desarrollan tecnologías a la escala nanométrica. En particular, se identifican tres niveles de análisis en los cuales se concretiza la convergencia. Primero, a nivel político-institucional, analizamos la naturaleza y los objetivos de los dispositivos que promueven esa convergencia para estructurar

las comunidades “nano” u organizar los acercamientos entre actores públicos y privados. Segundo, a nivel de las trayectorias profesionales, estudiamos la convergencia como proceso de conversión hacia una identidad profesional híbrida de científico-tecnólogo, es decir, la conversión de científicos que redefinen progresivamente su identidad profesional de científicos básicos hacia el saber hacer tecnológico y la resolución de problemas concretos. Tercero, a nivel organizacional, analizamos la convergencia como un proceso de articulación entre actividad científica, desarrollo tecnológico y aplicabilidad socioeconómica a través del caso de la creación de una empresa de base tecnológica por parte de investigadores científicos del sector público.

Como señalamos en la introducción, nuestro interés por la convergencia tiene que ver con la posibilidad de explorar su potencial para abordar experiencias, sentidos y tensiones respecto a las transformaciones del trabajo científico y a las políticas de CTI que acompañan la reorientación de las agendas tecnocientíficas hacia la nanociencia y la nanotecnología. Estas transformaciones se materializan, como vimos en los resultados presentados en el artículo, en el diseño de nuevos dispositivos de política de CTI, en la redefinición (progresiva y parcial) de las identidades profesionales y en la creación de nuevas entidades organizacionales (como la empresa de base tecnológica que estudiamos en la tercera sección); y constituyen la base no solo de varios mecanismos de convergencia (interdisciplinar, interinstitucional, entre ciencia e industria), sino también de los mecanismos de resistencia (como, por ejemplo, las trabas administrativas propias de cada institución) o, incluso, de divergencia (como, por ejemplo, las modalidades de valorización o evaluación académica) que encontramos a lo largo de la investigación.

Partimos, entonces, de preguntarnos cómo opera la convergencia en políticas, instituciones y laboratorios de investigación de un país semiperiférico. Los resultados presentados permiten identificar algunas de las múltiples contingencias propias de este contexto nacional (sea a nivel político-institucional, profesional u organizacional) que ocurren no solo por las especificidades del contexto sociopolítico estudiado sino también por las características y las dinámicas propias de cada uno de los tres niveles que estudiamos en él. Y si bien existen interdependencias entre esos tres niveles, para analizar los rasgos específicos de la convergencia

en cada contexto nacional es necesario estudiar empíricamente las dinámicas tal cual se producen en cada nivel sin presumir que algún nivel es más determinante que otro. En ese sentido, no limitar la convergencia a un proceso epistémico de acercamiento entre varias áreas

de conocimiento que ocurriría necesariamente gracias a la escala de trabajo en común (la escala nanométrica) permite destacar la importancia de las dimensiones políticas, profesionales y organizacionales para evaluar la realidad de la convergencia en cada contexto nacional.

Notas

1. Mientras que el informe estadounidense asigna un objetivo explícito a la convergencia (la mejora del rendimiento humano) (Roco y Bainbridge, 2003), el informe de los expertos de la Comisión Europea lo rechaza (Nordmann, 2004) pero mantiene una visión de las tecnociencias como principal (o incluso única) fuente de progreso social (Bensaude-Vincent, 2015).
2. Véase Miège y Vinck (2012) para una revisión de las significaciones y perspectivas sobre la convergencia y, por ejemplo, Rafols y Meyer (2007) sobre el caso de las bionanotecnologías, Vinck y Robles (2012) sobre los micro y nanosistemas o Louvel (2021) sobre la nanomedicina.
3. Se trata de los proyectos mencionados en la nota al pie del título.
4. La primera investigación mencionada en la nota al pie del título se apoya en entrevistas a científicos y técnicos y el análisis de documentos para abordar la formación de grupos de investigación y la evolución de sus agendas. La segunda investigación se basa en entrevistas con científicos y observaciones de campo para analizar sus trayectorias profesionales y, en particular, las decisiones que reorientan sus carreras. Finalmente, en el marco de la tesis doctoral en curso se lleva adelante, desde hace tres años, un trabajo de campo etnográfico en una empresa de base científico-tecnológica. La articulación de esas investigaciones responde a los principios teórico-metodológicos de una etnografía multisituada (Marcus, 1995; Hine, 2007). Dicho abordaje, que multiplica lugares de observación, participación y reflexión, configura un hilo conductor que permite vincular investigaciones con distintos objetivos y hacer confluir los casos de estudio para indagar sobre las preguntas y niveles de análisis de la convergencia.
5. Entre otras iniciativas, cabe mencionar: la creación del Centro binacional Argentino Brasileño de Nanotecnología y Nanociencia (CABNN) en el 2005; del Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN) y del Instituto de Nanociencia y Nanotecnología (INN) en el 2008; del Fondo Sectorial FS-Nano en el 2009.
6. Se trata de las redes siguientes: “Materiales nanoestructurados y nanosistemas”, “Nanociencia y nanotecnología molecular, supramolecular e interfaces”, “Diseño, simulación y fabricación de nano y micro dispositivos, prototipos y muestras” y “Auto-organización de bionanoestructuras para la transmisión de información molecular en neurobiología y procesos biológicos”.
7. Por ejemplo, el informe 2009 del Boletín Estadístico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación muestra que: el Centro Atómico Constituyentes se focaliza sobre el diseño y la fabricación de micro- y nanosistemas; la Universidad de Mar del Plata se orienta hacia los estudios de los materiales nano-estructurados; la Universidad de Córdoba se especializa en la nanobiomedicina (Mincyt, 2009, p. 5).
8. Es también lo que observan Vinck y Robles (2012).
9. Los Fondos sectoriales son parte del plan nacional “Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015”, lanzado en el 2012. Los Fonarsec proponen también programas de financiamiento para dos otras “tecnologías de propósito general” (TPG): las TIC y las biotecnologías (Mincyt, 2012).
10. Una renovación de los instrumentos de política científica que se inscribe en el marco de la creación, en el 2008, del Mincyt.
11. Perfil Twitter de uno de los fundadores de la empresa GLIT.
12. Las microtecnologías (> a 100 nanómetros) son de un tamaño superior a las nanotecnologías (entre 1 y 100 nanómetros) pero, en la práctica, hay un continuum entre investigaciones en microtecnología y en nanotecnología. De hecho, muchos de los actores involucrados hablan del campo de la “micro y nanotecnología” para designar el área de investigación en su totalidad.
13. En esta investigación los nombres personales y el nombre de la empresa del caso elegido se mantienen confidenciales y se utilizan nombres ficticios.
14. El complejo CAB-IB reúne a un centro de I+D y a un instituto de formación superior públicos. El primero es una unidad de la Comisión Nacional de Energía Atómica, institución creada en 1950 con el fin de generar conocimiento y asesorar al gobierno nacional en materia nuclear. El segundo es un instituto educativo que pertenece a la Universidad Nacional de Cuyo y a la propia comisión.

15. Se trata del IB50K, un concurso organizado por el IB, y dirigido a estudiantes, cuyo primer premio está destinado a utilizarse para el desarrollo del proyecto.
16. El microviscosímetro ya cuenta con patentes, pertenecientes a CNEA y Conicet, en Argentina, Estados Unidos, Israel, Alemania, China y Brasil.
17. Se trata de eventos que tienen, como objetivo, intercambiar ideas sobre productos o servicios innovativos o informaciones sobre

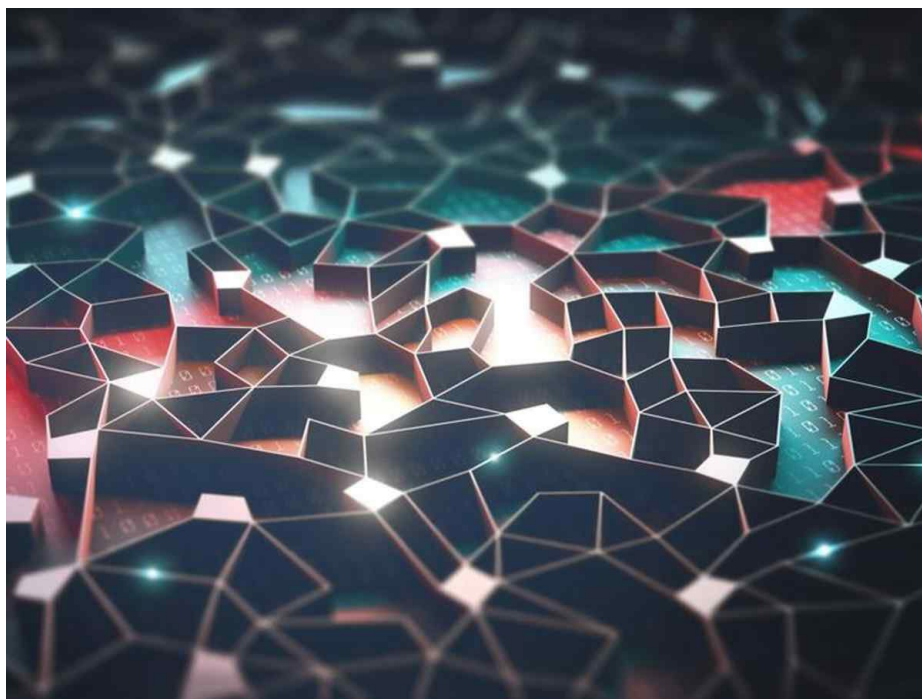
emprendimientos en marcha. No tienen consignas particulares ni ordenamientos específicos. El propósito es generar encuentros informales en ámbitos en donde las personas circulen, dialoguen y donde se ofrece comida, bebida y música.

18. El *elevator pitch* es un relato estructurado de tres minutos de duración que describe los puntos claves de un plan de negocios. Está dirigido a convocar a posibles inversores o difundir un proyecto tecnológico en distintos ambientes de interés.

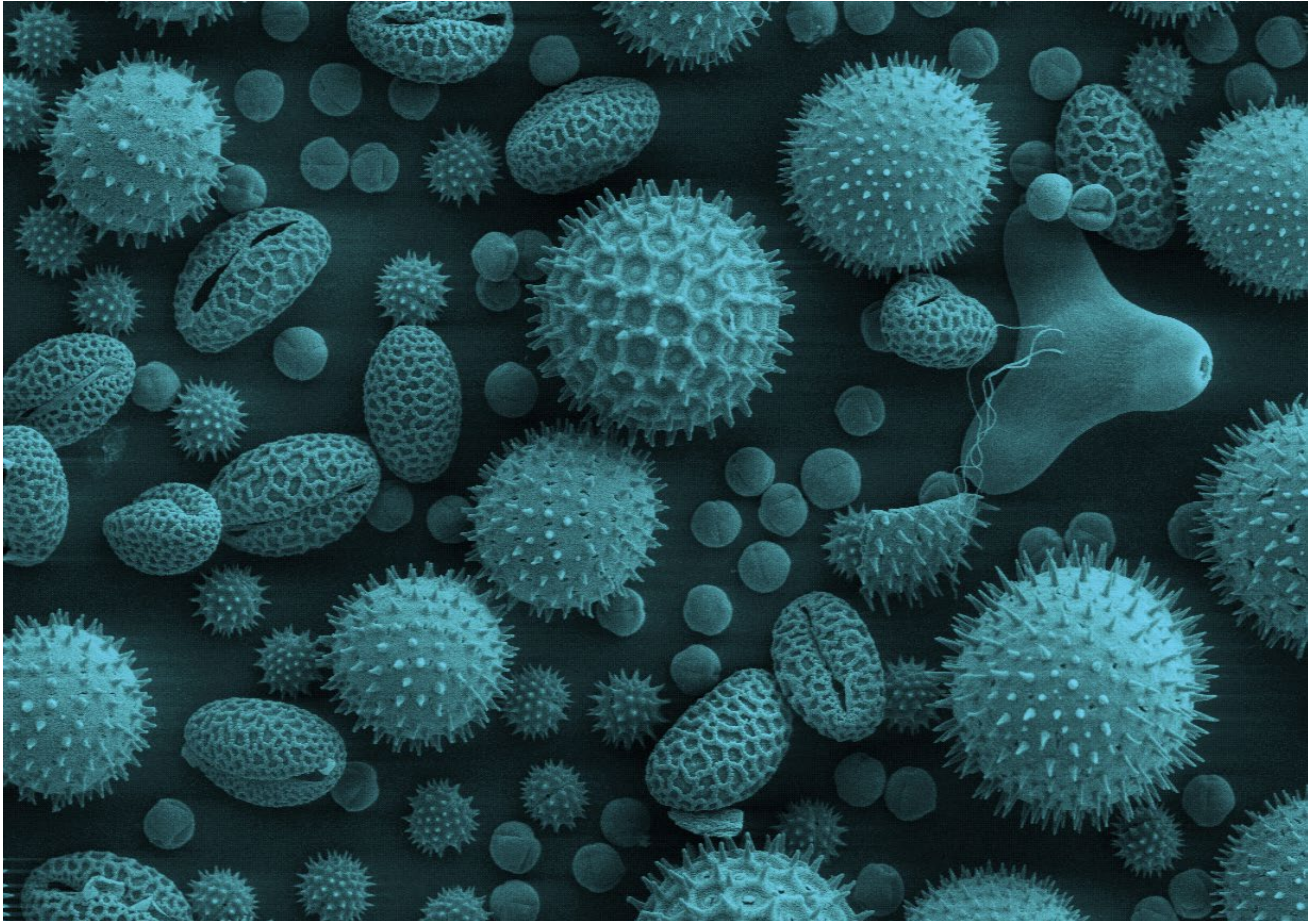
Referencias bibliográficas

1. ALBORNOZ, M., Barrere, R., Bageneta, M., Charreau, H., López Monroy, E. y Matas, L. (2008). *La nanotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*. Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica.
2. ANDRINI, L. y Figueroa, S. (2008). El impulso gubernamental a las nanociencias y nanotecnologías en Argentina. En G. Foladori y N. Invernizzi (eds.), *Las nanotecnologías en América Latina* (pp. 27-39). Porrúa.
3. BENSAUDE-VINCENT, B. (2015). Promesses et régimes d'historicité en technosciences. En M. Audétat (ed.), *Sciences et technologies émergentes: pourquoi tant de promesses?* (pp. 49-67). Hermann.
4. FOLADORI, G., Figueroa, S., Záyo-lau, E. e Invernizzi, N. (2012). Características distintivas del desarrollo de las nanotecnologías en América Latina. *Sociologías*, 30, 330-363.
5. HINE, C. (2007). Multi-sited Ethnography as a Middle Range Methodology for Contemporary STS. *Science, Technology, and Human Values*, 32(6), 652-671.
6. HUBERT, M. (2014). Modelo dominante y variaciones nacionales en el diseño de las políticas de investigación en favor de la innovación tecnológica: una aproximación comparativa de los dispositivos de apoyo a la nanociencia y nanotecnología en Argentina y Francia. *Estudios de Sociología*, 37, 391-408.
7. HUBERT, M. (2016). La emergencia de la nanociencia y nanotecnología en Argentina. En P. Kreimer (ed.), *Contra viento y marea. Emergencia y desarrollo de campos científicos en la periferia: Argentina, segunda mitad del siglo XX* (pp. 87-103). Clacso.
8. HUBERT, M. y Spivak, A. (2009). Integrarse en redes de cooperación en nanociencias y nanotecnologías: el rol de los dispositivos instrumentales. *Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, 15, 69-91.
9. INVERNIZZI, N., Hubert, M. y Vinck, D. (2014). Nanoscience and Nanotechnology: How an Emerging Area on the Scientific Agenda of the Core Countries Has Been Adopted and Transformed in Latin America. En E. Medina, I. da Costa Marques y C. Holmes (eds.), *Beyond Imported Magic. Essays on Science, Technology, and Society in Latin America* (pp. 223-242). MIT Press.
10. KANTIS, H. y Federico, J. (2016). *Emprendimientos tecnológicos y política pública: resultados y reflexiones del programa Empretecno en la Argentina*. Cieciti.
11. LÉCUYER, C. (2005). *Making Silicon Valley. Innovation and the Growth of High Tech, 1930-1970*. MIT Press.
12. LOUVEL, S. (2021). *The Policies and Politics of Interdisciplinary Research: Nanomedicine in France and in the United States*. Routledge.
13. LOUVEL, S. y Hubert, M. (2016). The Use of Foreign Examples in Research Policy. Public Funding for Nanoscience and Nanotechnology in France. *Revue Française de Sociologie*, 58(3), 473-501.
14. MARCUS, G. (1995). Ethnography in/of the World System: The Emergence of the Multi-sited Ethnography. *Annual Review in Anthropology*, 24, 95-117.
15. MIÈGE, B. y Vinck, D. (Dir.) (2012). *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements*. Archives Contemporaines.
16. MODY, C. (2006). Corporations, Universities, and Instrumental Communities. Commercializing Probe Microscopy, 1981-1996. *Technology and Culture*, 47, 56-80.
17. MINCYT (2009). Nanotecnología. *Boletín Estadístico Tecnológico del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva*.
18. MINCYT (2012). *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos*

- Estratégicos 2012-2015*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
19. NORDMANN, A. (2004). *Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies*. European Union Expert Group “Foresighting the New Technology Wave”.
 20. RAFOLS, I. y Meyer, M. (2007). How Cross-disciplinary is Bionanotechnology? Explorations in the Specialty of Molecular Motors. *Scientometrics*, 70(3), 633-650.
 21. ROCO, M. y Bainbridge, W. (eds.) (2003). *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Kluwer.
 22. SPIVAK, A., Hubert, M., Figueroa, S. y Andrini, L. (2012). La estructuración de la investigación argentina en nanociencia y nanotecnología: balances y perspectivas. En G. Foladori, E. Záyago-Lau y N. Invernizzi (eds.), *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina* (pp. 33-53). Porrúa.
 23. SURTAYEVA, S. (2019). *Análisis de la evolución de las capacidades locales y políticas públicas en nanociencia y nanotecnología en la Argentina (2003-2015)* [Tesis de Maestría]. Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes (Argentina).
 24. VELHO, L. (2011). La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación. En A. Arellano y P. Kreimer (eds.), *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Siglo del Hombre.
 25. VESSURI, H. (2008). El futuro nos alcanza: mutaciones previsibles de la ciencia y la tecnología. En L. Gazzola y A. Didriksson (eds.), *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (pp. 55-86). Iesalc-Unesco.
 26. VINCK, D. y Robles, E. (2012). Convergence dans les nanosciences et nanotechnologies. Le cas des micro et nanosystèmes. En B. Miège y D. Vinck (eds.), *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements* (pp. 43-66). Archives Contemporaines.



▪ *Inteligencia artificial*, 2016 | Autor: Kiyoshi Takahase Segundo / Alamy



■ *Imagen de polen, 2019* | Capturada por: Dartmouth College. Tomada de: nano-sostenible.com