

Métodos para el análisis de los procesos de ciencia, tecnología e innovación

Herramientas para el estudio del desarrollo de América Latina

Volumen 1. **Métodos cualitativos**

José Miguel Natera
y Diana Suárez
(compiladores)

Colectión Ciencia, innovación y desarrollo

EDICIONES UNGS



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



LALICS

**Métodos para el análisis de los procesos
de ciencia, tecnología e innovación**

Herramientas para el estudio del desarrollo
de América Latina

Volumen 1. Métodos cualitativos

José Miguel Natera y Diana Suárez
(compiladores)

**Métodos para el análisis de los procesos
de ciencia, tecnología e innovación**
Herramientas para el estudio del
desarrollo de América Latina

Volumen 1. Métodos cualitativos

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



LALICS

Métodos para el análisis de los procesos de ciencia, tecnología e innovación :
herramientas para el estudio del desarrollo de América Latina / Diana Suárez ...
[et al.] ; Editado por José Miguel Natera ; Diana Suárez. - 1a ed - Los Polvorines :
Universidad Nacional de General Sarmiento ; Ciudad de México : Universidad
Autónoma Metropolitana , 2024.

Libro digital, PDF - (Ciencia, innovación y desarrollo ; 20)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-630-746-8

1. Innovaciones. 2. América Latina. 3. Desarrollo Tecnológico. I. Suárez, Diana, ed.
II. Natera, José Miguel, ed.

CDD 307.14098

EDICIONES **UNGS**

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2024

J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines (B1613GSX)

Prov. de Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54 11) 4469-7507

ediciones@ungs.edu.ar

www.ungs.edu.ar/ediciones

© Universidad Autónoma Metropolitana - sede Xochimilco, 2024

Diseño gráfico de la colección: Franco Peticaro

Diseño de tapa: Daniel Vidable

Corrección: Florencia Piluso

Diagramación: Eleonora Silva

Hecho el depósito que marca la Ley 11723.

Prohibida su reproducción total o parcial.

Derechos reservados.



Libro
Universitario
Argentino

Índice

| | |
|--|-----|
| Introducción | 9 |
| <i>Diana Suárez y José Miguel Natera</i> | |
| I. La perspectiva democratizadora en el análisis de los procesos sociales de investigación e innovación | 23 |
| <i>Rodrigo Arocena y Judith Sutz</i> | |
| II. Desafíos para la investigación. ¿Ciegos o con perspectiva de género? | 37 |
| <i>Nora Goren</i> | |
| Capítulo 1. Uso de diseños flexibles de investigación para el análisis de procesos de ciencia, tecnología, innovación y sociedad (CTIS) en América Latina | 47 |
| <i>Elena Mendoza y Marcela Amaro</i> | |
| Capítulo 2. Possibilidades e implicações da abordagem fsQCA para analisar dimensões qualitativas da inovação. Os casos brasileiros de desenvolvimento tecnológico e institucional do setor produtivo de defesa e capacidade de absorção de firmas na interação universidade-empresa..... | 87 |
| <i>Orlando Martinelli, Júlio Eduardo Rohenkohl y Janaína Ruffoni</i> | |
| Capítulo 3. Una guía rápida para realizar investigación basada en la estrategia de estudios de caso. Aplicaciones para el estudio de capacidades tecnológicas | 121 |
| <i>Gabriela Dutrénit, Arturo Torres y Alexandre O. Vera-Cruz</i> | |
| Capítulo 4. ATLAS.ti: una herramienta para el desarrollo de métodos de análisis cualitativo | 155 |
| <i>Soledad Rojas-Rajs y Marcela Suárez</i> | |

| | |
|---|-----|
| Capítulo 5. Innovación y desarrollo desde un enfoque sistémico y contextualizado. El enfoque de los arreglos productivos locales en Brasil..... | 187 |
| <i>José Cassiolato, Helena Lastres, Marcelo Matos y Micaela Mezzadra</i> | |
| Capítulo 6. El estudio de caso múltiple para el análisis de las proximidades en entramados locales de América Latina..... | 221 |
| <i>María Eugenia Castelao Caruana, Pablo Lavarello y Mariel de Vita</i> | |
| Capítulo 7. Propuesta metodológica desde el enfoque de sistemas sociotécnicos. El caso de la biotecnología aplicada a la salud en México | 253 |
| <i>Luis Jiménez, José Miguel Natera y Daniel Villavicencio</i> | |

Introducción

Diana Suárez y José Miguel Natera

El estudio de los procesos de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es un campo consolidado dentro de las ciencias sociales. Su eje está puesto en el análisis de los determinantes, obstáculos, patrones e impacto del desarrollo tecnológico y cómo ello permea (o no) en los procesos de desarrollo. Es un campo con una fuerte raíz teórica en la obra de Schumpeter pero que se ha nutrido de aportes desde múltiples campos del saber, lo que lo constituye en un espacio de debate transdisciplinar tanto en el ámbito académico como de los hacedores de política.

Siendo un espacio de creación de conocimiento científico, el estudio de los procesos de CTI se rige por las normas del método científico, lo que implica que la acumulación de conocimiento tiene lugar a través de la revisión sistemática y crítica del estado del arte, así como de la formulación y contrastación de hipótesis a través de métodos de análisis rigurosos, con la consecuente retroalimentación al estado del arte. Cada una de esas etapas se encuentra más o menos desarrolladas en lo que Cohen y Levinthal (1989) referirían como “el libro de códigos”, ese lenguaje compartido, que combina saberes más o menos codificados, y en el marco del cual se construye y deconstruye el conocimiento. Desde hace varias décadas, existen además revistas especializadas, seminarios, conferencias y redes internacionales de colaboración en las que las ideas son sometidas al debate crítico y constructivo, en diálogo además con las múltiples disciplinas que integran el campo. Así, ha habido lugar para que el debate teórico, y su consecuente articulación conceptual, haya tenido un espacio de desarrollo (aún en expansión) permitiendo el abordaje de retos analíticos en América Latina.

En materia de la implementación de métodos para el uso de evidencia empírica, sin embargo, los límites son más difusos. Si bien el corpus conceptual de los estudios CTI se encuentra determinando por la afluencia

de múltiples corrientes del pensamiento, las herramientas metodológicas con las que se pretende observar el objeto de estudio también se encuentran atravesadas por múltiples marcos conceptuales disciplinares, que van desde la economía evolucionista más tradicional hasta nuevos enfoques desde la sociología y la antropología. Así, es posible encontrar trabajos típicamente cuantitativos, con rigurosas técnicas econométricas, análisis cualitativos con técnicas etnográficas y de estudios de caso, y, más recientemente, técnicas mixtas y avanzadas que combinan la capacidad de procesamiento de software especializados con análisis basados en información recogida en entrevistas y observaciones participantes. En este aspecto, el debate ha sido de mucha menor intensidad, reconociendo la validez de las técnicas por su aplicación original (el campo disciplinar de origen) sin demasiada reflexión crítica respecto de los supuestos sobre los que se basa, la posibilidad de extrapolar resultados y la medida en que esos resultados contribuyen a incrementar el cuerpo teórico del campo, en especial cuando se aplica a contextos de menor desarrollo relativo.

A la heterogeneidad y especificidad que supone esta convergencia de campos y métodos, se suma además la complejidad propia del objeto de estudio, a saber, los procesos de CTI. Se trata de un objeto histórico en permanente cambio y con algunos elementos comunes y otros específicos a cada proceso territorial de desarrollo. Más aún, cuando el objeto se acota a un lugar y momento específico, se evidencian particularidades geopolíticas, sociales y culturales, que se suman a procesos también históricos en las estructuras económicas y productivas y, desde luego, de los sistemas nacionales de innovación. Aparece aquí otro desafío para el campo. Requiere de atención a las especificidades de cada territorio para explicar los procesos de CTI, pero también de la generalidad conceptual que permite incrementar nuestro saber respecto del proceso en cuestión.

Frente a ese desafío, los estudios de CTI han probado de manera cabal la necesidad de pensar estos procesos para la región latinoamericana en toda la especificidad intra e interregional, que se replica además en la escala de los países de la región. Estas consideraciones también aplican al plano metodológico, en el que el desafío es además práctico, dado el menor desarrollo de los sistemas de información de la región. Este libro pretende contribuir, en alguna medida, a pelear esos desafíos.

El objetivo de esta obra es compilar una serie de métodos y diseños metodológicos empleados para el estudio de los procesos de CTI, con foco en las particularidades y adaptaciones necesarias para su uso en América Latina. Está destinada a personas interesadas en desarrollar estudios en

la temática en la región, particularmente estudiantes de maestría, doctorado e investigadoras/res que deseen explorar nuevas alternativas para el análisis de sus problemas de investigación.

Con este marco, los capítulos organizados en tres volúmenes constituyen un conjunto no exhaustivo de propuestas que han probado ser útiles para el estudio de los procesos de CTI en la región, para un conjunto también no exhaustivo de tópicos sobre los cuales existe un intenso debate académico y de política pública. Asimismo, la selección de estas propuestas ha probado ser útil más allá del tema específico que se propone en cada capítulo, pudiendo servir de referencia para otros problemas de investigación, en especial, a partir de la combinación de capítulos. En este sentido, hemos pretendido que el conjunto de capítulos sea útil, además, para abordar esos temas que hoy no están presentes en el debate pero que por ese objeto de estudio dinámico, histórico y contextual es posible cobren relevancia en un futuro cercano.

Origen y motivación: redes de colaboración y debate regional

Este libro forma parte de las actividades de la Red Latinoamericana para el estudio de los Sistemas de Aprendizaje, Innovación y Construcción de Competencias (Red LALICS). LALICS es una red académica de América Latina y el Caribe que reúne a personas de la comunidad científica y del mundo de la política pública para la colaboración internacional y el estudio de los procesos de CTI y el desarrollo. Constituye el capítulo regional de la Global Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems (Globelics), con un foco similar, pero de escala global.

El trabajo de LALICS se estructura en torno a tres ejes: la investigación, la formación y la cooperación. Este libro resulta de la articulación de esos tres ejes, en la medida en que combina esfuerzos internacionales para la traducción de los resultados de investigación en una herramienta de soporte a las actividades formativas. De la misma forma, el marco conceptual que guía el desarrollo de los capítulos es el enfoque de los sistemas nacionales de innovación (SNI), por su capacidad para abordar fenómenos complejos, históricos y dinámicos (Dutrénit y Sutz, 2014) su impacto en los procesos de política pública en la región (Crespi y Dutrénit, 2013) y la acumulación de conocimiento que se ha producido en el interior de la red desde cada uno de sus ejes y en diálogo con otras

redes. Un claro ejemplo son los libros organizados desde la Universidad Nacional de General Sarmiento en la Argentina, que han generado una serie de contenido útil para las actividades formativas en la región desde una visión propia, concebida por la comunidad académica latinoamericana con un foco claro en las siguientes generaciones; los libros *Repensando el desarrollo latinoamericano: una discusión desde los sistemas de innovación*, editado por Erbes y Suárez (2016), y *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos*, editado por Suárez, Erbes y Barletta (2020), conforman el acervo base al cual esta obra se quiere sumar. En particular, nos interesa señalar dos tipos de contribuciones esperadas de este nuevo esfuerzo colectivo:

1. Conceptual y situada. Cada uno de los capítulos se inicia con una breve presentación del marco conceptual desde el cual se piensan los métodos y metodologías, que en general responde al enfoque de los SNI. Seguidamente, se explican detalladamente las formas en que esos métodos y metodologías pueden ser aplicados para el estudio de los procesos de CTI y finalmente se presenta un caso de aplicación práctica, desde el cual es posible reflexionar en torno a las fortalezas, debilidades, limitaciones y potencialidades de las técnicas para objetos de estudio situados en el contexto de los países latinoamericanos. Por ejemplo, hay un amplio espacio para considerar cómo hacer un mejor tratamiento de la heterogeneidad estructural en el sector productivo, particularmente frente a los supuestos de normalidad que están presentes en los métodos cuantitativos. Y, también, está la oportunidad de potenciar los espacios de aplicación de los métodos cualitativos, ampliando las posibilidades que pueden ofrecer herramientas distintas a los estudios de caso.
2. Formativa y crítica. Esta obra no es un punto de llegada, sino de partida, en dos direcciones. La más importante está alrededor de las personas para quienes se pensó: la idea es contribuir con la formación de estudiantes interesadas e interesados en los estudios de CTI, quienes recurrentemente hacen referencia a los desafíos que enfrentan cuando buscan desarrollar sus trabajos de investigación; desafíos que luego acompañan a la comunidad científica (incluso a quienes tienen más tiempo haciendo investigación) cuando se enfrentan a nuevos problemas. De ahí el segundo punto

de partida: esta obra pretende ser un inicio para generar un debate claro y enfocado sobre cómo realizamos los estudios de CTI y las implicaciones que esto puede tener en el proceso de investigación, tanto en términos de la agenda de investigación que desarrollamos como en sus resultados y en las consideraciones sociales que estos tienen. La propuesta es que sea una obra viva, que pueda evolucionar con ediciones futuras, compañera de los procesos de desarrollo en América Latina.

El origen de esta obra se encuentra en la Segunda Conferencia LALICS, realizada en 2018 en la Ciudad de México, en la que a partir de los debates e intercambios se identificó la necesidad de generar un espacio de reflexión, pero también de formación respecto de las metodologías deseables y posibles para abordar los problemas de investigación dentro del campo de los estudios de CTI. En ese año, y como continuidad de un proyecto editorial de mayor data, se lanzó una convocatoria abierta a toda la red para presentar postulaciones a capítulos para la obra en cuestión. Se recibieron alrededor de cuarenta y siete postulaciones, de las cuales veintiséis fueron seleccionadas para participar y se compilan en esta obra. Las contribuciones provienen de la Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Uruguay, en algunos casos en colaboración con investigadores/as radicados/as en Alemania, España y Estados Unidos. La diversidad de problemáticas, la originalidad en los abordajes empíricos y la posibilidad de replicar experiencias de investigación dan cuenta de la dinámica de producción de conocimiento de nuestra red y la importancia de la cooperación regional para la superación de los desafíos del desarrollo.

Estructura: metodologías y métodos desde una perspectiva contextualizada

Como se mencionara, el objetivo es poner a disposición del público interesado un conjunto de métodos y diseños metodológicos que sirvan de referencia para el abordaje de diversos problemas de investigación dentro del campo de los estudios de CTI. De manera deliberada, hemos omitido la reflexión epistemológica respecto de los métodos y el análisis de los resultados, no porque no la creamos necesaria o relevante sino porque

hemos decidido enfocar los esfuerzos en la generación de material de consulta para estudiantes de posgrado, académicas y académicos.

Este libro se estructura en tres volúmenes, que contienen además dos secciones transversales a todos ellos. La división de los volúmenes responde a la tradicional separación entre el análisis cualitativo y las técnicas mixtas, en la que además se combinan abordajes emergentes en materia de medición. Esta segmentación tiene por objeto simplificar el acceso a los diferentes métodos, aunque en detrimento de la posibilidad de combinaciones entre diferentes metodologías. No obstante, esperamos que esta introducción y las secciones transversales a todos los volúmenes despierten el interés por nuevas combinaciones y estructuras de clasificación al momento de abordar un problema de investigación.

La sección transversal incluye dos contribuciones, una sobre democratización del conocimiento y otra sobre transversalización de la perspectiva de género. En “I. La perspectiva democratizadora en el análisis de los procesos sociales de investigación e innovación”, Rodrigo Arocena y Judith Sutz reflexionan en torno a la construcción del objeto de estudio y su abordaje empírico, la demanda por sus resultados, la posibilidad efectiva de apropiación y los procesos de evaluación en relación con los procesos de democratización del conocimiento. En este marco, proponen reflexionar sobre la forma en que los procesos de investigación contribuyen con la expansión del poder al pueblo y la disminución de las desigualdades que emergen de una distribución inequitativa del conocimiento entre personas y naciones. En “II. Desafíos para la investigación. ¿Ciegos o con perspectiva de género?”, Nora Goren aporta pautas para pensar la transversalización de la perspectiva de género en los procesos de investigación. Para ello, recorre con una perspectiva histórica y sitúa el concepto de género, el uso del lenguaje inclusivo y por qué resulta necesario contemplar las desigualdades sexogenéricas durante todo el proceso de creación de conocimiento.

Volumen 1. Métodos cualitativos

El volumen 1 compila siete capítulos centrados en los abordajes cualitativos de los procesos de CTI. En el capítulo 1 “Uso de diseños flexibles de investigación para el análisis de procesos de ciencia, tecnología, innovación y sociedad (CTIS) en América Latina”, Elena Mendoza y Marcela Amaro analizan el uso de métodos flexibles en el estudio de problemas

de CTI en América Latina. Su trabajo aporta al debate respecto de dos estrategias metodológicas, los estudios de caso y los estudios etnográficos, los que son luego aplicados para el estudio de los procesos de transición hacia el desarrollo sostenible de comunidades locales de México.

En el capítulo 2 “Possibilidades e implicações da abordagem fsQCA para analisar dimensões qualitativas da inovação: os casos brasileiros de desenvolvimento tecnológico e institucional do setor produtivo de defesa e capacidade de absorção de firmas na interação universidade-empresa”, Orlando Martinelli, Júlio Eduardo Rohenkohl y Janaína Ruffoni presentan el método de conjuntos difusos de análisis cualitativo comparativo (fsQCA por sus siglas en inglés) y proponen una forma de articulación epistémica integrada de todas las etapas de la investigación, incluida la reflexión respecto de variables lingüísticas y la traducción en forma de cuestionarios de la información a relevar. Aplican luego el análisis al caso de la promoción de un polo de defensa y la interacción universidad-empresas en el Estado de Rio Grande do Sul, Brasil.

El capítulo 3 “Una guía rápida para realizar investigación basada en la estrategia de estudios de caso: aplicaciones para el estudio de capacidades tecnológicas”, Gabriela Dutrénit, Arturo Torres y Alexandre O. Vera-Cruz presentan los estudios de caso enfocados en análisis a nivel de empresa, como una herramienta para responder preguntas de investigación sobre cómo se desarrollan los procesos en el interior de ellas, así, plantean distintos tipos de estudios de caso y estrategias para su diseño.

En el capítulo 4, “ATLAS.ti: una herramienta para el desarrollo de métodos de análisis cualitativo”, Soledad Rojas-Rajs y Marcela Suárez muestran cómo el uso de un software dedicado al análisis cualitativo puede ser operacionalizado en distintos proyectos de investigación. Además de presentar recomendaciones prácticas, las autoras buscan dar una guía de lineamientos previos al uso de la herramienta que permita obtener resultados de investigación más rigurosos.

El capítulo 5 “Innovación y desarrollo desde un enfoque sistémico y contextualizado: el enfoque de los arreglos productivos locales en Brasil” escrito por José Cassiolato, Helena Lastres, Marcelo Matos y Micaela Mezzadra propone un abordaje metodológico para los estudios basados en el concepto ya clásico de arreglos productivos locales (APL) en los que se incluye la reflexión respecto de los criterios de selección, la delimitación del APL, la definición de actores, actrices e instituciones a relevar, los instrumentos de recolección de información y su posterior tratamiento. Su observación práctica se basa en el trabajo realizado desde la RedeSist

y la aplicación del enfoque de los APL al estudio de múltiples casos en Brasil y otros países de la región.

El capítulo 6, “El estudio de caso múltiple para el análisis de las proximidades en entramados locales de América Latina”, está escrito por María Eugenia Castelao Caruana, Mariel de Vita y Pablo Lavarello, quienes analizan los aportes y limitaciones del método de casos múltiples en articulación con el marco de proximidades y las consideraciones necesarias para su aplicación a las condiciones de los países de América Latina. En el capítulo se sugiere adoptar un enfoque dinámico de las proximidades que incluya la tensión entre espacios nacionales y grupos económicos internacionales, el papel del Estado en los procesos de aprendizaje e innovación y las jerarquías de las proximidades a lo largo de estos procesos.

El volumen 1 concluye en el capítulo 7, “Propuesta metodológica desde el enfoque de sistemas sociotécnicos: el caso de la biotecnología aplicada a la salud en México”, a cargo de Luis Jiménez, José Miguel Natera y Daniel Villavicencio. En este texto se muestra cómo operacionalizar el estudio integrado de sistemas sociotécnicos, mostrando alternativas para la sistematización de datos que permitan la caracterización del paisaje sociotécnico, el régimen sociotécnico y los nichos; utilizando el caso de la biotecnología con aplicaciones en salud en México.

Volumen 2. Métodos cuantitativos

En el volumen 2 se incluyen once capítulos que abordan diferentes técnicas cuantitativas para el estudio de los procesos de CTI. En el capítulo 1 “La aplicación de técnicas de análisis multidimensional para el estudio de la organización del trabajo”, Sonia Roitter y Analía Erbes sistematizan experiencias prácticas de aplicación del análisis factorial de correspondencias múltiples (AFCM) y de clúster en un marco de análisis multidimensional. Aplican luego este bagaje metodológico al caso de la relación entre la organización del trabajo y los procesos de innovación entre empresas argentinas.

En el capítulo 2, “Consideraciones para realizar estudios comparados utilizando datos provenientes de las encuestas de innovación en América Latina y el Caribe”, Sandra Zárate, Nadia Albis, José Miguel Natera, Erika Sánchez y Fernando Vargas realizan un balance sobre las principales implicaciones metodológicas al momento de realizar estudios comparativos basados en las encuestas de innovación realizadas en la región. El

capítulo compila la revisión de doce encuestas de innovación aplicadas durante la ventana de observación de cinco años (2012-2016).

El capítulo 3 “Desafíos para los países de América Latina y el Caribe en la medición de la innovación frente a la edición 2018 del *Manual de Oslo*”, escrito por Mónica Salazar, Nadia Albis, Sandra Zárate y Fernando Vargas avanza en la discusión iniciada en el capítulo anterior, al realizar el análisis y los desafíos que enfrentan los países de la región al momento de implementar las nuevas directrices brindadas en el *Manual de Oslo* en su versión 2018 en sus encuestas de innovación. En el capítulo se realiza una comparación entre ediciones y se revisan los conceptos y definiciones principales, las categorías de medición y análisis propuestas, las metodologías sugeridas y los métodos de recolección de información.

En el capítulo 4 “¿Complementariedad o sustitución sobre el comportamiento innovador? Desarrollo de la estrategia empírica a partir del test de supermodularidad”, Carlos Bianchi y Pablo Blanchard desarrollan estrategias empíricas para estimar efectos de supermodularidad (complementariedad) o submodularidad (sustitución) de determinados eventos sobre el comportamiento innovador de las empresas. Los autores presentan ejemplos aplicados, los fundamentos lógico-matemáticos y las rutinas de programación para los software Stata y R basados en encuestas de innovación, y las consideraciones necesarias al momento de analizar empresas localizadas en países latinoamericanos y sus respectivas encuestas.

El capítulo 5 “Modelado con ecuaciones estructurales: una herramienta para observar y relacionar lo inobservable”, de Soledad Contreras y Natalia Gras consiste en el estudio de las posibilidades que ofrecen los modelos de ecuaciones estructurales en el campo de CTI a partir de dos aplicaciones. Por un lado, el estudio sobre las relaciones entre dimensiones asociadas a la evaluación académica y los modos de producción de conocimiento en México. Por el otro, el desarrollo de un índice de vulnerabilidad energética para Montevideo. En ambos casos, las autoras presentan el conjunto de procedimientos implementados para desarrollar y validar ambos modelos y reflexionan en torno a la interpretación de los resultados y las limitaciones del modelo.

En el capítulo 6 “Uso de paneles de datos para la evaluación de la política de innovación”, Florencia Fiorentin, Mariano Pereira y Diana Suárez reflexionan en torno a la evaluación de los procesos de asignación e impacto de la política de innovación a nivel de la firma a través de la combinación de estrategias metodológicas vinculadas con los estudios

dinámicos en paneles de datos. Además del desarrollo de los modelos, en el capítulo se discuten las implicancias del marco conceptual de la política al momento de evaluarla, y se reflexiona en torno a las especificidades para América Latina y el Caribe y se proveen algunas recomendaciones generales e implicancias para el análisis.

En el capítulo 7 “Regresiones transversales. ¿Tienen pertinencia en el estudio de la innovación?”, Andrés Felipe Zambrano-Curcio, Norida Constanza Vanegas Chinchilla, Nicolás Fuentes y Jana Schmutzler analizan el método de regresiones transversales y cómo a pesar de su desventaja de no poder establecer relaciones de causalidad entre variables constituyen potentes herramientas de base para investigaciones cuantitativas. Además de revisar la literatura basada en el estudio de encuestas de innovación, el capítulo presenta distintos modelos de regresiones a partir de datos discretos, reflexiona en torno a las problemáticas que surgen al momento de la aplicación y el análisis y propone algunas soluciones.

El capítulo 8 “Métodos de análisis de insumo producto: aplicaciones a la CTI en América Latina”, Patieene Alves-Passoni, Leobardo Enríquez, Rosa Gómez Tovar, Brenda Murillo-Villanueva y Martín Puchet Anyul presentan una serie de ejercicios que muestran la repercusión de las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en la estructura mesoeconómica de los países o de conjuntos de ellos utilizando el enfoque de insumo, producto y su metodología; abordando temas como la deflactación, la descomposición y las posibilidades de usar la matriz interpaíses junto con una serie de reflexiones finales sobre los usos y posibles extensiones del conjunto de métodos asociados.

En el capítulo 9 “Cointegración para el estudio de la evolución de los sistemas de innovación”, José Miguel Natera y José Ignacio Ponce presentan el método de cointegración como una alternativa para incorporar la dimensión temporal de forma estructurante en el análisis cuantitativo de los sistemas de innovación, particularmente en su visión nacional y en la relación que estos tienen con los procesos de desarrollo económico. Así, presentan tres alternativas para el uso del método (análisis de regresiones de cointegración, cointegración en series temporales y cointegración en panel), acompañadas de una discusión sobre los datos necesarios para su aplicación y de posibles extensiones en su uso.

El capítulo 10 “Análisis multinivel: retos y oportunidades para el estudio de los procesos de innovación en América Latina”, escrito por Guillermo Orjuela-Ramírez y Julio César Zuluaga presentan las principales ventajas y oportunidades de investigación basadas en los análisis con

un enfoque multinivel, considerando cómo aplicar la técnica multinivel mediante un ejercicio empírico usando datos de encuestas de innovación disponibles en América Latina, reflexionando sobre las ventajas, desventajas y limitaciones.

En el capítulo 11 “Drivers tecnológicos del crecimiento. Indicadores agregados y el tratamiento agregado de la heterogeneidad”, Nuria E. Laguna Molina y Ana Urraca Ruiz proponen una reflexión respecto de la identificación de los principales conductores tecnológicos del crecimiento (drivers) y su naturaleza para avanzar luego en una propuesta de medición y análisis cualitativo a través de un modelo de crecimiento con datos de panel.

Volumen 3. Métodos mixtos y emergentes

El volumen 3 compila ocho capítulos en los que hemos incluido técnicas mixtas y emergentes. Algunas de esas técnicas presentan fuertes solapamientos y articulaciones con los capítulos de los volúmenes anteriores, pero entendemos que su tratamiento conceptual por separado contribuye a identificar fortalezas, debilidades y especificidades de cada una de las técnicas cuando se aplican a casos localizados en los países de América Latina. Así, en el capítulo 1 “Análisis del proceso de innovación en América Latina a partir de la combinación metodológica de la modelación basada en agentes y el análisis de redes sociales” Walter Lugo Ruiz-Castañeda, Juan F. Franco-Bermúdez y María Luisa Villalba-Morales presentan una propuesta para combinar la modelación basada en agentes con el análisis de redes sociales y analizan algunos trabajos que han combinado las metodologías en América Latina.

En el capítulo 2 “El análisis de redes sociales: una herramienta de análisis para entender los patrones de creación y difusión de conocimiento. Su aplicación a colaboraciones científicas y de conocimiento interorganizacionales”, Lilia Stubrin y Cecilia Tomassini exploran la metodología del análisis de redes sociales (ARS) como herramienta para entender los patrones de creación y difusión de conocimiento. Tal como se expresa en su título, el foco del capítulo está puesto en la aplicación del ARS al análisis de las colaboraciones científicas e interorganizacionales. Las autoras proponen una reflexión en torno a la técnica y sus implicancias y limitaciones para estudiar fenómenos en Latinoamérica.

El capítulo 3 “Aplicaciones de la teoría de grafos al análisis de sistemas de innovación y espacios tecnológicos”, escrito por Ana Urraca Ruiz, Pedro Miranda y Vanessa de Lima Avanci, se presentan las nociones básicas de teoría de grafos y cómo se pueden construir grafos para representar y analizar bases de conocimiento. En el capítulo se analizan los conceptos clave para la aplicación de la técnica, se revisan las principales fuentes de información disponibles y se proponen indicadores para analizar sus propiedades.

En el capítulo 4 “Modelado y simulación de problemas de CTI con dinámica de sistemas”, Mauricio Uriona Maldonado y Milton M. Herrera presentan el método de simulación de dinámica de sistemas y su aplicación en problemas de CTI en América Latina. El capítulo incluye una descripción de los conceptos y premisas importantes para la aplicación del método, las etapas del proceso de modelado, junto con ejemplos de aplicación para cada una, y una reflexión respecto de las potencialidades y limitaciones para su aplicación en casos localizados en América Latina.

En el capítulo 5 “El método de revisión de la literatura estructurada para los estudios de CTI”, Caroline Rodrigues Vaz y Mauricio Uriona Maldonado describen el método de revisión estructurada de literatura, sus pasos y etapas y, para cada una de las etapas, se proveen ejemplos de aplicación en un tema relacionado con los procesos de CTI, conjunto de software informático necesario y las implicancias para América Latina y el Caribe.

El capítulo 6 “Modelación y simulación como herramientas para la comprensión de fenómenos emergentes en la difusión y transferencia de tecnologías”, escrito por William Alejandro Orjuela Garzón y Santiago Quintero Ramírez reflexionan en torno a las diferentes aplicaciones de la modelación basada en agentes (MBA) con énfasis en los procesos de transferencia y difusión de tecnologías. En el capítulo se parte de un análisis respecto de los paradigmas de simulación y se presenta el proceso metodológico para construir, verificar y validar un MBA, así como también las herramientas computacionales para su construcción.

El capítulo 7 “El análisis semántico-estadístico como estrategia de abordaje metodológico: reflexiones sobre su pertinencia en el estudio de problemáticas latinoamericanas” de Matías Milia y Rodrigo Kataishi consiste en la presentación y análisis de técnicas para entender y procesar datos textuales en el estudio de las dinámicas de CTI. Se propone una reflexión en tres dimensiones: conceptual, analítica e informática, a partir de las cuales se avanza en el análisis del impacto en las prácticas de investigación y el potencial de su aplicación en América Latina.

El capítulo incluye además la presentación de cuatro casos de estudios empíricos a partir de los cuales se desarrollan los conceptos clave.

Finalmente, en el capítulo 8 “Modelos estructurales cualitativos para el estudio y comprensión de los procesos de ciencia tecnología e innovación”, Mayela Saraí López-Castro, Nayely Martínez, Natalia Gras y José Miguel Natera muestran cómo los modelos estructurales cualitativos son una herramienta para deducir e interpretar estructuras, dimensionalidad y relaciones subyacentes en los fenómenos complejos. Utilizan información cualitativa y para ello presentan dos métodos: el modelado estructural interpretativo total y el análisis estructural-causal cualitativo, señalando los pasos a seguir para su aplicación.

Así, a través de veintiséis capítulos y dos secciones especiales, esta obra compila un amplio abanico de estrategias metodológicas para el estudio de los procesos de CTI en la región latinoamericana. Se trata, desde luego, de una selección arbitraria de temas pero que por su proceso de selección y los debates que tuvieron lugar en el marco de este proyecto, reflejan en gran medida muchos de los temas de investigación que están siendo objeto de debate en la región y en el mundo. Esperamos con ello contribuir a ese debate, con una mirada desde y para América Latina.

Bibliografía

- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1989). “Innovation and Learning: The Two Faces of R&D”. *Economic Journal*, vol. 99, n° 397, pp. 569-596. DOI: <https://doi.org/10.2307/2233763>.
- Crespi, G. y Dutrénit, G. (eds.) (2013). *Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo: la experiencia latinoamericana*. México: FCCyT/LALICS.
- Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.) (2014). *Sistemas de Innovación para un Desarrollo Inclusivo. La experiencia latinoamericana*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Erbes, A. y Suárez, D. (comps.) (2016). *Repensando el desarrollo latinoamericano: Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: UNGS. Disponible en: https://repositorio.ungs.edu.ar/bitstream/handle/UNGS/275/712_RepensarDesarrollo_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Suárez, D.; Erbes, A. y Barletta, F. (comps.) (2020). *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos*. Los Polvorines/Madrid: UNGS/Ediciones Complutense.

I.

La perspectiva democratizadora en el análisis de los procesos sociales de investigación e innovación

Rodrigo Arocena, Judith Sutz

Presentación

El conocimiento es poder; la vieja frase se refiere a una realidad aún más antigua, pero debe ser reformulada y afinada: el conocimiento científico y tecnológico de punta es hoy una fuente de poder hoy más que nunca. La afirmación, como debiera ser evidente, no tiene carácter normativo sino descriptivo: guste o no guste, así parecen ser las cosas.

El poder de un grupo puede ser considerado como la posibilidad que tiene de lograr sus fines mediante el control de su entorno natural y social. Tecnología y organización son medios fundamentales de poder. La expansión del conocimiento científico ha alimentado el gravitante despliegue de las tecnologías de la producción, la destrucción, la comunicación, la información, etc. Las organizaciones más fuertes –empresas, Estados, ejércitos, iglesias, etc.– suelen tener posibilidades grandes de usar las tecnologías para robustecer su poder. Esto sucede “hacia afuera”, como dominio de la organización sobre su entorno, y también “hacia adentro”, como dominio en el interior de la organización de quienes dirigen y controlan sobre los dirigidos y controlados.

La creación y el uso de conocimiento son actividades que involucran a la vez la cooperación y el conflicto de variados actores. En los procesos sociales de investigación e innovación hay ganadores y perdedores. Ignorarlo no ayuda a los muchos perdedores y hace difícil enfrentar las olas

“anticiencia” con sus numerosos perjuicios, particularmente su notable contribución a la degradación ambiental y climática. Ignorarlo tampoco ayuda a comprender que nunca hay una única forma de encarar y solucionar un problema dado, que lo que se presenta como ineluctabilidad tecnológica –“no hay alternativa”–, derivada de una superioridad medida sobre todo en términos técnicos, no es tal si se toman en cuenta otros parámetros.

En general, los impactos diferentes del conocimiento avanzado en las condiciones de vida de distintos grupos humanos, incluyendo la expansión o la disminución de la desigualdad entre ellos, dependen en gran medida de las relaciones de poder: prestarle a tal cuestión una atención especialísima es la principal sugerencia metodológica que orienta las páginas siguientes. Las relaciones de poder se expresan, por ejemplo, en la conformación de las agendas de investigación y de innovación: ¿los problemas de quiénes se toman en cuenta? También se expresan en las heurísticas seguidas para abordar problemas: las soluciones encontradas podrán ser soluciones para algunos y no para otros. En ocasiones, las relaciones de poder detrás de qué se investiga y qué no, en torno a qué se innova y qué no, aparecen de forma inmediata; en otras, se vuelven mucho menos visibles justamente por no reconocer que en los procesos sociales de investigación e innovación hay ganadores y perdedores.

Este manual será sin duda un aporte sustantivo para elevar el nivel de los estudios sobre ciencia, tecnología, innovación y sociedad en América Latina. La invitación a contribuir al mismo nos honra y, además, nos ofrece una oportunidad para subrayar que tales estudios se benefician cuando aportan una pluralidad de enfoques en combinación con el diálogo entre aproximaciones distintas. En un trabajo anterior sugerimos vías para ello a través de la construcción de una agenda compartida (Arocena y Sutz, 2020). Aquí, de manera harto sintética, pero esperemos que autocontenida, se argumenta que al mismo objetivo puede colaborar el que distintos análisis tengan en cuenta una perspectiva transversal sobre la democratización del conocimiento. La misma, en definitiva, no es sino una parte de la respuesta a la pregunta, también muy vieja, acerca de por qué y para qué impulsar la investigación y la innovación.

Actores y poder en los sistemas de innovación

Las concepciones más elaboradas de los sistemas nacionales de innovación (SNI) atienden prioritariamente las tecnologías, instituciones e influencias mutuas entre unas y otras. Consideran a la innovación como proceso “distribuido” e interactivo, lo que implica que variados actores participan, que las iniciativas pueden surgir en ámbitos diferentes y que los resultados dependen altamente de los vínculos entre los participantes. Para tales concepciones la innovación es más efectiva –genera mayor poder, es decir, incrementa la posibilidad de que algunos logren sus fines mediante el control de su entorno natural y social, diríamos por cuenta nuestra– cuanto más sistémica sea, vale decir, cuanto más sólidas y estables sean las interacciones entre los actores involucrados.

Ahora bien, ¿quiénes orientan la innovación y se benefician de ella? Más en general, ¿cómo inciden las modalidades prevalecientes de la innovación en la expansión del poder de la nación y en su distribución interna? Para encarar estas cuestiones cabe considerar el triángulo de Sabato como un triángulo nuclear del poder en un SNI dado: el vértice estatal concentra el poder político y militar, el vértice productivo lo hace con el poder económico, y el tercer vértice es el principal generador de conocimientos.

El desarrollo económico acelerado de Corea del Sur y Taiwán llevó a ambos países a superar la condición periférica; fue comandado por la alianza entre las cúpulas del Estado y el empresariado, forjado por dictaduras militares y cementado por la ideología del nacionalismo tecnológico. Este último les permitió enfrentar con éxito el poder ideológico, acompañado por el poder económico, de los intereses extranjeros que les indicaban cuál era su lugar en la división internacional del trabajo, lo que promovió la generación nacional de conocimiento avanzado y su incorporación a la producción. El triángulo nuclear del SNI se afianzó; el poder de cada nación se expandió y su distribución interna tuvo lugar durante largo tiempo en contextos antidemocráticos y en desmedro de los trabajadores.

Una experiencia anterior de superación de la condición periférica fue protagonizada por los países escandinavos; tuvo como columna fundamental la conformación de SNI mucho más inclusivos que en el Este de Asia, basados en un entendimiento de largo plazo entre gobiernos democráticos, empresariado y sindicatos, así como en el respaldo a la investigación científica, de modo tal que la ideología del Estado de bienestar

incidió significativamente en la orientación de la innovación y en la diversidad de actores que en ella participaron. El desarrollo económico consiguiente fortaleció el poder de cada uno de esos países mientras que la distribución interna del poder ha sido de las menos desiguales que la historia registre.

En América Latina, sin desmedro de su enorme diversidad, cabe decir que los SNI han sido por lo general más virtuales que reales. Las dinámicas prevalecientes de la economía han generado comparativamente escasas demandas de conocimiento avanzado y las han dirigido mayoritariamente hacia el exterior; los gobiernos no han logrado revertir ese fenómeno central y en la mayor parte de los casos no lo han intentado. Así, el conocimiento endógenamente generado ha sido fuente de poco poder de cada nación como tal y en el interior de ella, por lo cual los actores sociales y políticos no le han prestado demasiada atención; en tal contexto, la condición periférica ha seguido vigente. Ella tiene entre sus cimientos la arraigada dependencia ideológica, que privilegia la investigación y la innovación externas por el solo hecho de serlo, y favorece la desprotección frecuente de los procesos internos de aprendizaje cognitivo y productivo.

Las consideraciones precedentes sugieren que, a la hora de analizar los procesos sociales de investigación e innovación, se preste especial atención a establecer cuáles son los actores que realmente forman parte del SNI y en qué medida inciden en sus orientaciones. Al respecto conviene no olvidar que existen actores fuertes en conocimiento y actores débiles en conocimiento. Empresas grandes con departamentos de I+D formalmente constituidos ejemplifican el primer caso, empresas pequeñas sin siquiera un técnico de nivel universitario, el segundo; las políticas dirigidas a la producción no pueden ser de talla única y los analistas no deben ignorarlo. En el mundo periférico, la mayor parte de los grupos y actores son débiles en conocimiento, lo que de hecho los margina de los sistemas de innovación y refuerza el carácter subordinado que a menudo les imponen las relaciones sociales prevalecientes. Políticas de conocimiento y de innovación diseñadas en el olvido de este hecho central refuerzan la subordinación.

Lo que aquí se plantea se apoya en la afirmación normativa de que el conocimiento debe respaldar el desarrollo humano sustentable entendido como la expansión de las capacidades y libertades de la gente para vivir vidas que se consideran valiosas y en formas que tiendan a proteger y reparar el ambiente más que a deteriorarlo. No se trata de

discutir aquí acerca de los variados orígenes del conocimiento: se trata sí de reconocer y tomar centralmente en cuenta que, como se decía al comienzo, el conocimiento científico y tecnológico de punta es hoy una fuente de poder más que nunca en la historia. Por eso mismo cobra importancia la afirmación normativa ligando conocimiento con desarrollo humano sustentable.

Tiene carácter tanto normativo como fáctico la afirmación de que considerar a la gente no como pacientes sino como agentes es imprescindible para promover ese tipo de desarrollo. En todas partes se multiplican los esfuerzos e iniciativas que enfrentan a la falta de sustentabilidad, a las variadas manifestaciones de la desigualdad y al avance de los autoritarismos. Es una comprobación fáctica que esas formas de la agencia no pueden tener éxito profundo y a largo plazo si no se insertan en redes y sistemas fuertes en conocimiento. El desarrollo requiere pues que la democratización, como expansión del poder del pueblo, alcance al conocimiento, lo que significa tanto fortalecer cognitivamente a los países periféricos como disminuir en todos los países las desigualdades basadas en el conocimiento. Esta perspectiva general para el análisis de los procesos sociales de investigación e innovación lleva a sugerencias concretas como las que se mencionan a continuación, que no pretenden ser realmente guías metodológicas, sino tan solo aportes para la reflexión.

Algunas dimensiones del análisis

Las *agendas* predominantes en la investigación y la innovación constituyen un indicador sustancial, y en buena medida accesible al análisis, del condicionamiento social de ambas actividades, especialmente de los intereses y las ideas que mayor gravitación tienen en ellas. Los problemas que se priorizan o postergan anticipan en buena medida quiénes se beneficiarán y, también, quiénes se perjudicarán con las nuevas técnicas que se pongan a punto. Dos de los ganadores del Premio Nobel de Economía 2019 dicen que, en materia de inteligencia artificial vinculada a la salud, se privilegia la automatización de los procedimientos de las compañías de seguros y se desatiende la elaboración de procedimientos que ayuden a las personas recién operadas a recuperarse en sus hogares con ayuda de personal especialmente preparado (Banerjee y Duflo, 2019). Buena parte de lo que importa queda en evidencia mediante este ejemplo: la atención a los intereses de pocos en desmedro de los beneficios potenciales para

muchos, la destrucción de empleo en lugar de la creación de tareas calificadas, las posibilidades que se abren para las políticas públicas con el fin de reorientar esfuerzos fundamentales.

La dimensión recién destacada se vincula estrechamente con la que tiene que ver con las *demandas* de conocimiento nuevo. Desde este punto de vista, en principio, la que más gravita es la demanda solvente, vale decir, la respaldada por el poder de compra. Es también la menos difícil de registrar; pero no debiera ser la única a considerar. Tan conocida como sintéticamente elocuente es la afirmación de la Organización Mundial de la Salud según la cual el 90% de los recursos destinados a la investigación en este campo se vincula con los problemas que afligen al 10% de la población mundial. Así, se pone de manifiesto la existencia de una demanda social de conocimientos cuya mejor atención multiplicaría los beneficios de la investigación y la innovación, cuestión por ende fundamental para las políticas en este campo. En los análisis de esta temática vale la pena tener en cuenta que la demanda efectiva puede ser bastante menor que la demanda potencial no solo por falta de fondos, sino por cuestiones propiamente cognitivas; en efecto, las necesidades de conocimiento nuevo, aun si están respaldadas por un poder de compra, no siempre son fáciles de traducir a problemas formulados de modo que puedan incorporarse a la agenda de investigación e innovación.

Las agendas y demandas tienen mucho que ver con la desigualdad ligada al conocimiento. Ambas se vinculan directamente con la dimensión de las *heurísticas* de la investigación y la innovación. ¿Qué soluciones se buscan, mediante cuáles estrategias cognitivas, contando con cuántos recursos, considerando satisfactorios qué tipo de resultados? Esta es una temática inmensa de la cual aquí se mencionará una faceta, la capacidad de innovar en condiciones de escasez que ha forjado en varias regiones del Sur global heurísticas propias a partir de talentosas respuestas originales a la penuria de recursos (Srinivas y Sutz, 2008). La pandemia ha multiplicado particularmente en América Latina los ejemplos de ese tipo de innovación frugal basada en investigación del más alto nivel, cuyo balance de costos y beneficios ha despertado el interés del Norte. Heurísticas semejantes pueden contribuir, junto con el imprescindible incremento de la inversión en investigación e innovación, a enriquecer sus agendas y a prestar mayor atención a la demanda social. Ambas son formas concretas de democratizar el conocimiento. Las heurísticas predominantes han sido generadas en el Norte, por lo general en contextos de relativa abundancia de recursos materiales, lo cual no contribuye al uso frugal

de los bienes naturales. Esta dimensión se vincula pues estrechamente con la problemática de la sustentabilidad.

La dimensión de los *objetivos* generales de la investigación y la innovación merece también ser considerada explícitamente. Durante largo tiempo se asumió con poca discusión que el propósito central de la innovación técnico-productiva es contribuir a la competitividad económica. Aun dentro de este marco, los requisitos de conocimiento pueden variar considerablemente en profundidad y amplitud cuando los objetivos se especifican algo más; para ponerlo de manifiesto basta recordar la distinción clásica destacada por la CEPAL entre competitividad “espuria” y competitividad “auténtica”. La primera se basa particularmente en los bajos salarios y en el uso sin contemplaciones de los recursos naturales, mientras que la segunda pretende ser compatible con el desarrollo humano sustentable. Agendas, demandas y heurísticas pueden ser distintas en uno u otro caso, y diferir todavía mucho más si se apunta a objetivos que no se reduzcan al fomento de la competitividad. Un ejemplo de ello lo constituyen los programas de investigación e innovación orientados a respaldar la inclusión social, que trabajosamente se han venido abriendo paso en tiempos recientes.

En la perspectiva que aquí se esboza, el análisis de los procesos de generación y uso del conocimiento debe también prestar atención a las *disciplinas involucradas*. Los problemas de la realidad no vienen por lo general encuadrados por disciplinas, pero las dificultades del trabajo interdisciplinario suelen ser grandes y más bien inmunes a discursos en pro del holismo. El conocimiento avanzado exige especialización, pero, cuando se apunta a usarlo eficazmente, rara vez es asunto de una sola especialidad. Menos lo es cuando se quiere comunicar bien lo que se hace. Y mucho menos cuando se quiere tener en cuenta las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En suma, no conviene descuidar la dimensión interdisciplinaria.

Igualmente digna de atención es la dimensión de los *actores* que se consideran. El enfoque que aquí se sugiere puede ilustrarse a partir de la cuestión de las relaciones entre academia y producción. Su frecuente denominación como “universidades y empresas” hace obvio el descuido de una gama de actores –sindicatos, cooperativas, asociaciones de pequeños productores, etc.– lo que, por un lado, implica perder sus potenciales aportes a los procesos innovativos y, por otro, dada la orientación predominante de las agendas de innovación, puede dejarlos al margen de sus resultados. El grado de compromiso con la democratización puede estimarse a partir

de lo que se hace en pro del involucramiento real de ese tipo de actores en los procesos de investigación e innovación que les conciernen.

Actores distintos tienen tipos diferentes de conocimiento valiosos pero que pueden o no ser tenidos en cuenta. Se aprende desde lo que se sabe, y los aprendizajes en general expanden las capacidades para desempeñarse como agentes. La concepción de la innovación como proceso distribuido e interactivo recuerda que hay que prestar atención a lo que se puede hacer en variados ámbitos y a partir de la combinación de aportes diversos. Lo recién anotado destaca la dimensión de los *procesos interactivos de aprendizaje*, en los que todos los actores involucrados pueden aprender de los demás en la búsqueda conjunta de soluciones a problemas significativos; detectar y analizar procesos semejantes ayuda a captar en qué medida la innovación, en un lugar geográfico o un sector de actividad, tiene carácter sistémico.

Gran parte de lo antedicho tiene que ver con el tipo de innovación que se tiene en cuenta o, por el contrario, se deja fuera de los estudios, aunque sea implícitamente. Esto último suele suceder con el tipo de innovación que tiene carácter más o menos informal, lo que en modo alguno equivale a trivial. Ello tiene particular importancia para una perspectiva pensada “desde y para Latinoamérica”, como lo reivindica este manual. En efecto, en el Sur en especial, la innovación formal está lejos de ser la única digna de atención. Lo que se incluye o no en el *registro* de actividades creativas es una dimensión del análisis que mucho puede decir acerca de los sistemas de innovación, sus componentes, sus capacidades y su potencial de futuro.

Por este camino, como por tantos otros, se llega a la dimensión de la *evaluación*: ¿con qué criterios se aprecian las actividades de investigación e innovación? Los predominantes son bastante pobres, privilegian indicadores más formalizados que sustantivos, subordinan lo cualitativo a lo cuantitativo y dejan de hecho en manos ajenas a la región la valoración de lo que en ella se hace. Si tales criterios son adoptados de manera acrítica y estereotipada, como si fueran los obvios, no se está analizando “desde y para Latinoamérica”. Cosa no menos grave, se arriesga desatender investigaciones altamente originales e innovaciones socialmente muy valiosas.

En fin, la *apropiación* de los resultados de las labores creativas es una dimensión del análisis cuya importancia en esta perspectiva apenas precisa ser justificada. Incluye la consideración de las justificaciones, fundadas o ficticias, para la distribución de los beneficios ligados a la generación y uso de conocimientos. Tiene que ver con la mayor o menor

validez del sistema de patentes y con la conveniencia de reemplazarlas en cierta medida por otras recompensas, como los premios. En tiempos de pandemia, cuando los conflictos por el acceso a las vacunas ocupan los primeros lugares de la información, la cuestión hace evidente lo que significa la democratización del conocimiento.

Una hora latinoamericana

Mirando al continente desde nuestro rincón, parece que la creación endógena de conocimientos está haciendo aportes al enfrentamiento al covid-19 que la realzan como nunca antes a los ojos de la ciudadanía. Esta legitimidad configura una notable oportunidad; los estudiosos pueden contribuir a que no sea desaprovechada.

Las sugerencias consideradas en la sección precedente tienen como sustento común una afirmación central, que aquí corresponde explicitar: cada uno de nuestros países necesita y puede tener investigación e innovación nacional, de nivel internacional, con vocación social. Esos tres rasgos caracterizan a la creación de conocimientos orientada a su democratización. Corresponde analizar su vigencia en la realidad. Para ello puede no ser superfluo comentar brevemente sus respectivos contenidos. Se verá así que las dimensiones del análisis que se plantearon antes son algunas entre varias maneras posibles de “operacionalizar” dicha afirmación central.

Investigación e innovación nacional significan lo contrario tanto de parroquial o aislada como de subordinada o auxiliar. O'Donnell (2004) dice que en el Norte se espera que la labor académica del Sur consista en ayudar con datos primarios a la elaboración teórica que allí se hace y que aquí recibiremos como consumidores de productos terminados, en modo afín a la división del trabajo propia del sistema centro-periferia. La creación nacional debe apuntar a intervenir como protagonistas en los debates globales sobre ideas y alternativas, contribuyendo así a la autonomía cultural y política de los países de nuestra región latinoamericana.

La investigación e innovación de nivel internacional son necesarias porque nada menos que eso puede conformarnos cuando se trata de la creación de cultura y de las condiciones de vida en nuestros países. Que ese nivel no sea espurio e impuesto desde afuera sino auténtico y establecido en diálogos horizontales depende en gran medida de que cultivemos nuestras propias capacidades, que las conozcamos y confiemos en ellas.

La investigación e innovación con vocación social es lo que contribuye a que el poder del conocimiento no favorezca ante todo a los más privilegiados, como es la dinámica prevaleciente en nuestra época, sino que contribuya al bienestar material y espiritual de todos priorizando a los sectores más postergados.

Como ha vuelto a comprobarse durante la pandemia, es un dato de la realidad que en nuestra región las universidades públicas constituyen la principal sede de creación de conocimiento avanzado. Ellas tienen una gran responsabilidad en esta hora latinoamericana dramática y a la vez propicia para hacer de la investigación y la innovación palancas potentes del desarrollo humano sustentable. Estarán a la altura de tamaña oportunidad en la medida en que, en las antípodas de la autarquía academicista, multipliquen las colaboraciones con los actores reales o potenciales de los sistemas de innovación inclusivos y sustentables, incluyendo otros centros de generación de ciencia y tecnología. Esta cuestión es digna de la mayor atención en los análisis concebidos “desde y para Latinoamérica”.

El análisis del análisis

Este manual discute métodos para analizar los procesos sociales de investigación (científica y tecnológica) y de innovación. En otras palabras, se ocupa de la generación de conocimiento acerca de la generación y uso del conocimiento. Tiene pues que ver con lo que se ha denominado “ciencia de la ciencia”, actividad a la que corresponde aplicar la exigencia de “reflexividad” (Bourdieu, 2001), o sea de revisión crítica de la propia labor, que debe caracterizar a la ciencia en general. Ello lleva a sugerir que la perspectiva de la democratización del conocimiento debe figurar en dos instancias o niveles: primero, en los procesos que se analizan; segundo, en los propios análisis.

La democratización planteada tiene que ver con la índole del conocimiento científico, que no es ni uno entre otros sino una fuente superlativa de poder, ni tampoco la verdad, con mayúscula y definitiva. Esto último es bastante conocido, pero resulta a menudo disimulado para fortalecer las posiciones de quienes aparecen como voceros autorizados de la ciencia.

¿Qué puede significar democratizar el conocimiento acerca de la generación y uso del conocimiento? En principio, cabe poner en juego los mismos criterios planteados para la democratización del conocimiento en general. Por ejemplo:

- Involucrar en el estudio de los procesos de investigación e innovación a sus principales protagonistas, reales e incluso potenciales. Así cabe esperar resultados más ricos del análisis democratizar el conocimiento incluye crear mejor conocimiento y aplicaciones más fecundas de este. Lo sugerido se inscribe dentro del principio general de valorización de la agencia.
- Incluir en la presentación de resultados una parte autocontenida cuya comprensión no esté limitada a los especialistas y se extienda más allá de los hacedores de políticas. Esto parece fundamental para llegar a los actores débiles en conocimiento y para encarar el difícil problema de la lejanía de gran parte de los sectores populares respecto al conocimiento avanzado.

Recapitulación: políticas y política

Los análisis de los procesos sociales de investigación científica y tecnológica y de innovación apuntan, en medida considerable, a formular propuestas para las políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación (CTI). No es un secreto que buena parte de tales propuestas son desatendidas. Esta cuestión no debiera ser obviada en dichos análisis, en la medida en que con ellos se procura contribuir a incrementar los beneficios ligados al conocimiento.

Lo que aquí se destaca es un caso entre muchos de las complicadas relaciones entre las recomendaciones de los expertos y las decisiones gubernamentales (Nutley, Walter y Davies, 2007). Se vincula asimismo con la distinción entre políticas explícitas e implícitas (Herrera, 1975), frecuentemente visible por ejemplo cuando programas de promoción de CTI nacional son desvirtuados, más allá de intenciones, por disposiciones generales de tipo macroeconómico. Mucho mayor es habitualmente la incidencia en la coyuntura de la macroeconomía que de la CTI; ahora bien, cualquier política de largo plazo es ante todo una cadena de decisiones de corto plazo, en la cual siempre es urgente evitar que se rompan sus eslabones. El Estado es, entre otras cosas, una arena de conflictos entre intereses y actores múltiples; el poder de las “partes interesadas” –*stakeholders*– en CTI es escaso en el subdesarrollo; si no se lo expande, las mejores recomendaciones pueden quedar en letra muerta. Como la política incluye a las políticas públicas, pero no se reduce a ellas (cosa que el inglés

ayuda a recordar por el uso de dos palabras distintas, *politics* y *policies*), las recomendaciones de políticas en CTI resultantes de los análisis de la realidad deben tener en cuenta cómo ampliar su viabilidad política.

Por el sendero esbozado en el párrafo anterior se vuelve a encontrar la cuestión clave de la protección de los aprendizajes. El maestro Hirschman (1958) enseñaba que el enfrentamiento al subdesarrollo consiste ante todo en encontrar recursos descuidados y ponerlos a jugar en pro del desarrollo. En este sentido, son muchos los procesos innovativos e interactivos de aprendizaje que no son tenidos en cuenta, entre otras cosas por desconocimiento: democratizar incluye también valorar lo que elitistamente no ha sido valorado antes. Detectarlos y sugerir cómo protegerlos debiera ser una de las tareas cardinales de los análisis de las actividades de CTI. En ellos hay experiencias y grupos involucrados cuya incidencia puede potenciarse, incluso en lo que tiene que ver con su peso en las discusiones públicas y las decisiones que van modelando las políticas en CTI.

Tales políticas se definen, por supuesto, ante todo a nivel de los gobiernos. Pero no solo allí, lo que tiene particular importancia cuando los gobiernos no pueden o de hecho no quieren otorgar a las actividades en CTI la jerarquía que sus analistas entienden obviamente merecida o, incluso cuando lo hacen, no logran darle la continuidad imprescindible para que una serie de decisiones se convierta realmente en una política. En cualquier caso, hay ámbitos no gubernamentales en los que la relevancia y la continuidad de las acciones vinculadas con el conocimiento avanzado inciden considerablemente en lo que hace al respecto el país involucrado. En el Norte, ejemplos notorios de ellos son ciertas grandes empresas y también varias universidades. En Latinoamérica, como ya se apuntó, algunas universidades públicas se destacan objetivamente en ese sentido, de modo que el análisis de las políticas en CTI sería incompleto si no las considerara.

Las observaciones formuladas en esta sección de conclusión tienen que ver con una faceta clave de la democratización del conocimiento, como lo es la construcción democrática de estrategias nacionales de largo plazo en CTI. La tarea incluye reconocer intereses y aportes frecuentemente postergados, así como contribuir al intercambio de ideas con elementos de juicio sólidos, orientados a la articulación de intereses diversos. El papel que en ello puede y debe tener la discusión pública democrática lo subraya Amartya Sen al referirse a “la gloria del razonamiento público

abierto, que influencia tanto al conocimiento y a la tecnología como a la política” (2003; nuestra traducción).

Bibliografía

- Arocena, R. y Sutz, J. (2020). “The need for new theoretical conceptualizations on National Systems of Innovation, based on the experience of Latin America”. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 29, n° 7, pp. 814-829.
- Banerjee, A. V. y Duflo, E. (2019). *Good Economics for Hard Times*. New York: PublicAffairs.
- Bourdieu, P. (2001). *Science de la science et reflexivité*. Paris: Raisons d’Agir.
- Herrera, A. (1975). “Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita”. *Revista Redes*, n° 5.
- Hirschman, A. (1958). *The Strategy of Economic Development*. New Haven: Yale University Press.
- Nutley, S.; Walter, I. y Davies, H. (2007). *Using evidence: how research can inform public services*. Bristol: The Policy Press.
- O’Donnell, G. (2004). “Ciencias sociales en América Latina. Mirando hacia el pasado y atisbando el futuro”. *LASA Forum*, vol. 34, n° 1, pp. 8-13.
- Sen, A. (4 de octubre de 2003). “Democracy And Its Global Roots”. *The New Republic*.
- Srinivas, S. y Sutz, J. (2008). “Developing countries and innovation. Searching for a new analytical approach”. *Technology in Society*, vol. 30, n° 2, pp. 129-140.

II.

Desafíos para la investigación ¿Ciegos o con perspectiva de género?

Nora Goren

La formulación, el desarrollo y el análisis de los procesos de ciencia, tecnología e innovación (CTI) requieren estar a la altura de las demandas y necesidades de las sociedades en las que se inscriben. Se espera que contemplen de manera dinámica los aspectos económicos, políticos e institucionales y la interdependencia sistémica entre los diversos actores/instituciones que integran dicho sistema. Así, las empresas, las agencias gubernamentales y la sociedad civil van dándole forma a su gestión y evolución (Dutrénit y Natera, 2017).

Las sociedades en las que se inscriben estos procesos de CTI son los espacios en los que van emergiendo cada vez con mayor o con menor intensidad temas en la agenda pública que, en el caso de las demandas instaladas por el movimiento de mujeres y feminista, son una realidad que ha impreso en tales espacios distintos matices y que ya no es posible, o no debería ser posible, ser dejada de lado.

La inclusión del género en la agenda de CTI es disímil según el país al que hagamos referencia; lo que es claro es que queda aún un largo camino por recorrer, sobre todo respecto de cómo y de qué manera se la contempla y se la incluye. ¿Podría ser acaso transversalizar la perspectiva de género o feminista?, ¿es hablar con lenguaje inclusivo?, ¿es hablar de mujeres y varones y disidencias?, ¿es sumar el componente mujeres o cuerpos feminizados a espacios donde antes no estaban?, ¿es incluir bibliografía escrita por mujeres y disidencias?, ¿es construir nuestro objeto de estudio desde una perspectiva que contemple las desigualdades sexogenéricas?, ¿es pensar las respuestas de manera unívoca para toda la población?, ¿es un enfoque epistémico diferente?

Sin pretensión de dar una respuesta unívoca, podríamos decir que son todos y cada uno de esos factores. Lo que sí resulta central es la incorporación de esta mirada/dimensión analítica, desde el momento mismo del *planteamiento del problema*,¹ dado que, más allá de las manifestaciones que concretamente asuma el orden de género –que varían históricamente y de acuerdo con cada sociedad–, estas indefectiblemente están presentes y se expresan en las prácticas, los discursos y los sentidos que les atribuimos a las feminidades y masculinidades, y se hallan por detrás de nuestras definiciones, las hagamos o no explícitas. Y son estas las que se encuentran cruzadas por un sistema de reglas implícitas y explícitas, fuertemente institucionalizadas, vinculadas a cómo organizar la forma de ver y de pensar lo femenino y lo masculino y, por lo tanto, de cómo definir nuestro objeto de estudio. Es allí que el grado de naturalización del que goza este esquema dificulta la puesta en cuestión de desigualdades fácilmente observables si se adopta una mirada de género o feminista, por lo cual es central tenerla presente al momento de definir nuestro objeto de estudios y/o de intervención.

En línea con lo antes señalado, el objetivo de este trabajo es presentar algunas nociones básicas que sirvan para pensar los lineamientos generales de lo que deberíamos tener presente al construir/problematizar nuestro objeto de estudio, sin dejar de tener en cuenta que también puede ser orientador para pensar el proceso en su integralidad, aun cuando cada etapa contiene especificidades diferentes.

Para ello proponemos un recorrido por el concepto de género y sus matices; veremos el lugar que ocupa el lenguaje de género para repensar nuestra forma de mirar e interpelar el mundo y qué implica transversalizar para poder hacer un abordaje integral del problema a abordar, finalizamos con algunos posibles ejemplos y preguntas que pueden ayudar a ver dónde estamos situados/as.

Una aproximación al concepto de género y sus matices

El concepto de género ha tenido un desarrollo histórico que se ha ido complejizando. Así, la distinción entre los conceptos de *sexo* y *género*,

¹ Si bien en el planteo del problema se dirimen cuestiones de método, metodología y epistemología, en este artículo haremos una mirada integral, ya que tiene como pretensión dar cuenta de un primer abordaje general.

expresada en el paradigmático “no se nace mujer, se llega a serlo”, de Simone de Beauvoir (*El segundo sexo*, 1949), ha permitido alumbrar el carácter social, histórico y contingente de las construcciones de género. El *sistema de sexo-género* (Rubin, 1998) presente en nuestra sociedad nos permite dar cuenta del conjunto de prácticas y sentidos inscriptos en un sistema que dicotomiza y, en consecuencia, define los contornos de lo femenino y de lo masculino, en los cuales las relaciones de género dominantes simultáneamente se producen y se reproducen. Las construcciones de masculinidad y feminidad resultantes se encuentran fuertemente atravesadas por relaciones de poder y autoridad, y así configuran grupos sociales de *mujeres* y de *varones* ubicados según cierto ordenamiento asimétrico fundado en asociaciones entre masculinidad, autoridad y dominio y feminidad, docilidad y abnegación. En palabras de Joan Scott (1996: 34): “El núcleo de la definición reposa sobre una conexión integral entre dos proposiciones: el género es un elemento constitutivo de las relaciones sociales basadas en las diferencias que distinguen los sexos y el género es una forma primaria de relaciones significantes de poder”.

Es así como operan diversos dispositivos que asignan valores diferenciales en función del *sexo* de las personas, sexo concebido como mero sustrato material que sirve como base para el *género*, entendido como mutable y social. Al decir de Marta Lamas: “No es lo mismo el sexo biológico que la identidad asignada o adquirida; si en diferentes culturas cambia lo que se considera femenino o masculino, obviamente dicha asignación es una construcción social, una interpretación social de lo biológico” (1986).

Asimismo, no es posible universalizar la categoría mujer. No es lo mismo ser mujer blanca que ser indígena o afrodescendiente; ser joven, adulta o de la tercera edad; residir en zonas urbanas o rurales; pertenecer a un sector social o a otro; vivir en el país de origen o ser migrante; tener o no tener hijos/as.

En esta dirección, los aportes de los feminismos negros y de las mujeres de color, pos y descoloniales dieron lugar a un proceso de robustecimiento de diversas concepciones que buscaban desentrañar el entrecruzamiento de las dominaciones en su complejidad. Es así que la lucha de los colectivos de lesbianas y homosexuales, de bisexuales, travestis, transexuales y personas transgénero, más tarde, se condensaron en una rotunda crítica a los efectos normalizadores y naturalizantes del par sexo/género y proliferaron en la academia a partir de los planteos de pensadoras como la filósofa norteamericana Judith Butler (2002). El punto nodal de la crítica radicó en el esencialismo binario que supone la existencia de

una naturaleza concebible por fuera de las relaciones sociales, encarnada en la distinción macho/hembra y su correlato masculino/femenino, así como en las operaciones epistemológicas concomitantes.

Así, el recorte de género conforma un sistema de referencia, de percepción y organización material y simbólica de la vida social, en el que no es posible encontrar espacios que no se encuentren atravesados por estas concepciones. No se trata únicamente de una cuestión de roles o de funciones, sino que la totalidad de las relaciones sociales está, desde su origen, marcada por el género, y se halla inscrita en lógicas de poder que diagraman posicionamientos jerárquicos establecidos entre los conjuntos sociales de personas divididas según su sexo asignado y categorizaciones sociales vinculadas a la raza y la clase (Goren, Prieto y Figueroa, 2018).

¿Es importante el lenguaje no sexista?

Una vez acordado que varones y mujeres, feminidades y masculinidades, estamos atravesados/as por múltiples desigualdades sintetizadas en lo que denominamos “patriarcado”, cabe preguntarnos si podemos hablar, formular un problema desde el denominado lenguaje neutro, o más bien preguntarnos si existe el lenguaje neutro y qué es lo que esa supuesta neutralidad anula y no permite problematizar.

Si lo que no se nombra no existe, si las palabras no solo transmiten el pensamiento, sino que también lo moldean y lo transforman; y si a menudo las normas de género no están explicitadas y se transmiten de manera implícita a través del lenguaje, de las instituciones y de otros símbolos, de la misma forma, un lenguaje específico de género influye en la manera en que se piensan o se dicen las cosas; también en el modo que asumen las relaciones entre mujeres y varones en el mundo y en cómo definir, caracterizar, nuestro objeto de estudio.

Entonces, dar cuenta de que las personas –y en este caso, las feminidades y masculinidades– en nuestras sociedades no somos iguales, por lo que nombrarnos sin invisibilizar la diferencia resulta necesario; hasta me atrevo a decir que no hacerlo debería ser considerado y evaluado de manera negativa, ya que todo el proceso que se continua estará vedado de omisiones.

¿Qué es la transversalización de la perspectiva de género?

Si tomamos como punto inicial la definición adoptada por el Consejo Económico y Social de Naciones Unidas en el año 1997, se entiende por transversalización

al proceso de examinar las implicaciones para mujeres y varones de cualquier tipo de acción pública planificada, incluyendo legislación, políticas y programas, en cualquier área. Asimismo, es una herramienta para hacer de los intereses y necesidades de varones y mujeres una dimensión integrada en el diseño, implementación, monitoreo y evaluación de políticas y programas en los ámbitos políticos, sociales y económicos.

Como se ha podido apreciar, la transversalización (ECOSOC, 1997) no implica acciones puntuales, sino redefinir todas las actuaciones llevadas a cabo para que estas contribuyan activamente a la igualdad y equidad de género. Con la incorporación de esta estrategia, se adoptaría un enfoque estructural y transformador que conduciría todas las acciones hacia el aporte en esta dirección, sin ser estas acciones específicas, sino integradas a un modo de abordar los temas, problemas, acciones, propuestas. Esto, a su vez, supone contar con las herramientas necesarias para poder alcanzarlo, para el caso de nuestro artículo, tener presentes las desigualdades sexogenéricas como un aspecto constitutivo de lo social y no como un componente que se suma a las propuestas.

Transversalizar supone el ejercicio de un esfuerzo por superar la tradicional separación o segregación de pensar por separado las poblaciones de modo de superar de manera integral las discriminaciones. Y transversalizar la perspectiva de género es el proceso de valorar las implicaciones que tiene para los varones y para las mujeres cualquier acción que se planifique, ya se trate un proyecto de investigación o de una propuesta de políticas o programas, pero lo que es central es pensarla para todas las áreas y en todos los niveles. Con estas especificidades lo que se busca es que la equidad, como principio de justicia, tenga lugar. La igualdad refiere a un principio que establece la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres tomando como referencia la desigualdad, así como la diferencia de individuos y sus entornos locales. Por su parte, la equidad es un principio de justicia. Esto implica entonces aspirar a la igualdad a partir de la equidad (Ortiz, 2013: 10). Por ejemplo, si tenemos en cuenta la situación diferencial de mujeres y varones en el

mercado de trabajo, estas acciones deberían buscar, por todos los medios, desandar los mecanismos que las perpetúan, para que tanto varones como mujeres sean parte de su abordaje y las mujeres no sean ubicadas como un grupo específico sobre el cual se debe actuar.

Algunos ejemplos

No caben dudas de que la pandemia de covid-19 ha afectado a toda la población en múltiples dimensiones. Una de ellas es el trabajo y, ahora, bien como estudiantes o investigadores, nos solicitan elaborar un diagnóstico que sea de utilidad para pensar posibles respuestas en materia de política pública y que sirva para el diálogo con el sector empleador y el sector sindical. Ahí me enfrento a tener que definir cómo recorto a la población; la primera pregunta esperable sería entonces, ¿puedo hablar de trabajadores en general, cuando sabemos que la participación de las mujeres en el mercado laboral es sustancialmente diferente a la de los varones, ya que no se insertan en los mismos sectores de actividad, no hacen las mismas tareas en el interior de los establecimientos ni son contempladas en las normativas laborales o en los convenios colectivos de trabajo de igual manera (Goren y Trajtemberg, 2018)? Por cierto, podría, pero no estaría dando cuenta de estas diferencias y seguramente las propuestas que puedan surgir de mi evaluación reproducirán las desigualdades que como sociedad nos hemos comprometido modificar. Si en el recorte desde el cual parto no doy cuenta mínimamente de los datos desagregados por sexo, estaré incurriendo en errores de información para quienes tienen la responsabilidad de formular políticas. Asimismo, si no miro otras dimensiones de la vida social, como el reparto de tareas que hacen a la reproducción de la vida cotidiana (léase, cómo se expresa la división sexual del trabajo en las unidades familiares o en los espacios sociales), seguramente no podré dar cuenta de si la carga laboral fue similar o no y qué tipo de carga física o psíquica han debido afrontar unos y otras. Allí deberé enfrentarme a las representaciones hegemónicas por las cuales se supone que las mujeres naturalmente son cuidadoras, y así desconocer todo tipo de carga que ello puede acarrear.

En línea con las representaciones es que también recurrimos a reflexionar de qué manera pensamos el diseño de herramientas industriales y las capacitaciones para su uso. Me debería preguntar acerca de las diferencias sexogenéricas para el diseño de estas herramientas, si son solo

objetos, pero son objetos que luego son utilizados por trabajadores/as. Allí me pregunto: ¿mujeres y varones tienen la misma contextura física, sus manos tienen las mismas dimensiones? ¿Para quiénes están pensadas las herramientas? Asimismo, en las capacitaciones, ¿tenemos en cuenta las historias previas recorridas por unos y otras, para que estas sirvan o tengan en cuenta esa compensación?

¿Cómo saber si estoy considerando el enfoque de género?

En este último punto queremos compartir algunas consideraciones que pueden servirnos a modo de aproximación para saber si efectivamente estamos incorporando la perspectiva de género en el diseño de la investigación y en el análisis de la información disponible. Estas reflexiones no pretenden ser exhaustivas, son solo orientativas para posibles preguntas que nos pueden dar una pista de si estamos recorriendo el sentido propuesto. A tales efectos proponemos una serie de preguntas que contemplan dimensiones que, a modo de proxi, pueden ser de utilidad para los fines propuestos.

En una primera etapa, que dé cuenta del *diseño de la propuesta*, se puede observar si se están teniendo en consideración los intereses y necesidades de los grupos afectados por el problema a abordar; de qué manera se están considerando los impactos diferenciales según el grupo específico al que pertenece la población sobre la que se está trabajando o qué impacto tendrá la propuesta a realizar y cómo estos grupos han sido contemplados en la definición de los objetivos planteados, tanto los generales como los específicos.

Luego, cuando nos acercamos al momento del *análisis de la información*, debemos tener en cuenta cómo hemos construido nuestro marco analítico de abordaje, cómo y desde dónde hemos encarado esta perspectiva; si hemos podido identificar las diferencias de oportunidades, de derechos y de acceso de recursos según el género, si hemos tenido en cuenta los aportes diferenciados según el género al tema abordado; o si hemos utilizado indicadores desagregados por sexo.

Otras posibles dimensiones para tener en cuenta: cuál es la distribución de roles en el interior del propio equipo de trabajo y cómo se seleccionan las citas bibliográficas (lugar de la subjetividad en la selección).

A modo de cierre

A lo largo de estas páginas, hemos hecho un recorrido por definiciones básicas que nos permiten acercarnos a conocer de qué se habla cuando hablamos de desigualdades sexogenéricas y cómo considerarlas al momento de definir nuestro objeto de estudio, hasta proponer una serie de preguntas que nos permita ir definiendo nuestros recortes en el proceso de trabajo, desde dimensiones analíticas hasta abordajes epistémicos.

Es claro que la ciencia, tecnología e innovación deben estar a la altura de las circunstancias en todos los planos y darse el tiempo que requiere contemplar cómo es su aporte para reproducir o transformar el mundo, en el que las desigualdades sexogenéricas están en su base constitutiva; es una tarea central que debe estar presente desde el inicio del proceso. Solo de esa manera podremos estar a la altura de los desafíos que la época nos impone.

Bibliografía

- Butler, J. (2002 [1993]). *Cuerpos que importan. Sobre los límites materiales y discursivos del “sexo”*. Buenos Aires: Paidós. De Beauvoir, S. (1949). *El segundo sexo* (vol. I). García, Juan (Trad.). Buenos Aires: Sudamericana.
- Dutrénit, G. y Natera, J. M. (eds.) (2017), *Proceso de diálogos para la formulación de políticas de CTI en América Latina y España*. Buenos Aires: CLACSO.
- ECOSOC. (1997). *Gender Mainstreaming Extract from Report of the Economic and Social Council for 1997 (A/52/3, 18 September 1997)*. Recuperado de <https://www.un.org/womenwatch/daw/csw/GMS.PDF>
- Goren, N.; Prieto, V. L. y Figueroa, Y. (2018). “Apuntes feministas sobre género y trabajo para pensar la intervención desde el Trabajo Social”. *Ts Territorios. Revista de Trabajo Social*, vol. 2, n° 2, pp. 115-128. Disponible en: http://cjys.unpaz.edu.ar/sites/default/files/Ts_2%284%29.pdf.
- Goren, N. y Trajtemberg, D. (2018). “Brecha salarial según género. Una mirada desde las instituciones laborales”. *Análisis*, vol. 32.

Disponible en: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/argentinien/14882.pdf>.

- Harding, S. (ed.) (1987). "Is There a Feminist Method?". *Feminism and Methodology*. Bloomington, In.: Indiana University Press.
- Lamas, M. (1986). "La antropología feminista y la categoría género". *Revista Nueva Antropología*, vol. 8, n° 30, 173-198.
- Ortiz, A. (2013). *Modelos Pedagógicos y Teorías del Aprendizaje / Pedagogic Models and Learning Theories*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Rubin, G. (1998 [1975]). "El tráfico de mujeres: Notas sobre la 'economía política' del sexo". En Navarro, M. y Stimpson, C. R. (comps.), *¿Qué son los estudios de mujeres?* México: Fondo de Cultura Económica.
- Scott, J. W. (1996). "El género: una categoría útil para el análisis histórico". En Lamas, M. (comp.), *El género: la construcción cultural de la diferencia sexual*, pp. 34-35. México: PUEG.

Capítulo 1.

Uso de diseños flexibles de investigación para el análisis de procesos de ciencia, tecnología, innovación y sociedad (CTIS) en América Latina

Elena Mendoza y Marcela Amaro

Introducción

El creciente reconocimiento sobre las limitaciones de los métodos tradicionales de investigación de los procesos de ciencia, tecnología, innovación y sociedad (CTIS) denota la necesidad de mejorar la manera en que se investigan los problemas de CTIS en América Latina y de adaptar los métodos de investigación para fines útiles dentro de los contextos reales de nuestra región. Es en este marco que en este capítulo los *diseños flexibles de investigación* se proponen como herramientas indispensables al momento de analizar temas tan complejos como los procesos CTIS en América Latina. Los *diseños flexibles* de investigación se consideran enfoques novedosos que combinan métodos cualitativos con algunos elementos cuantitativos para permitir adaptar mejor nuestro estudio a los contextos regionales, así como abordar problemas y cuestiones de relevancia directa para la búsqueda de soluciones “reales” a los problemas de CTIS.

Las consideraciones y adaptaciones propuestas en este capítulo para el uso de métodos en el estudio de problemas regionales de CTIS están inspiradas en el enfoque descrito por Robson y McCartan (2016) como “investigación del mundo real”, la cual refiere a proyectos de investigación en los que la dimensión social es primordial y en la que los fenómenos

de estudio tienden a ser construcciones sociales fluidas, más que hechos firmes. En consecuencia, las prioridades y énfasis del investigador del mundo real difieren de varias maneras de los del *investigador académico tradicional*, pues mientras que el interés principal de este último reside en aportar nuevos conocimientos a una disciplina académica, el objetivo esencial del investigador del mundo real es resolver problemas sociales.

La investigación del mundo real es la piedra angular del aprendizaje aplicado, la política basada en evidencia y la toma de decisiones informada. Significa que las decisiones importantes de política pública, de las organizaciones, y de las comunidades se toman desde una perspectiva informada, lo que finalmente conduce a políticas y prácticas basadas en evidencia, no a políticas y evidencias basadas en la práctica (ídem).

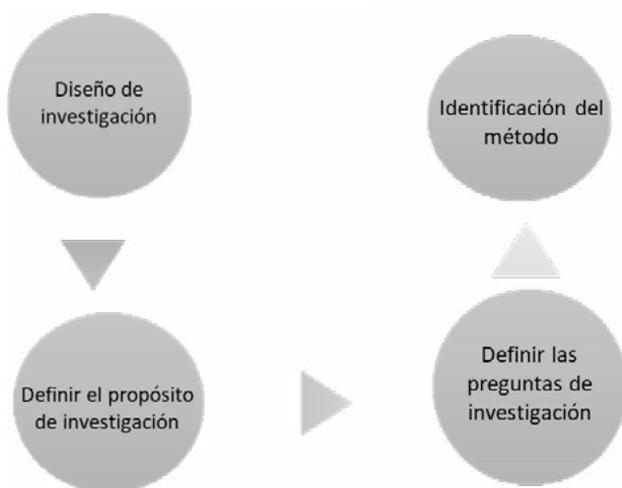
Existe una larga lista de problemas de investigación que pueden ser estudiados bajo este enfoque, pero una selección bastante aleatoria incluye el estudio de los procesos de CTIS, las transiciones sociales hacia modos de vida sostenible, la gobernanza de los procesos de innovación en pequeñas comunidades, el estudio de los impactos sociales del cambio climático, la seguridad, migración, inclusión social, educación y el terrorismo, entre otros (ídem).

Muchos de los problemas mencionados arriba no solo tienen relevancia directa para la vida de las personas en la sociedad, pero algunos de ellos, especialmente los globales como el cambio climático y ambiental, requieren de las llamadas ciencias “naturales” como la física, la química y la biología para comprender mejor sus causas y posibles efectos a gran escala. Esto sugiere que no existe una estricta dicotomía entre la *investigación académica* y la *investigación aplicada con inquietudes del mundo real*, sino una complementariedad.

Varios círculos académicos ponen en tela de juicio dicha complementariedad y consideran la investigación académica como “más científica” y por lo tanto superior a la del mundo real. Sin embargo, esta última es igualmente científica, pues también se rige por normas críticas y estándares de racionalidad. Consideramos que lo que distingue a un investigador no es el demostrar su compromiso con un paradigma y/o doctrina filosófica, sino el dirigirse hacia una investigación mejor y más útil. En este sentido, Bryman (2006) sugiere que “las cuestiones que tienen que ver con la adecuación de métodos particulares de investigación para responder preguntas de investigación son el árbitro crucial de qué enfoque metodológico debe adoptarse, en lugar de un compromiso con un paradigma y doctrina filosófica en la que supuestamente se basa” (ibíd.: 118).

La identificación de métodos y enfoques relevantes para el abordaje del problema implica más que la simple selección de un método frecuentemente empleado en el área de investigación o disciplina. Consiste en identificar el método que mejor ayude a cumplir el propósito de estudio y a responder la(s) pregunta(s) de investigación, teniendo en cuenta los contextos o realidades (sociales, geográficas, culturales, históricas, etc.) del tema estudiado.

Figura 1. Identificación del método de investigación



Fuente: elaboración propia

De acuerdo con Robert K. Yin (2014), al elegir una estrategia y método de investigación deben tenerse en cuenta tres elementos importantes: a) la pregunta de investigación; b) el grado de control que el investigador tiene sobre los eventos de comportamiento reales y c) el grado de enfoque en los eventos contemporáneos en oposición a los históricos; siendo el primero junto con el propósito el punto fundamental de partida de cualquier investigador. La definición clara del *propósito* y la *pregunta de investigación* es crucial para la elección del mejor diseño de investigación y método(s) de estudio. Aunque tradicionalmente se reconocen tres posibles *propósitos de investigación* (explorar, describir y explicar); un cuarto propósito posible en la investigación del mundo real es “emancipar”, refiriéndose

a la perspectiva de “acción” o “cambio” que comúnmente este propone. Algunas *preguntas de investigación* que ayudan a definir el propósito son: ¿qué está tratando de lograr este estudio?, ¿por qué se está haciendo?, ¿se está buscando describir algo, o explicar o entender algo?, ¿se está tratando de evaluar la efectividad de algo?, ¿el estudio busca dar respuesta a algún problema?, ¿se espera cambiar algo como resultado del estudio? Aunque a menudo, un estudio puede estar relacionado con más de un propósito, posiblemente los cuatro, en general predomina uno (Robson y McCartan, 2016).

Para *vincular el propósito con la identificación del mejor método de investigación* resulta útil la siguiente regla general: cuando el propósito de investigación es describir o explicar un fenómeno, los diseños fijos de investigación resultan más adecuados; para el trabajo con propósitos exploratorios, en los que se analizan áreas relativamente poco estudiadas, los diseños flexibles de investigación son generalmente más apropiados (ídem).

Si bien el propósito o los propósitos de investigación influyen en gran medida en la identificación del método de investigación, el tipo de preguntas de investigación que se plantean facilita la identificación del mejor método a elegir. Algunos ejemplos de cómo *vincular las preguntas de investigación con el método de investigación* son presentados por Robson y McCartan: las preguntas como “¿cuántos?”, “¿cuánto?”, “¿quién?” o “¿dónde?” sugieren el uso de una *estrategia fija no experimental* como una encuesta. Las preguntas por el “¿qué?”, relacionadas con “¿qué está pasando aquí?”, se prestan a algún tipo de estudio de *diseño flexible*. Las preguntas de “¿cómo?” y “¿por qué?” son más difíciles de precisar, pero a menudo indican un *diseño flexible*. Cuando la investigación puede tener control sobre los eventos y existe un conocimiento previo sustancial sobre el problema y los posibles mecanismos involucrados, entonces podría indicarse un experimento, y por lo tanto un *diseño fijo experimental*.

Es muy probable que el propósito del estudio sea bastante claro desde el principio, sin embargo, en esta etapa las preguntas de investigación pueden tender a ser muy generales, poco desarrolladas o tentativas. Esto ocurre principalmente en los casos de diseños flexibles, que se caracterizan por ser un trabajo en progreso y, por lo tanto, pueden adaptarse a medida que evoluciona la investigación (ídem). Como en un inicio es posible que no se tenga mucha idea sobre qué *marco teórico o conceptual* será más útil, es importante desarrollar un “sistema de conceptos, suposiciones, expectativas, creencias y teorías que respalda e informa la

investigación” (Maxwell, 2013: 39). El marco conceptual ayuda a revisar la teoría de lo que está sucediendo en el área de estudio, e identificar los principales aspectos (los factores clave, los constructos o las variables) y las presuntas relaciones entre ellos (Miles, Huberman y Saldana, 2014). También ayuda a ser más específico y selectivo en la formulación de preguntas de investigación.

Una de las formas predominantes utilizada en ciencias sociales para formular preguntas de investigación más específicas es la propuesta por Alvesson y Sandberg (2013), que se basa en “‘detectar huecos’ en la literatura, es decir, lagunas o áreas poco abordadas que inspiran preguntas de investigación específicas” (ibíd.: 24). Los tres modos básicos de detección de huecos son: a) detección de confusión (cuando existen explicaciones competitivas de un fenómeno); b) detección de negligencia (un área que se pasa por alto; una poco investigada o una con falta de apoyo empírico; o la falta de un aspecto específico) y c) detección de falta aplicación (ampliando y complementando la literatura existente).

El objetivo general del presente capítulo es proponer el uso de métodos flexibles en el estudio de problemas de CTIS en América Latina. Mediante la adopción de dos estrategias de investigación (estudio de caso y estudios etnográficos), se pretende definir/presentar las características de los métodos que mejor ayudan a conducir dicha investigación. Este análisis pretende servir como alternativa y guía en el abordaje de temas de CTIS, desde una perspectiva práctica pero rigurosa y adaptada a las especificidades/realidades regionales y sociales.

Dentro de los objetivos específicos del capítulo contamos los siguientes:

- * Plantear el uso del diseño flexible (estudios de caso y estudios etnográficos) como un enfoque de investigación alternativo en el análisis de procesos de CTIS en América Latina.
- * Mostrar mediante un ejemplo práctico las particularidades y adaptaciones necesarias de los métodos utilizados en los estudios de caso y estudios etnográficos para el análisis de procesos de CTIS en América Latina.
- * Presentar recomendaciones para futuras aplicaciones del método de diseño flexible en América Latina.

El capítulo se estructura de la siguiente manera: en el *primer apartado* se presenta una serie de conceptos clave y características sobre el diseño

flexible de investigación, así como los procedimientos/etapas para su aplicación. El *segundo apartado* comprende una discusión de la información o datos requeridos para la aplicación de los métodos de diseño flexible de investigación en CTIS, así como el tipo de fuentes de información disponible, limitaciones y alcances, sugerencias de fuentes de información alternativas y las adaptaciones necesarias para su uso. Para mostrar las consideraciones y adaptaciones necesarias a los métodos de investigación utilizados en el abordaje de distintos problemas de investigación de CTIS en América Latina, se presenta un ejemplo de estudio de caso que analiza los procesos de innovación dedicados a la transición hacia el desarrollo sostenible de comunidades locales de Latinoamérica. Finalmente, en el *tercer apartado* se propone una serie de recomendaciones para futuras aplicaciones, incluye una síntesis de los posibles desarrollos de los métodos, qué líneas se podrían explorar para potenciar el uso de este método y cuáles son los retos para desarrollar estas líneas futuras.

El diseño flexible para la investigación de problemas de CTIS en América Latina

Este apartado pretende servir como una guía para estudiantes o investigadores que, a través de estudios de caso o estudios etnográficos, quieran abordar los temas de CTIS en América Latina, particularmente los relacionados con innovación sostenible y transiciones locales. Además de presentar una serie de conceptos clave y características de cada método, también cubrimos las especificidades metodológicas para su aplicación en la región.

Conceptos clave y características principales de los diseños flexibles

De acuerdo con las doctrinas filosóficas positivistas y constructivistas, los métodos de investigación se dividen tradicionalmente en *cuantitativos*, que se apoyan en la obtención y análisis de datos numéricos y estadísticos, y *cualitativos*, considerados apropiados para los casos en que el objeto de estudio es menos conocido y las variables necesitan ser identificadas, por lo que los datos son típicamente no numéricos (Kuhn, 2012).

Históricamente, el paradigma de la investigación *cuantitativo* ha estado estrechamente relacionado con la corriente filosófica *positivista* (y/o

positivista), y es considerado *objetivo* por separar los hechos de los valores del investigador, además de *confiable y científico*, por la utilización de datos provenientes de la experiencia directa u observación, por medio de diferentes métodos, como encuestas, experimentos de laboratorio y otros métodos “formales” y numéricos (Krüger *et al.*, 2018; Myers, 1997). El enfoque positivista también ha enfrentado algunas críticas referentes a la objetividad del método y la respectiva capacidad del investigador para separar hechos y valores en el proceso de investigación. En respuesta a estas limitaciones, los llamados pospositivistas aceptan que las teorías, hipótesis, conocimientos previos y valores del investigador pueden influir en lo que se observa (Reichardt y Rallis, 1994). Sin embargo, tienen un compromiso continuo con la objetividad que abordan mediante el reconocimiento de los posibles efectos de estos.

La investigación cualitativa se basa en la doctrina filosófica *constructivista (interpretativa)*, que se caracteriza por partir del principio de que las propiedades sociales se construyen a través de interacciones entre personas, en lugar de tener una existencia separada. Así, el enfoque constructivista busca profundizar en cómo los problemas sociales son identificados, percibidos y evocados por las relaciones y situaciones (Galloway, Armstrong y Tomlinson, 1994).

En este capítulo la distinción propuesta por Robson y McCartan (2016) de “diseño fijo” y “diseño flexible” se prefiere con respecto a los términos más comúnmente utilizados de “diseño cuantitativo” y “diseño cualitativo”. Aunque muchos textos utilizan indistintamente los términos, refiriéndose a los diseños fijos como métodos cuantitativos y a los flexibles como cualitativos, el estudio de la realidad no siempre permite una división tan estricta. Si bien es cierto que los diseños fijos casi siempre dependen de la recopilación de datos cuantitativos y numéricos y los diseños flexibles dependen en gran medida de recabar datos cualitativos (generalmente en forma de palabras); no vemos ningún obstáculo para que los diseños flexibles incluyan ciertos datos cuantitativos. En la práctica, muchos diseños flexibles del mundo real implican el uso de dos o más métodos de recopilación y análisis de datos e información y es común compilar al menos una pequeña cantidad de datos cuantitativos. Del mismo modo, no hay un solo tipo de datos para diseños fijos, mientras que este método se enfoca en la colección de datos cuantitativos, en la práctica también se recogen algunos datos cualitativos.

Tres métodos flexibles de investigación son ampliamente utilizados en estudios del mundo real: *estudios de caso*, *estudios etnográficos* y *estudios*

de teoría fundamentada (Robson y McCartan, 2016). Sin embargo, en este capítulo nos concentramos únicamente en los primeros dos, ya que se considera que son los más adecuados para tratar los fenómenos relacionados con la innovación sostenible y las transiciones locales.

Estudio de caso

El *estudio de caso* es una estrategia de investigación empírica utilizada para estudiar fenómenos particulares contemporáneos, tomando en cuenta su contexto social y físico, y haciendo uso de múltiples fuentes de evidencia (Yin, 2003). Resulta importante señalar que más que un método, como la observación o entrevista, el estudio de caso es una estrategia, es decir, implica una postura o enfoque que utiliza múltiples métodos de evidencia o recolección de datos. Esta estrategia es una de las más eficaces para lograr objetivos prácticos y teóricos (Ebneyamini y Moghadam, 2018) y es utilizada tanto por los investigadores de las ciencias sociales (psicología, sociología, antropología y economía) como por los de campos orientados a la práctica (estudios ambientales, trabajo social, educación y estudios empresariales) (Johansson, 2003).

Generalmente, el estudio de caso es una estrategia útil cuando el tema a investigar es amplio y altamente complejo, cuando no hay mucha teoría disponible y cuando el “contexto” es muy importante (Dul y Hak, 2008). Se han identificado los siguientes *propósitos principales* para los cuales la estrategia de estudios de caso resulta más apropiada: *exploración temprana* (cuando las variables aún son desconocidas y la naturaleza y complejidad del fenómeno estudiado no se comprende por completo); *desarrollo de teorías, prueba de teorías, extensión/refinamiento de teoría, construcción de hipótesis, prueba de hipótesis y estudio descriptivo* (ídem; Handfield y Melnyk, 1998). Los estudios de caso permiten responder las *preguntas de investigación* ¿cómo?, ¿qué? y por qué?, y se caracterizan por su utilidad en generar teoría relevante a partir de la observación de la práctica real (Meredith, 1998).

Dependiendo de los diferentes estudiosos del enfoque, los estudios de caso se clasifican en diferentes tipos, por ejemplo, Yin (2014) los define en términos de *exploratorios, explicativos y descriptivos*; Stake (1995) los identifica como *intrínsecos, instrumentales y colectivos*; Zainal (2007) como *interpretativos y evaluativos*; Dul y Hak (2008) los clasifica en *estudio de caso único* y en *estudio de caso comparativo* (apud Ebneyamini y

Moghadam, 2018). Para los fines de este capítulo, distinguimos dos tipos de estudio de caso: *estudio de caso único* y *estudio de caso múltiple* (que sigue una lógica de replicación).

Etapas/procedimientos para el desarrollo de estudios de caso

El estudio de caso, por ser una estrategia de diseño flexible, permite al investigador adaptar sus métodos a las realidades y contextos estudiados, y así responder mejor la(s) pregunta(s) de investigación (Hyett, Kenny y Dickson-Swift, 2014). Esta *flexibilidad* característica del diseño de estudios de caso es a menudo confundida con *falta de rigor académico*, por lo que se ha llegado a considerar como una estrategia de investigación inferior a otros métodos científicos “más rigurosos”, en los que existen pautas más específicas para recopilar y analizar datos, como los experimentos que involucran ensayos controlados aleatorios (ECA) y que son calificados como el “estándar de oro” para la investigación social. En respuesta a esta crítica sobre el rigor académico del diseño de estudios de caso, varios autores han propuesto un diseño ajustado y estructurado bajo normas y estándares de racionalidad. En el cuadro 1 se presentan las etapas propuestas por dichos autores para llevar a cabo los estudios de caso.

Cuadro 1. Etapas y procedimientos para el desarrollo de estudios de caso

| Autor | | | | | |
|--|------------------|-------------------------|--|---|--|
| Yin (1984, 1995) | Stake (1995) | Tellis (1997) | Merriam (1998) | Voss et al. (2002) | Dul y Hak (2008) |
| “* Diseñar el estudio de caso * Realizar el estudio de caso * Analizar la evidencia del estudio de caso y desarrollar las conclusiones, recomendaciones e implicaciones” | *Diseño flexible | * Parecido a Yin (1995) | “* Realización de una revisión de literatura * Construcción de un marco teórico * Identificación de un problema de investigación * Elaboración y agudización de preguntas de investigación * Selección de la muestra (muestreo intencional)” | “* Definir el marco de investigación, construcciones y preguntas * Elegir casos * Desarrollo de instrumentos y protocolos de investigación * Conducir la investigación de campo * Análisis” | “ * Fase de preparación (definir tema de investigación y objetivos específicos) * Fase de investigación (definir el tipo de caso, selección del casos y análisis de datos) * Fase de reporte.” |

Fuente: Ebneyamini y Moghadam (2018)

A diferencia de los autores que proponen un diseño preciso con marcadas etapas en la aplicación de la estrategia de estudio de caso, Stake (1995) plantea el uso de un *diseño flexible* que permita a los investigadores considerar el complejo contexto de investigación del mundo real, y al mismo tiempo garantizar la presentación veraz/científica y coherente del proceso de investigación. Esta propuesta se basa en la adopción de la noción de “enfoque progresivo” que Parlett y Hamilton (1976) propusieron por primera vez (*apud* Ebneyamini y Moghadam, 2018). El enfoque progresivo defiende que la investigación cualitativa es una tarea “*desordenada*”, *no lineal y a menudo impredecible*, por lo que las etapas de aplicación del estudio de caso no se pueden trazar por adelantado, pues se superponen y se interrelacionan funcionalmente (Sinkovics y Alfoldi, 2012). La transición de etapa en etapa va ocurriendo progresivamente a medida que se desarrolla la investigación y mientras las áreas problemáticas se van aclarando (Parlett y Hamilton, 1976: 148). Por lo tanto, gracias al diseño flexible, el doble desafío de *complejidad y confiabilidad* se aborda mediante el uso de métodos que permiten reflejar la compleja iteración entre teoría y datos, al mismo tiempo que permiten al investigador refinar o cambiar gradualmente su enfoque durante el trabajo de campo para reflejar “lo que realmente importa”.

Cabe señalar que un diseño flexible no equivale a una investigación sin estructura y marco conceptual, sino que las etapas se ajustan al progreso y propósito de investigación. Por ejemplo, si el propósito principal es exploratorio, es decir, si se trata de tener una idea de lo que está sucediendo en una situación novedosa en la que hay pocos datos para guiar lo que uno debería estar buscando, entonces el diseño del caso será muy flexible y las etapas tenderán a superponerse. Sin embargo, si el propósito del estudio de caso es confirmatorio, en el que el trabajo anterior ha sugerido una explicación de algún fenómeno, entonces se puede prever un cierto grado de preestructura lineal de las etapas a seguir. Es importante mencionar que otros aspectos prácticos pueden influir en el grado de flexibilidad que se elija para el diseño del estudio de caso, por ejemplo, el tiempo y financiamiento con que se cuente para la investigación (Robson y McCartan, 2016: 152).

Métodos flexibles para el desarrollo de estudios de caso

Para los fines de este capítulo se presentarán los métodos que pueden ser empleados para el desarrollo de las cuatro etapas (no lineales) en que generalmente suele desarrollarse un estudio de caso (*selección de casos, recolección de datos, análisis de datos, informe*), sin olvidar que, por tratarse de una estrategia de diseño flexible, la naturaleza y el número de métodos utilizados pueden cambiar a medida que avanza la investigación.

Figura 2. Métodos de selección de estudios de caso



Fuente: elaboración propia

Métodos de selección de estudios de caso

Los *métodos de selección de estudios de caso* son fundamentalmente diferentes del muestreo estadístico, pues mientras que los primeros se basan en una lógica “intencional”, los segundos utilizan criterios aleatorios (Ebneyamini y Moghadam, 2018). Además, la manera de llegar a generalizaciones también difiere sustancialmente. Si bien la *generalización estadística* se logra cuando los resultados de una muestra correcta se generalizan a un mayor universo; la *generalización analítica* se refiere al uso de “un conjunto particular de resultados para una teoría más general” (Yin, 1994: 36).

De acuerdo con Kuzel (1999), la selección de estudios de caso debe estar basada en dos fundamentos metodológicos. Primero, la *apropiada*

selección del estudio de caso se basa en su ajuste tanto al *propósito* de la investigación como al *fenómeno de la investigación* (Patton, 1990; Miles y Huberman, 1994; Kuzel, 1999). Por ejemplo, mientras que un estudio de caso único puede tener como propósito probar una teoría, documentar un caso raro, analizar un fenómeno que es inaccesible para la investigación científica o servir como primera fase de un estudio múltiple; un estudio de múltiples casos se enfoca en conseguir validez externa a través de una lógica de replicación (ver el cuadro 2).

Cuadro 2. Estrategias de selección para diseños de casos únicos y múltiples

| Caso único | Casos múltiples |
|--|---|
| Crítico | Replicación literal |
| * Probar una teoría bien formulada | * Casos seleccionados para predecir resultados similares |
| | * Cuando las teorías rivales son muy diferentes |
| | * Tres a cuatro casos |
| Extremo o único | Replicación teórica |
| * Documentación y análisis de un caso raro. | * Casos seleccionados para predecir resultados contrastantes |
| Caso revelador | "* Cuando las teorías rivales tienen diferencias sutiles o para aumentar el grado de certeza de resultados * Dos (o tres) conjuntos de tres a cuatro casos para" |
| * Observación y análisis de un fenómeno inaccesible a la investigación científica | * Dos (o tres) conjuntos de tres a cuatro casos para perseguir dos (o tres) patrones de teoría de replicaciones |
| Caso preludeo | |
| * Exploratorio, para la primera fase de un estudio de caso múltiple de investigación | |

Fuente: Shakir (2002) sobre la base de Yin (1994)

El segundo criterio metodológico que es importante considerar es la *adecuada selección del número de casos*, particularmente en estudios de

casos múltiples (Patton, 1990; Miles y Huberman, 1994; Kuzel, 1999). De acuerdo con Yin (1994: 50), la decisión inicial con respecto a un número satisfactorio de casos es entre seis a ocho para una réplica teórica y tres a cuatro para una réplica literal. Sin embargo, la decisión final sobre el número de casos suele ser una decisión de juicio hecha por el investigador y está influenciada positivamente por la indiferencia entre las teorías rivales, el alto grado de certeza que el investigador desea alcanzar y las diferencias entre los casos.

Cuadro 3. Estrategias de replicación

| Estrategias de replicación | "Cuando... ... la diferencia entre las teorías rivales es... ... el grado de certeza requerido es... ... las diferencias entre los casos son..." | Número inicial de caso |
|----------------------------|---|------------------------|
| Literal | baja/s/o | 3-4 |
| Teórica | alta/s/o | 6-8 |

Fuente: elaboración propia

Métodos de recopilación de datos

En cuanto a *los métodos de recolección de datos*, Stake (1995) propone el uso de la observación, la entrevista y la revisión de documentos en la investigación cualitativa de estudios de casos. Merriam (1998) sugiere realizar entrevistas efectivas, ser un observador cuidadoso, extraer datos de documentos como técnicas y procedimientos que los investigadores necesitan para convertirse en usuarios efectivos de las herramientas de recolección. Dul y Hak (2008) también proponen una entrevista cualitativa, utilizando archivos, cuestionarios y observaciones (*apud* Ebneyamini y Moghadam, 2018). Yin (2009) por su parte, sugiere cuatro métodos de recolección de datos: documentos, registros de archivo, entrevistas, observaciones directas y artefactos físicos.

La observación puede tomar una variedad de formas dependiendo del propósito de estudio. La observación participativa se refiere a un tipo especial de observación en la que el investigador no es simplemente un observador pasivo, sino un participante activo en los eventos que se estudian (por ejemplo, cuando el investigador es un miembro del personal

de la organización que se está estudiando) (ídem). La observación participativa resulta muy útil en la investigación del mundo real, porque el método surge de una perspectiva en la cual el mundo social implica significados subjetivos y experiencias construidas por los participantes en situaciones sociales. La tarea de interpretar esto solo se puede lograr a través de la participación con los involucrados (Robson y McCartan, 2016).

Este método se usa comúnmente en una fase exploratoria de los diseños flexibles, típicamente en una forma no estructurada, para averiguar lo que está sucediendo en una situación a modo de precursor de las pruebas posteriores a las ideas adquiridas. Los datos recolectados son las interpretaciones del observador de lo que sucede a su alrededor. Con la observación participante es difícil separar las fases de recopilación y análisis de datos, pues esta última se realiza en medio de la recopilación de datos y se utiliza para ayudar a dar forma a su desarrollo (ídem).

Las entrevistas son conversaciones guiadas y generalmente son una de las fuentes más importantes de evidencia de estudios de caso (Yin, 2009). Sin embargo, “solo deben usarse para obtener información que no puede obtenerse de ninguna otra manera” (Darke, Shanks y Broadbent, 1998: 283). Las entrevistas pueden ser estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas (Baškarada, 2014).

Las *entrevistas estructuradas* implican preguntas predefinidas, con un conjunto limitado de categorías de respuesta. El entrevistador codifica las respuestas según un esquema de codificación ya establecido (Miles y Huberman, 1994). Este tipo de entrevista no encaja fácilmente en estudios de diseño flexibles. Las *entrevistas semiestructuradas*, o entrevistas enfocadas (Dane, 2010), pueden ser más flexibles y permitir que el investigador comprenda mejor la perspectiva de los entrevistados (ver Daymon y Holloway, 2002). En las entrevistas semiestructuradas un investigador puede reenfocar las preguntas o solicitar más información, si surge algo interesante o novedoso. Este tipo de entrevista se usa ampliamente en diseños flexibles y de estrategias múltiples porque el investigador tiene una libertad considerable en la secuencia de preguntas, en su redacción exacta y en la cantidad de tiempo y atención prestada a los diferentes temas (Robson y McCartan, 2016). Las *entrevistas no estructuradas*, por otro lado, no imponen ninguna categoría de respuesta predefinida (Fontana y Frey, 1994). Utilizan preguntas abiertas, lo que permite una mayor flexibilidad. Si bien tales entrevistas son menos eficientes y requieren amplia experiencia del investigador, pueden generar datos ricos y descubrir evidencia sorprendente o inesperada (Baškarada, 2014).

Si bien el enfoque tradicional para el análisis del contenido de los documentos es esencialmente cuantitativo (por ejemplo, midiendo el número y el tipo de varias características presentes en el texto), también es perfectamente factible utilizar el método para el análisis cualitativo de algún tipo de documento basado en un texto (por ejemplo, las conversaciones, las narrativas, las biografías y las historias orales generalmente implican el análisis cualitativo de algún tipo de documento basado en texto) (Robson y McCartan, 2016).

Métodos de análisis de datos

De acuerdo con Yin en el contexto de los estudios de caso, “el análisis de datos consiste en examinar, categorizar, tabular, probar o de otra manera recombinar evidencia para extraer conclusiones empíricas” (2009: 126). Los siguientes métodos se pueden utilizar para analizar la evidencia del estudio de caso: *correspondencia de patrones*, *construcción de explicaciones*, *análisis de series temporales*, *modelos lógicos* y *análisis de casos cruzados*.

La *correspondencia de patrones* es una de las técnicas más deseables, ya que implica la comparación de patrones y/o efectos pronosticados con los que se han observado empíricamente, y la identificación de cualquier variación o brecha (U.S. GAO, 1990). La *construcción de explicaciones* es un tipo especial de coincidencia de patrones que tiene como objetivo analizar los datos del estudio de caso mediante la construcción de una explicación sobre el caso (Yin, 2009). El *análisis de series de tiempo*, que también puede considerarse un tipo de coincidencia de patrones, involucra patrones temporales y puede involucrar técnicas de análisis estadístico (por ejemplo, análisis de regresión). Los *modelos lógicos* son un cruce entre la coincidencia de patrones y el análisis de series de tiempo, en los que se compara una cadena de eventos de causa-efecto prevista con la evidencia observada empíricamente. El *análisis/síntesis de casos cruzados* se aplica a múltiples casos y puede involucrar cualquiera de las técnicas descritas anteriormente (Baškarada, 2014).

Métodos para producir un informe

En general, no existe una forma específica de informar la investigación de estudios de caso que sea aceptada por todos los investigadores. Para

ayudar a los investigadores de estudios de caso a informar, Dul y Hak (2008) sugieren que, si la investigación está orientada a la práctica, el informe debe mencionar las contribuciones e implicaciones del estudio para los profesionales practicantes; y si está orientada a la teoría, el informe debe estar dirigido a los expertos y las implicaciones para la teoría deben ser reportados.

Etnografía

Este capítulo no tiene por objetivo ahondar en el método etnográfico, pero sí busca plantear de manera sintética la importancia de dicho método para el estudio de los procesos de innovación sostenible y transiciones locales. Es por ello por lo que a manera de síntesis se plantean algunos puntos que por sí solos han llevado a grandes reflexiones que de ninguna manera se agotan aquí, pero bosquejarlas nos sirve como una provocación para repensar la manera en que los estudios de la ciencia, la tecnología, la innovación y la sociedad han sido abordados. Por ello sugerimos que para ahondar en este y otros temas tratados en el presente capítulo se pueden revisar los diversos autores citados, ya que todos trazan reflexiones y aportaciones muy valiosas que pueden ser útiles en el proceso de investigación.

La estrategia etnográfica en el contexto de la innovación sostenible y las transiciones locales

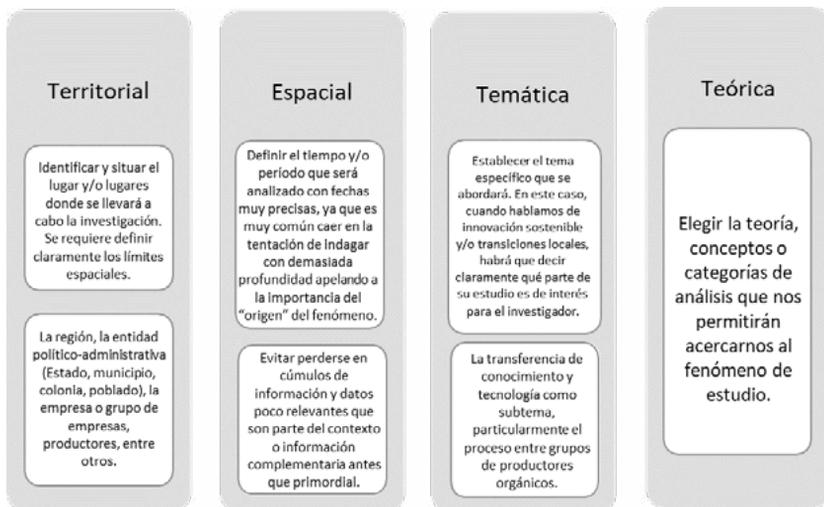
El uso de la etnografía es ampliamente reconocido en muy diversas áreas de las ciencias sociales. Los alcances que puede tener implican un nivel de profundidad que otras técnicas no permiten, ya que logran descubrir la lógica profunda de los sistemas de intercambio y su articulación con otras dimensiones de la vida social (Oehmichen Bazán, 2014). Si bien es un método ampliamente usado por antropólogos, sociólogos y psicólogos, en áreas como la economía ha quedado relegado por los métodos cuantitativos; sin embargo, consideramos que justamente por el tipo de problemas y preguntas que se desprenden para el análisis de la innovación sostenible y las transiciones locales es que su uso puede ser muy importante.

Tal y como lo plantea Oehmichen Bazán (2014), la etnografía presenta retos muy relevantes en la actualidad, por ejemplo, la articulación de las problemáticas globales y las demandas locales; y es justamente en este desafío que consideramos que se enlaza con las preocupaciones de la sostenibilidad, ya que, sin duda, no podemos pensar los procesos productivos y tecnológicos desvinculados de actores como la comunidad, la región, las jerarquías, las estructuras de poder, el simbolismo, etc. Por lo tanto, la importancia del método etnográfico radica en la capacidad de este para situar al sujeto en su contexto y cultura (idem), partiendo del hecho de que la *tecnología* más que artefacto es una *construcción social* resultado de complejos procesos sociales, políticos y económicos que implican tensiones, enfrentamientos y negociaciones entre muy diversos actores (Pinch, 2015). Como se mencionó, la tecnología no es solo un artefacto o un bien tangible; la tecnología es un entramado de relaciones sociales y técnicas que transmiten significados, que portan símbolos y que tienen una función en particular. Es resultado de relaciones sociales y su interacción con el medio ambiente, al mismo tiempo que este modifica dichas relaciones sociales. La tecnología, al igual que el conocimiento, es *input* y *output*. Y es justamente por ello que planteamos que es necesario retomar elementos de la etnografía para poder situar en un contexto mucho más amplio y diverso el proceso tecnológico y de la innovación.

Coordenadas metodológicas básicas

Existe una gran diversidad de trabajos sobre el método etnográfico; pero para los fines de este capítulo retomaremos la propuesta de Durand (2014) que establece cuatro coordenadas metodológicas: *territorial*, *temporal*, *temática* y *teórica*. Antes de exponer cada una de ellas, es necesario mencionar que el primer paso en el proceso de investigación etnográfica implica establecer claramente la pregunta de investigación e hipótesis; además del sujeto de la investigación. Ello permitirá establecer las coordenadas correspondientes de mejor manera.

A continuación, se sintetizan las coordenadas metodológicas básicas para la realización de una etnografía, las cuales están basadas en el trabajo de Durand:



Fuente: elaboración propia según Durand (2014)

En el método etnográfico existen más elementos que nos permiten abordar las preguntas de investigación que desde la innovación sostenible y las transiciones locales se formulan. Es importante mencionar que el trabajo etnográfico implica fundamentalmente la presencia del investigador, ya sea a través de la observación participante y la realización de entrevistas, las cuales pueden ser estructuradas, semiestructuradas o abiertas; ello dependerá del problema planteado y de las necesidades de información. También puede ser a través del trabajo de grupo de enfoque, talleres con preguntas abiertas, lluvia de ideas, conversatorios, entre otros; siendo estas últimas alternativas recomendables cuando se trabaja con grupos grandes como los de los productores agrícolas o con organizaciones sociales diversas.

Cabe mencionar que otro elemento central del trabajo de campo es la identificación de los *informantes clave*, ya que en ocasiones el investigador cuenta previamente con datos de la o las personas con las que será necesario hablar, pero en el caso de que no sea así, un primer acercamiento exploratorio será útil para poder identificar a dichos personajes. En el caso del análisis de los procesos tecnológicos y/o de innovación, el informante clave puede variar y será definido en función de las necesidades de la investigación, ya que puede ser tanto el productor como el usuario de la tecnología y la innovación.

Otro factor sumamente relevante es el *registro del trabajo de campo*, ya que el trabajo etnográfico requiere de exhaustividad en diversos aspectos: a nivel visual se puede recurrir, en caso de ser posible, al registro fotográfico o al video. De forma auditiva la grabación de las entrevistas, pláticas y reuniones es altamente recomendable. Así como el uso del diario de campo, el cual nos permite llevar apuntes puntuales y detallados, no solamente de las cosas que se investigan, sino también del contexto. Lo anterior significa tomar notas de lo que se observa y más importante aún, de lo que se percibe. En términos prácticos se sugiere que diariamente se realicen anotaciones de la jornada, descripciones de las personas que participaron y en la medida de lo posible se planteen esquemas o diagramas que permitan ir conectando evidencia y estableciendo conexiones, nuevas preguntas o flujos hacia nuevos actores relevantes. Llevar dicho registro puntual permitirá sistematizar la información y retomar elementos a futuro que en ocasiones se consideran irrelevantes o que se pueden pasar por alto. Recuérdese que una de las virtudes de hacer etnografía es justamente poder captar más allá de lo que los sujetos expresan a través de las entrevistas tradicionales, lo que implica poner atención en lo que no se verbaliza mediante la observación de las interacciones, las relaciones y los gestos, entre otras acciones.

Como puede observarse, el método etnográfico es complementario con los estudios de caso y no se plantean como estrategias excluyentes, ya que se considera que la propuesta de “diseño flexible” puede ser lo suficientemente plástica para hacer uso de ambos métodos.

Información o datos requeridos para la aplicación del método en CTIS

Uno de los principales problemas que se enfrenta al realizar investigación relacionada con la ciencia, tecnología, innovación y sociedad, en temas como la innovación sostenible y las transiciones locales, es la falta de datos sistemáticos. A diferencia de los países desarrollados, en los países latinoamericanos se adolece de mecanismos de recolección de información que permitan un análisis riguroso de los temas mencionados y algunos otros más. Es por ello por lo que en la mayoría de las ocasiones es necesario construir dicha información a partir de diversas estrategias metodológicas, como las que se han planteado en este capítulo. Sin embargo, es importante destacar que, si bien hay un nivel particular que requiere de la realización de estudios de caso y de la etnografía, hay otro

nivel de información que denominamos de “contexto” al cual puede accederse mediante distintas fuentes de información.

En el caso de los estudios sobre transición hacia el desarrollo sostenible de comunidades locales de Latinoamérica se sugiere una batería básica de información que permita identificar variables socioeconómicas, educativas, medio ambientales y en ciencia, tecnología e innovación. En los siguientes apartados se presenta una selección de fuentes para algunos países latinoamericanos, una discusión de los limitantes que presenta su uso y finalmente algunas sugerencias alternativas en caso de no contar con dicha información.

Tipos de fuentes de información disponibles

Sumado a la generación propia de la información y los datos, se puede recurrir a diversas fuentes disponibles que en la mayoría de los casos se encuentran a través de Secretarías, Ministerios, Consejos y otras oficinas públicas. Si bien cada fenómeno que se investiga tiene particularidades y por tanto demanda cosas muy específicas, se considera que en general para analizar temas de innovación sostenible y transiciones locales se requiere de información contextual que puede ser usada en dos momentos. El primero de ellos es en el proceso de planeación de la investigación y sirve para contextualizar el fenómeno de estudio. Mientras que el segundo momento es durante el análisis, ya que permite establecer conexiones y explicaciones a distintos niveles. Por ejemplo, si se está trabajando una región o localidad donde se identifica que el tema migratorio es relevante, se pueden recurrir a datos agregados en el nivel meso en las estadísticas nacionales y observar la importancia de dicho fenómeno en un contexto más amplio y establecer posibles respuestas o conexiones con el fenómeno de estudio que se esté tratando.

En el caso de los estudios sobre innovación sostenible y transiciones locales se sugiere considerar para el contexto información proveniente de los informes y estadísticas sobre: ciencia, tecnología e innovación y economía, a muy diversos niveles y dependiendo del fenómeno de estudio ya que en ocasiones será suficiente contar con datos a nivel nacional o estatal, pero en otros se requerirá de desagregaciones hasta municipios o localidades.

A continuación, se presenta el ejemplo para México, de manera resumida y no exhaustiva, de algunas de las fuentes de información que

pueden ser utilizadas para el análisis de los procesos de innovación sostenible y transiciones locales. Es importante mencionar que no en todos los países se puede recurrir al mismo tipo de datos, ya que en ocasiones se cuenta con mayor disponibilidad en cantidad y frecuencia.¹

Cuadro 4. Sistemas de información disponibles para la elaboración del contexto en América Latina

| | |
|--|---|
| Observatorios de ciencia, tecnología e innovación | RICYT (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología): http://www.ricyt.org/2010/07/porpais/ |
| | OVTT UA (Observatorio Tecnológico de la Universidad de Alicante): https://www.ovtt.org/recursos/sistemas-nacionales-de-informacion-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion/ |
| Observatorios de educación | SITEAL (Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina): https://siteal.iiep.unesco.org/ |
| | OLPE (Observatorio Latinoamericano de Política Educativa): https://observatorioeducacion.org/ |
| Observatorio económico | OBELA (Observatorio Económico Latinoamericano): http://www.obela.org/ |
| Observatorio geopolítico | OLAG (Observatorio Latinoamericano de Geopolítica): http://geopolitica.iiec.unam.mx/ |
| Observatorio de covid | Observatorio COVID-19 en América Latina y el Caribe: https://www.cepal.org/es/temas/covid-19 |
| Otros enlaces importantes | CEPALSTAT (Bases de Datos y Publicaciones Estadísticas): https://estadisticas.cepal.org/cepalstat/Portada.html |
| | Grupo Banco Mundial (Datos de libre acceso del Banco Mundial): https://datos.bancomundial.org/ |
| | FAOSTAT (FAO Datos): http://www.fao.org/faostat/es/#data |
| | OLCA (Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales): http://olca.cl/oca/index.php |

Fuente: elaboración propia

¹ Para consultar enlaces a los sistemas de información de algunos países seleccionados de América Latina, revisar el anexo al final del capítulo.

Limitaciones y alcances del tipo de información recabada y disponible

Además de identificar la información útil para el diseño flexible a nivel del contexto, en el proceso de investigación a través de los estudios de caso y la etnografía también es necesario evaluar el tipo y la calidad de los datos que se obtienen. Como se ha expuesto previamente, las virtudes del trabajo cualitativo se expresan en el nivel de profundidad al cual se puede llegar. Sin embargo, es necesario hacer explícito que también existen limitantes. Dado que este tipo de proceso de investigación se basa en el contacto directo con el objeto de estudio, es necesario tener mecanismos de validación de la información recabada. Por ello se recomiendan tres cosas: 1) al elaborar la guía de entrevista se sugiere tener un par de *preguntas de control*, lo que significa preguntar un par de veces lo mismo, pero de distinta manera, lo cual permite al investigador verificar ciertas respuestas; 2) *triangular* datos de alguna pregunta o batería de preguntas con distintas personas, las cuales pueden versar sobre un mismo hecho o tema y 3) en la medida de lo posible evaluar la coherencia de datos y fechas con fenómenos del contexto socioeconómico.

Otra limitación del tipo de información recabada es la forma en la cual se procede a su análisis. Dado que en muchas ocasiones las entrevistas tienen elementos de subjetividad, impresiones y emociones, el investigador no está exento de ello a la hora de recabarla y procesarla, es por ello por lo que se puede recurrir a diversas herramientas *ex ante* y *ex post*. *A priori* se recomienda establecer una matriz que permita plantear claramente la relación entre las preguntas, el o los objetivos, conceptos y teorías y el trabajo de campo. Además, es deseable hacer un trabajo de separación entre opiniones, juicios y hechos. Esto permitirá tener una guía más precisa en el análisis posterior, el cual puede complementarse con el uso de algún software de análisis cualitativo, en caso de que sea necesario y se considere oportuno.

En el caso de la información de contexto vale la pena señalar que sus limitaciones y alcances dependen en gran medida de su disponibilidad. En algunos casos, los datos recabados cuentan con cierta periodicidad, pero en otros, por ejemplo, en el caso de algunas encuestas nacionales, sectoriales y/o regionales solo se recaban una vez o un par de veces de forma no continua. Además de lo anterior, es posible que no se encuentre información y datos precisos para lo que se está buscando, para ello pueden utilizarse variables aproximadas y especificar en el análisis cómo es el uso que se le está dando.

Finalmente, está el problema de la generalización cuando se hace uso de los diseños flexibles: estudios de caso y etnografía. Se entiende aquí la generalización como *la posibilidad de extrapolar conclusiones obtenidas en el análisis de un caso hacia fuera del caso analizado*. Si bien no es el objetivo del capítulo presentar una amplia reflexión sobre el tema, se esbozan una serie de argumentos basados en el trabajo de Giménez y Héau Lambert quienes plantean que: las generalizaciones no pueden revestir la forma de enunciados estrictamente universales, debido a la historicidad inherente a los hechos sociales (2014: 352). Lo que significa que las ciencias sociales producen un “saber histórico y socialmente situado”. En particular, ante las características que presentan los estudios de caso, se puede llegar a la “generalización clínica” a partir de la profundización de un caso o de un número reducido de casos (ídem).

De acuerdo con Giménez y Héau Lambert, la elección metodológica de los estudios de caso frente a la posibilidad de generalización se puede basar en: a) el interés del conocimiento, lo que significa la ilustración intensiva y profunda de un solo caso, dado que es un fenómeno singular, raro y particular, por lo tanto, solo es de interés concentrarse en ello; b) desarrollar una teoría que pueda ser extendida a otros casos, o lo que Yin (2009) denomina como “generalización analítica”; c) los casos típicos, los cuales representan oportunidades de generalización debido a sus similitudes con otros casos, por lo que se presume homogeneidad; d) identificación de “casos críticos”, los cuales tienen importancia estratégica con relación a una problemática general y e) presencia de “casos paradigmáticos o prototípicos”, lo que implica que muestran características o atributos relevantes que permiten identificar regularidades de todo un universo de casos.

Sugerencias de fuentes de información alternativas

Las fuentes alternativas de información también se encuentran en función del problema de investigación que se trabaje. Sin embargo, en la actualidad puede hacerse uso de las herramientas digitales para allegarse de información y datos relevantes. Es por eso por lo que aquí se sugiere como alternativa complementaria el uso de *etnografía digital*, la cual puede aplicarse de diversas maneras. Aquí solo se mencionan algunas formas, pero justamente la propuesta de diseño flexible se basa en la plasticidad metodológica, por lo tanto, también requiere de la

imaginación del investigador para plantear alternativas. La etnografía digital, por lo tanto, permite el uso de ciberespacios como los blogs, los chats y las redes sociales para analizar el comportamiento de las personas en ambientes específicos online. Esto también permite categorizar datos, imágenes y opiniones, entre otros. Por ejemplo, en el caso del estudio de comunidades o localidades territorialmente delimitadas puede usarse la etnografía tradicional, sin embargo, pueden mezclarse ambas (tradicional y digital) en el caso de que haya poblaciones móviles (migración) o sujetos importantes en la toma de decisiones que físicamente no estén presentes. Asambleas, tráfico de información online, las redes, etc., pueden seguirse a través de este mecanismo y complementar las fuentes tradicionales. Se sugiere que para mayor información sobre este tema se revisen los trabajos de Hine (1994), Kotzinets (1998), Murthy (2008), Ardèvol y Lanzeni (2014) y Di Prospero (2017), entre otros, para esclarecer y puntualizar su uso y aplicación.

Ejemplo de consideraciones y adaptaciones sugeridas para el uso del método en problemas de investigación de CTIS en América Latina

En este apartado se presentan mediante un ejemplo práctico las consideraciones y adaptaciones necesarias para la utilización del método de estudios de caso en el análisis de procesos de innovación dedicada a la transición hacia el desarrollo sostenible de comunidades locales de Latinoamérica.

Como se ha expuesto a lo largo de este capítulo, uno de los pasos primordiales en la identificación de los métodos de investigación de un problema de CTIS es la definición del propósito de estudio y las preguntas de investigación que se pretenden abordar en el estudio.

Para la delimitación de la(s) pregunta(s) de investigación hemos utilizado el método propuesto por Alvesson y Sandberg (2013) sobre la detección de huecos en la literatura. A pesar de que en América Latina los métodos fijos y flexibles han sido ampliamente usados para analizar los procesos de CTIS, el estudio de los procesos de innovación dedicada a la transición hacia el desarrollo sostenible de comunidades locales de Latinoamérica, el cual constituye el *propósito de nuestra investigación*, ha sido relativamente poco estudiado.

Nuestro marco de referencia teórico se basa en el trabajo seminal de Schumpeter, quien es visto generalmente como el fundador de la teoría

moderna de la innovación, que comprende paradigmas tecnológicos (Dosi); comercio internacional (Pavitt y Soete); olas largas (Pérez y Freeman); estudios sectoriales y tecnológicos comparativos (SPRU y Nelson en Estados Unidos); obra histórica (Rosenberg y David); sistemas de innovación en el sur (Furtado); sistemas de innovación en países pequeños (Aalborg); cambio técnico y teoría económica (Lundvall).

La investigación moderna sobre innovación identifica la innovación como un proceso colectivo y acumulativo (Freeman, 1987; Lundvall, 1988; Pyka, 1999; Pyka y Scharnhorst, 2009; Hartmann y Arata, 2011). Según esta teoría, las innovaciones no son el resultado de causalidades simples y lineales, sino que son el resultado de interacciones complejas y múltiples con una variedad de actores y su entorno, conocido como el “sistema de innovación” (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Edquist, 1997; Lundsgaarde, 2012). Los llamados sistemas de innovación constan de diferentes actores (empresas, instituciones de investigación, actores políticos, consumidores, etc.) y vínculos entre estos actores (flujos de bienes, cooperaciones de I+D, transferencia de conocimiento, relaciones entre usuarios y productores, etc.) (Pyka, 2017a).

La teoría de sistemas de innovación provee un marco analítico alternativo a la economía clásica cuando se trata de explicar la competitividad, el crecimiento económico y el desarrollo. Sin embargo, encontramos limitantes al querer estudiar los procesos de innovación que involucran otras formas de conocimiento que van más allá de la ciencia y tecnología (CyT), y que pueden hacer contribuciones a los objetivos de desarrollo y sostenibilidad (Arond *et al.*, 2011).

Existen varios enfoques teóricos que relacionan los sistemas de innovación con gobernanza para las transiciones, por ejemplo, política de innovación transformadora (Schot *et al.*, 2017); previsión de sistemas de innovación (Andersen, A. y Andersen, P., 2014); el Estado emprendedor verde (Mazzucato, 2015); política industrial verde (Rodrik, 2014); sistema de innovación inclusiva (Andersen, A. y Johnson, 2015); sistemas de innovación para incluir derechos humanos en los tres criterios (HRB-TBL, por sus siglas en inglés: Human Rights-Based Triple Bottom Line); sistemas de innovación reflexiva (Lindner *et al.*, 2016); marcos desarrollados sobre la base de la investigación de transiciones; innovación responsable (RI, por sus siglas en inglés) (von Schomberg, 2013); sin embargo, se requiere una teoría más integrada y enfoques prácticos que consideren la direccionalidad, legitimidad y responsabilidad de manera holística (Schlaile *et al.*, 2017).

Otros estudios que contribuyen al desarrollo de la literatura sobre innovación inclusiva incluyen los desarrollados por académicos como Chataway *et al.* (2013), Cozzens y Sutz (2014), Foster y Heeks (2015), Papaioannou (2014), Sengupta (2016), Lundvall *et al.* (2009); que analizan la participación de los actores de bajos ingresos en los procesos de innovación y la acción colectiva, la orientación de los sistemas formales de innovación hacia los pobres, los principios políticos de equidad y participación y el fortalecimiento de las instituciones como estrategias para procesos de innovación más inclusivos. En la región de América Latina, Arond *et al.* (2011), Fressoli *et al.* (2013), Thomas *et al.* (2012), Arocena y Sutz (2014), Dutrénit y Sutz, (2014) afirman que la reducción de las desigualdades sociales a través de la innovación no puede suceder sin una toma de decisiones participativa, la participación de la sociedad civil y los grupos tradicionalmente excluidos, la democratización del conocimiento y el diseño tanto de políticas de innovación como de políticas sociales (Harman, 2017).

A pesar de que en América Latina los métodos fijos y flexibles han sido ampliamente usados para explicar los procesos de CTIS, el estudio de los procesos de innovación dedicados a la transición hacia el desarrollo sostenible de comunidades locales de Latinoamérica, el cual constituye el *propósito de nuestra investigación*, ha sido relativamente poco estudiado.

Uno de los grandes “huecos” encontrados en la literatura es el referente al estudio de los llamados *sistemas de innovación sostenibles* (Segura-Bonilla, 1999, 2003) o los sistemas de innovación orientados a la sostenibilidad (Altenburg y Pegels, 2012; Stamm *et al.*, 2009), que en general permanecen centrados en la innovación tecnológica con el objetivo de proteger el medio ambiente (Schlaile *et al.*, 2017); mientras que otros aspectos, “como la reorientación de las prácticas de los usuarios, las relaciones de poder, la estructura reguladora, la mentalidad y los discursos públicos, siguen sin abordarse” (Truffer, 2015: 65).

Particularmente, en el contexto de América Latina, existe un gran hueco en el *estudio de la gobernanza de las transiciones*, es decir, en la aplicación de enfoques que se relacionan con la dirección, la coordinación y la direccionalidad a nivel del sistema con una orientación normativa general hacia el desarrollo sostenible (Geels 2018; Patterson *et al.*, 2017). A pesar de que varios marcos teóricos se han utilizado para analizar, teorizar y comprender las transiciones (por ejemplo, la teoría de transiciones sociotécnicas; transiciones socioinstitucionales y socioeconómicas; transiciones socioecológicas); en América Latina existen pocos estudios que

analizan la(s) manera(s) de inducir el cambio en sistemas de innovación local para la transición hacia el desarrollo sostenible.

Hasta ahora, los desafíos de sostenibilidad en América Latina solo se han abordado esporádicamente en la investigación de transiciones (Loorbach, Frantzeskaki y Avelino, 2017; Ramos-Mejía, Franco-García y Jauregui-Becker, 2018), aunque la urgencia y la gravedad de los problemas son enormes. Además, se detecta que en el estudio de las transiciones hacia sistemas de innovación sostenibles existe un enfoque en la dimensión ambiental, mientras que para lograr cambios sistémicos otras dimensiones deberían ser investigadas, por ejemplo, la económica, institucional, cultural, organizacional, etc. (Schlaile, *et al.*, 2017).

En base a este análisis hemos identificado la necesidad de realizar más investigación sobre los procesos de innovación dedicada a la transición hacia el desarrollo sostenible en América Latina, especialmente buscamos explorar las siguientes *preguntas de investigación*:

1. ¿Cómo pueden incorporar los *sistemas de innovación dedicada* (DIS) la direccionalidad necesaria para lograr transiciones hacia el desarrollo sostenible en América Latina?
2. ¿Cómo los elementos participativos de DIS (de *innovación inclusiva*) pueden fomentarse y gobernarse dentro de las comunidades de América Latina que buscan la transición hacia el desarrollo sostenible?
3. ¿Cuáles son las particularidades geográficas y culturales de los DIS estudiados y qué elementos son universales?
4. ¿Cuáles son las características de los actores dedicados a impulsar las transiciones hacia el desarrollo sostenible en América Latina?

Puesto que las preguntas que inician con “cómo” generalmente indican un diseño flexible (Robson y McCartan, 2016), y el estudio de caso es una estrategia útil cuando el “contexto” es muy importante y el tema a investigar es altamente complejo y no hay mucha teoría disponible (Dul y Hak, 2008); se considera que la estrategia más apropiada para llevar a cabo nuestra investigación es el estudio de caso. El principal objetivo de los estudios de caso seleccionados será apoyar en el desarrollo de teorías sobre los sistemas de innovación dedicada (DIS) en el contexto de las transiciones sostenibles en América Latina.

Se seleccionaron cinco casos de estudio como satisfactorios para una réplica teórica y se utilizaron entrevistas semiestructuradas y la observación participativa como métodos de recolección de datos.

Recomendaciones para futuras aplicaciones

El objetivo del presente capítulo ha sido proponer el uso del diseño flexible metodológico en el estudio de problemas de ciencia, tecnología, innovación y sociedad en América Latina de manera general, y en particular en fenómenos relacionados con procesos de innovación dedicada a la transición hacia el desarrollo sostenible de comunidades locales de Latinoamérica. A través del uso de dos estrategias investigación primordialmente: estudios de caso y estudios etnográficos. Ello implicó presentar las características de ambas metodologías, con la finalidad de que los lectores identifiquen los elementos básicos que implican su uso en el abordaje de temas de CTIS.

Sin duda, este capítulo no es un análisis exhaustivo, pero sí muestra una guía básica orientadora para el proceso de investigación. Los retos que se enfrentan al estudiar procesos y dinámicas de ciencia, tecnología, innovación y sociedad en temas como la transición hacia el desarrollo sostenible en comunidades locales son muchos y como se ha mencionado previamente requieren en la mayoría de los casos de la construcción de información, es por eso que se propone como una opción el diseño flexible, el cual permite adaptarse a las condiciones de cada fenómeno de estudio. Dadas las características de la propuesta esbozada, se considera que existen nuevas estrategias que pueden complementar el diseño flexible, por ejemplo, la etnografía digital. Pero ello dependerá de la imaginación del investigador y de la capacidad para integrar coherentemente estrategias y herramientas para lograr así mejores explicaciones de la realidad.

Bibliografía

Altenburg, T. y Pegels, A. (2012). "Sustainability-oriented innovation systems. Managing the green transformation". *Innovation and Development*, vol. 2, n° 1.

- Alvesson, M. y Sandberg, J. (2013). *Constructing Research Questions: Doing Interesting Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE. DOI: <https://doi.org/10.4135/9781446270035>.
- Andersen, A. D. y Andersen, P. D. (2014). "Innovation system foresight". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 88, pp. 276-286.
- Andersen, A. D. y Johnson, B. (2015). "Low-carbon development and inclusive innovation systems". *Innovation and Development*, vol. 5, n° 2, pp. 279-296.
- Ardèvol, E. y Lanzeni, D. (2014). "Visualidades y materialidades de lo digital: caminos desde la antropología". *Anthropologica*, vol. 32, n° 33, pp. 11-38.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2014). "Innovation and democratization of knowledge as a contribution to inclusive development". En Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development* (pp. 15-33). UK: Edward Elgar.
- Aron, E.; Rodríguez, I.; Arza, V.; Herrera, F., y Sánchez, M. (2011). *Innovation, sustainability, development and social inclusion: Lessons from Latin America*. Brighton: STEPS Centre.
- Baškarada, S. (2014). "Qualitative Case Study Guidelines". *Defence Science and Technology Organisation*, vol. 19, n° 40, pp. 1-18.
- Bryman, A. (2006). "Integrating quantitative and qualitative research: how is it done?". *SAGE journals*, vol. 6, n° 1.
- Chataway, J., Hanlin, R. y Kaplinsky, R. (2013). "Inclusive innovation: an architecture for policy development". *Innovation and Development Taylor & Francis Journals*, vol. 4, n° 1, 33-54.
- Cozzens, S. y Sutz, J. (2014). "Innovation in informal settings: Reflections and proposals for a research agenda". *Innovation and Development*, vol. 4, n° 1, 5-31.
- Dane, F. C. (2010). *Evaluating Research: Methodology for People Who Need to Read Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Darke, P.; Shanks, G. y Broadbent, M. (1998). "Successfully completing case study research: Combining rigour, relevance and pragmatism". *Information Systems Journal*, vol. 8, n° 4, pp. 273-289.

- Daymon, C. y Holloway, I. (2002). *Qualitative Research Methods in Public Relations and Marketing Communications*. London/New York: Routledge.
- Di Prospero, C. (2017) “Antropología de lo digital: Construcción del campo etnográfico en co-presencia”. *Virtualis*, vol. 8, n° 15, pp. 44-60.
- Dul, J. y Hak, T. (2008). *Case Study Methodology in Business Research*. London/ New York: Routledge.
- Durand, J. (2014). “Coordenadas metodológicas. De cómo armar el rompecabezas”. En Oehmichen Bazán, C. (ed.), *La etnografía y el trabajo de campo en las ciencias sociales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.) (2014). *National innovation systems, social inclusion and development: The Latin American experience*. UK: Edward Elgar Publishing.
- Ebneyamini, S. y Moghadam, M. (2018). “Toward Developing a Framework for Conducting Case Study Research”. *International Journal of Qualitative Methods*, vol. 17, n° 1.
- Edquist, C. (ed.) (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter/Cassell Academic.
- Fontana, A. y Frey, J. H. (1994). “Interviewing: The art of science”. En Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Foster, C. y Heeks, R. (2015). “Policies to support inclusive innovation”. *Development Informatics Working Paper*, vol. 61.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Fressoli, M.; Garrido, S.; Picabea, F.; Lalouf, A. y Fenoglio, V. (2013). “Cuando las transferencias tecnológicas fracasan. Aprendizajes y limitaciones en la construcción de Tecnologías para la Inclusión Social”. *Universitas humanística*, vol. 76, 73-95.
- Galloway, D.; Armstrong, D., y Tomlinson, S. (1994). *The Assessment of Special Educational Needs. Whose Problem?* Harlow: Longman.
- Geels, F. W. (2018). “Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions re-

- search and the Multi-Level Perspective”. *Energy Research & Social Science*, vol. 37, 224-231.
- Giménez, G. y Héau Lambert, C. M. (2014). “El problema de la generalización en los estudios de caso”. En Oehmichen Bazán, C. (ed.), *La etnografía y el trabajo de campo en las ciencias sociales*. México: UNAM.
- Handfield, R. B. y Melnyk, S. A. (1998). “The scientific theory-building process: A primer using the case of TQM”. *Journal of Operations Management*, vol. 16, n° 4, pp. 321-339.
- Harman, U. (2017). *Inclusive Innovation in Rural Communities: Three Case Studies of Rural Electrification in Peru*. Queensland, Australia: University of Queensland.
- Hartmann, D. y Arata, A. (2011). “Measuring social capital and innovation in poor agricultural communities. The case of Cháparra – Peru”. FZID Discussion Paper, vol. 30, n° 34.
- Hine, C. (1994). “Virtual ethnography”. *3th International Conference on Public Communication of Science and Technology*. Montreal, Canada.
- Hyett, N.; Kenny, A. y Dickson-Swift, V. (2014). “Methodology or method? A critical review of qualitative case study reports”. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, vol. 9, n° 1.
- Johansson, R. (2003). “Case study methodology”. *Open House International*, vol. 32, n° 3, pp. 48-54.
- Krüger, D.; Schröder, A.; Kapoor, K.; Weerakkody, V. y Weber, M. (2018). *Methodology: Guidelines for defining and describing social innovations*. UE: Technische Universität Dortmund (TUDO).
- Kozinets, R. (1998). “On Netnography: Initial Reflections on Consumer Research Investigations of Cyberculture”. *Advances in Consumer Research*, vol. 25, n° 1, pp. 366-371.
- Kuhn, T. S. (2012). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University Chicago Press.
- Kuzel, A. J. (1999). “Sampling in Qualitative Inquiry”. En Miller, B. F., *Doing Qualitative Research*, pp. 33-45. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Lindner, R.; Daimer, S.; Beckert, B.; Heyen, N.; Koehler, J.; Teufel, B.; Warnke, P. y Wydra, S. (2016). “Addressing Directionality: Orientation Failure and the Systems of Innovation Heuristic. Towards Reflexive

Governance". *Fraunhofer ISI Discussion Papers - Innovation Systems and Policy Analysis*, n°. 52.

- Loorbach, D.; Frantzeskaki, N. y Avelino, F. (2017). "Sustainability Transitions Research: Transforming Science and Practice for Societal Change". *Annual Review of Environmental Resources*, vol. 42.
- Lundsgaarde, E. (2012). *The Domestic Politics of Foreign Aid*. Londres: Routledge.
- Lundvall, B.-Å. (1988), "Innovation as an Interactive Process: User-Producer Interaction to the National System of Innovation". En Dosi, G. (ed.), *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter.
- _____ (1992). *National Systems of Innovation Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Lundvall, B.-Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (2009). *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*. UK: Edward Elgar.
- Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Mazzucato, M. (2015). "The Green Entrepreneurial State". En Leach, M.; Newell, P. y Scoones, I. (eds.), *The Politics of Green Transformations*, pp. 134-152. London, UK: Earthscan.
- Meredith, J. (1998). "Building operations management theory through case and field research". *Journal of Operations Management*, vol. 16, n° 4, pp. 441-454.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education*. Revised and Expanded from "Case Study Research in Education". Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Miles, M. B. y Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Miles, M. B.; Huberman, A. M. y Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis. A methods source book*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Murthy, D. (2008). "Digital Ethnography: An Examination of the Use of New Technologies for Social Research". *Sociology*, vol. 42, n° 5, pp. 837-855.
- Myers, M. D. (1997). "Qualitative research in information systems". *Management Information Systems Quarterly*, vol. 21, n° 1, 241-242.

- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Oehmichen Bazán, C. (ed.) (2014). *La etnografía y el trabajo de campo en las ciencias sociales*. México: UNAM.
- Papaoiouannou, T. (2014). “How inclusive can innovation and development be in the twenty-first century?”. *Innovation and Development, Taylor & Francis Journals*, vol. 4, n° 2, 187-202.
- Parlett, M. R. y Hamilton, D. (1976). “Evaluation as illumination: A new approach to the study of innovatory programs”. Scotland: Centre for Research in the Educational Sciences - Edinburgh University.
- Patterson, J.; Schulz, K.; Vervoort, J.; van der Hel, S.; Widerberg, O.; Adler, C.; Hurlbert, M.; Anderton, K.; Sethi, M. y Barau, A. (2017). “Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability”. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol. 24, 1-16.
- Patton, M. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Pinch, T. (2015). “La construcción social de la tecnología: una revisión”. En Díaz Cruz, R. y Santos Corral, M., *Innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas perspectivas teóricas*. México: FCE.
- Pyka, A. (1999). “Innovation Networks in Economics. From the Incentive-based to the Knowledge-based Approaches”. *SEIN-Working Paper*, vol. 1.
- _____ (2017a). “Dedicated innovation systems to support the transformation towards sustainability: creating income opportunities and employment in the knowledge-based digital bioeconomy”. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 3, n° 27.
- _____ (2017b). “Strategies for knowledge-driven developments in the bioeconomy. An international and interdisciplinary perspective”. En Dabbert, S.; Lewandowski, I.; Pyka, A. y Weiss, J. (eds.), *Knowledge-Driven Developments in the Bioeconomy: Technological and Economic Perspectives*. New York: Springer.
- Pyka, A. y Scharnhorst, A. (eds.) (2009). “Innovation networks: new approaches in modelling and analyzing”. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 13, n° 1.

- Reichardt, C. S. y Rallis, S. F. (1994). "The qualitative-quantitative debate: New perspectives". *New directions for program evaluation*, vol. 61, 1-98.
- Ramos-Mejía, M.; Franco-García, M. L. y Jauregui-Becker, J. M. (2018). "Sustainability transitions in the developing world: Challenges of sociotechnical transformations unfolding in contexts of poverty". *Environmental Science & Policy*, vol. 84.
- Robson, C. y McCartan, K. (2016). *Real World Research*. London: John Wiley.
- Rodrik, D. (2014). "Green industrial policy". *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 30, n° 3, pp. 469-491.
- Schlaile, M. P.; Klein, K. y Böck, W. (2016). "From bounded morality to consumer social responsibility: A transdisciplinary approach to socially responsible consumption and its obstacles". *Journal of Business Ethics*, vol. 149, pp. 561-588.
- Schlaile, M. P.; Urmetzer, S.; Blok, V.; Dahl Andersen, A.; Timmermans, J.; Mueller, M.; Fagerberg, J. y Pyka, A. (2017). "Innovation Systems for Transformations towards Sustainability? Taking the Normative Dimension Seriously". *Sustainability*, vol. 9, n° 12.
- Schot, J.; Daniels, C.; Torrens, J. y Bloomfield, G. (2017). *Developing a Shared Understanding of Transformative. TIPC Research Brief*. Transformative Innovation Policy Consortium (TIPC). Disponible en: <http://www.tipconsortium.net/publication/developing-a-shared-understanding-of-transformative-innovation-policy/>.
- Seawright, J. y Gerring, J. (2008). "Case Selection Techniques in Case Study Research: A Menu of Qualitative and Quantitative Options". *Political Research Quarterly*, vol. 61, n° 2, pp. 294-308.
- Segura-Bonilla, O. (1999). *Sustainable Systems of Innovation: The Forest Sector in Central America*. Tesis de doctorado. Denmark, Aalborg University.
- _____ (2003). "Competitiveness, systems of innovation and the learning economy: The forest sector in Costa Rica". *Forest Policy and Economics*, vol. 5, n° 4, pp. 373-384.
- Sengupta, P. (2016). "How Effective Is Inclusive Innovation without Participation?". *Geoforum*, vol. 75, 12-15.
- Shakir, M. (2002). "The selection of case studies: Strategies and their applications to IS implementation cases studies". *Research Letters in the Information and Mathematical Sciences*, vol. 3, pp. 69-77.

- Sinkovics, R. R. y Alfoldi, E. A. (2012). "Progressive Focusing and Trustworthiness in Qualitative Research". *Management International Review*, vol. 52, n° 6, pp. 817-845.
- Slaper, T. F. y Hall, T. J. (2011). "The Triple Bottom Line: What is it and how does it work?". *IBR. Indiana Business Review*, vol. 86, n° 1, pp. 14-8.
- Southerton, D. y Ulph, A. (eds.) (2014). *Sustainable Consumption: Multi-Disciplinary Perspectives in Honour of Professor Sir Partha Dasgupta*. Oxford: Oxford University Press.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Stamm, A.; Dantas, E.; Fischer, D.; Ganguly, S. y Rennkamp, B. (2009). *Sustainability-Oriented Innovation Systems: Towards Decoupling Economic Growth from Environmental Pressures?* Bonn: Deutsches Institut für Entwicklungspolitik.
- Thomas, H.; Fressoli, M. y Becerra, L. (2012). "Science and technology policy and social ex/inclusion: Analyzing opportunities and constraints in Brazil and Argentina". *Science and Public Policy*, vol. 39, n° 5, 579-591.
- Truffer, B. (2015). "Challenges for Technological Innovation Systems research: Introduction to a debate". *Environmental Innovation and Societal Transitions*, vol. 16, pp. 65-66.
- U.S. Government Accountability Office (U.S. GAO) (1990). *Case study evaluations*.
- von Schomberg, R. (2013). "A vision of responsible research and innovation". En Bessant, J.; Heintz, M. y Owen, R. (eds.), *Responsible Innovation*. London: John Wiley.
- Yin, R. K. (2014 [2009] [2003] [1994]). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Zainal, Z. (2007). "Case study as a research method". *Jurnal kemanusiaan*, vol. 5, n° 1.

Anexo. Indicadores a nivel de país

| | | |
|---|---|---|
| ARGENTINA | Ciencia, tecnología e innovación | https://www.argentina.gob.ar/ciencia/indicadorescti |
| | | https://www.argentina.gob.ar/ciencia |
| | | https://datos.mincyt.gob.ar/#/ |
| | Propiedad industrial | https://www.argentina.gob.ar/inpi |
| | Instituto de estadística | https://www.indec.gob.ar/ |
| | Economía | http://www.bcra.gov.ar/ |
| | | https://www.argentina.gob.ar/economia |
| | Educación | https://www.argentina.gob.ar/educacion |
| | | https://data.educacion.gob.ar/ |
| | Indicadores sociales | https://www.argentina.gob.ar/politicassociales/analisis-e-informacion-social |
| https://www.argentina.gob.ar/desarrollosocial | | |
| Medioambiente | https://www.argentina.gob.ar/ambiente | |
| | http://estadisticas.ambiente.gob.ar/ | |
| BOLIVIA | Ciencia, tecnología e innovación | https://www.minedu.gob.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=1747&Itemid=988 |
| | | https://boliviaemprende.com/publicaciones/caf-indicadores-de-innovacion-tecnologica-2017 |
| | Propiedad industrial | https://www.senapi.gob.bo/ |
| | Instituto de estadística | https://www.ine.gob.bo/ |
| | Economía | https://www.bcb.gob.bo/ |
| | | https://www.economiayfinanzas.gob.bo/ |
| | Educación | http://seie.minedu.gob.bo/ |
| | Social | https://www.ine.gob.bo/index.php/relacion-de-tematicas-con-encuesta-de-hogares/ |
| | | http://www.iisec.uch.edu.bo/recopilaciones-situacion-de-la-deuda-social-bolivia |
| | | https://cedla.org/acerca-de/ |
| Medioambiente | http://www.santacruz.gob.bo/sczturistica/medioambiente | |
| | https://www.mmaya.gob.bo/ | |

| | | |
|---|---|---|
| BRASIL | Ciencia, tecnología e innovación | https://www.gov.br/mcti/pt-br |
| | | https://issuu.com/mctic/docs |
| | Propiedad industrial | https://www.gov.br/inpi/pt-br |
| | Institutos de estadística | https://www.ibge.gov.br/ |
| | Economía | https://www.bcb.gov.br/en#!/home |
| | | https://www.economiayfinanzas.gob.bo/ |
| | Educación | https://www.gov.br/capes/pt-br |
| | | https://www.gov.br/mec/pt-br |
| Social | https://www.gov.br/trabalho/pt-br | |
| | https://desenvolvimentosocial.gov.br/ | |
| Medioambiente | https://www.mma.gov.br/ | |
| CHILE | Ciencia, tecnología e innovación | http://www.minciencia.gob.cl |
| | | https://www.anid.cl |
| | | https://www.anid.cl/ejes-estrategicos/ |
| | Propiedad industrial | https://www.inapi.cl/ |
| | Institutos de estadística | https://www.ine.cl/ |
| | Economía | https://www.bcentral.cl/ |
| | | https://www.hacienda.cl/ |
| | Educación | https://www.mineduc.cl |
| | | https://centroestudios.mineduc.cl/2018/03/09/centro-estudios-lanza-publicacion-indicadores-la-educacion-chile-2010-2016/ |
| | Social | http://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl |
| http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen/indicadores/ | | |
| Medioambiente | https://mma.gob.cl/ | |
| | https://sinia.mma.gob.cl/ | |
| COLOMBIA | Ciencia, tecnología e innovación | https://www.ocyt.org.co/ |
| | | https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras |
| | | https://minciencias.gov.co/ |
| | Instituto de estadística | http://www.dane.gov.co/ |
| | Datos abiertos | https://www.datos.gov.co/ |

| | | |
|---|---|---|
| | Economía | https://www.banrep.gov.co/ |
| | | https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/portal/Minhacienda?_afzWindowId=null&_adf.ctrl-state=xgfkoa5b6_4 |
| | Educación | https://www.mineduccion.gov.co/portal/ |
| | Social | https://www.datos.gov.co/browse?sortBy=newest |
| | | https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/default.aspx |
| Medioambiente | https://www.minambiente.gov.co/ | |
| ECUADOR | Ciencia, tecnología e innovación | https://www.educacionsuperior.gob.ec/ |
| | | http://www.senescyt.gob.ec/web/guest |
| | Instituto de estadística | https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/ |
| | Economía | https://www.bce.fin.ec/ |
| | | https://www.finanzas.gob.ec/ |
| | | https://sni.gob.ec/inicio |
| | Educación | https://educacion.gob.ec/ |
| | Social | https://www.inclusion.gob.ec/ |
| | | http://www.siise.gob.ec/siiseweb/ |
| | Medioambiente | https://www.ambiente.gob.ec/ |
| | | http://suia.ambiente.gob.ec/ |
| | MÉXICO | Ciencia, tecnología e innovación |
| https://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/indicadores/category/indicadores-peciti | | |
| Propiedad industrial | | https://www.gob.mx/impi |
| Instituto de estadística | | https://www.inegi.org.mx/ |
| Economía | | https://www.banxico.org.mx/ |
| | | https://www.gob.mx/hacienda |
| Educación | | https://www.gob.mx/sep |
| | | https://historico.mejoredu.gob.mx/evaluaciones/panorama-educativo-de-mexico-isen/ |
| Social | | https://www.sibiso.cdmx.gob.mx/ |
| | https://www.coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx | |

| | | |
|---|---|---|
| | Medioambiente | https://www.gob.mx/semarnat |
| | | https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores13_cd/conjuntob/00_conjunto/introduccion.html |
| PARAGUAY | Ciencia, tecnología e innovación | https://www.conacyt.gov.py/ |
| | | https://www.senatics.gov.py/observatorio/indicadores/gii |
| | Propiedad intelectual | https://www.dinapi.gov.py/portal/v3/?url=/ |
| | Economía | https://www.bcp.gov.py/ |
| | | https://www.hacienda.gov.py/web-hacienda/index.php |
| | Instituto de estadística | https://www.dgeec.gov.py/ |
| | Educación | https://www.mec.gov.py/cms/ |
| | Social | https://www.mds.gov.py/index.php |
| https://www.dgeec.gov.py/news/news-contenido.php?cod-news=447 | | |
| Medioambiente | http://www.mades.gov.py | |
| PERÚ | Ciencia, tecnología e innovación | https://portal.concytec.gob.pe |
| | Propiedad Intelectual | http://www.gob.pe/indecopi |
| | Instituto de estadística | https://www.inei.gob.pe/ |
| | Sistemas de bibliotecas | https://guiastematicas.biblioteca.pucp.edu.pe/estadisticas-peruanas/inicio |
| | Economía | https://www.bcrp.gob.pe/ |
| | | https://www.gob.pe/mef |
| | Educación | https://www.gob.pe/minedu |
| | | https://enlinea.sunedu.gob.pe/ |
| | | http://escale.minedu.gob.pe/indicadores |
| | | http://www.minedu.gob.pe/superiortecnologica/consulta-instituto.php |
| | Social | https://www.gob.pe/midis |
| https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/handle/INS/58 | | |
| https://guiastematicas.biblioteca.pucp.edu.pe/estadisticas-peruanas/desarrollo-pobreza | | |

| | | |
|----------------------|---|--|
| | Medioambiente | https://www.gob.pe/minam https://sinia.minam.gob.pe/modsinia/index.php?action=verListIndicadoresAmbientales&idTipoElemento=1&verPor=tema |
| URUGUAY | Ciencia, tecnología e innovación | https://cinve.org.uy/ |
| | | https://www.gub.uy/secretaria-nacional-ciencia-tecnologia/ |
| | Propiedad intelectual | https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/marcas-patentes |
| | Datos abiertos | https://catalogodatos.gub.uy/ |
| | Instituto de estadística | https://www.ine.gub.uy/ |
| | Economía | http://www.bcu.gub.uy/Paginas/Default.aspx |
| | | https://www.gub.uy/ministerio-economia-finanzas/ |
| | | http://www.iecon.ccee.edu.uy/ |
| | | https://cinve.org.uy/ |
| | Educación | https://www.gub.uy/ministerio-educacion-cultura/ |
| | | https://mirador.ined.edu.uy/indicadores.html |
| | Social | https://www.gub.uy/ministerio-desarrollo-social/ |
| | | http://observatoriosocial.mides.gub.uy/portal/ |
| Medioambiente | http://www.mvotma.gub.uy | |
| | https://www.dinama.gub.uy/oan/indicadores/ | |

Capítulo 2.

Possibilidades e implicações da abordagem fsQCA para analisar dimensões qualitativas da inovação

Os casos brasileiros de desenvolvimento tecnológico e institucional do setor produtivo de defesa e capacidade de absorção de firmas na interação universidade-empresa

Orlando Martinelli, Júlio Eduardo Rohenkohl y Janaína Ruffoni

Introdução

Para o avanço científico em qualquer área do conhecimento se faz necessária a discussão metodológica. Diferentes abordagens precisam ser desenvolvidas e avaliadas para ser possível estabelecer a contribuição destas para o avanço na análise científica.

No âmbito das ciências sociais, inclusa a economia, a técnica *Qualitative Comparative Analysis* (QCA) se apresenta como uma metodologia de análise relevante, por permitir a identificação de regularidades respeitando a diversidade das características individuais (de protagonistas específicos, como as firmas) e dos ambientes econômicos, científicos e tecnológicos. A diversidade é inerente aos processos evolutivos e inovativos e elemento fundamental para se compreender, por exemplo, o desenvolvimento e a absorção do conhecimento tecnológico em diferentes organizações, setores e países.

A discussão relativa ao processo de geração, difusão e impactos do progresso tecnológico na economia assume ainda mais relevância nas ciências econômicas quando da emergência da denominada “Teoria Evolucionária”. Tal linha de investigação considera fundamental as

idiossincrasias dos processos de aprendizagem, absorção e inovação para ser possível compreender tanto as regularidades quanto as particularidades da geração de inovações e, portanto, de riqueza econômica.

Inseridas em sistemas de inovações de países em desenvolvimento, firmas latino-americanas, em geral, carecem de capacidades para inovar mais avançadas, concentrando-se naquelas mais básicas. Embora existam algumas empresas com capacitações em patamares mais elevados, em geral o que prevalece é a aquisição externa de tecnologias mais maduras de países desenvolvidos, com atenção a tarefas de engenharia de produção mais relacionadas a produtos padronizados e pouco diferenciados.

Os esforços para o desenvolvimento de capacidade absorptiva para a assimilação e aprendizado – gerando capacidades de pesquisa (P) e desenvolvimento (D) – são ainda, em geral, insuficientes (Kim, 1997). Por vezes, a capacidade absorptiva entre firmas é muito heterogênea. Giuliani e Bell (2005) identificaram no setor agrícola do Chile que, mesmo estando as firmas estudadas localizadas em um mesmo território (e em um mesmo aglomerado produtivo), há elementos distintos que influenciam no desenvolvimento de suas capacidades de absorção e inovação.

Uma das características marcantes da inovação de firmas latino-americanas é a aquisição de tecnologia inserida em maquinário e equipamentos, e as atividades inovadoras mais frequentes aquelas realizadas através de melhorias incrementais e contínuas em produtos e processos (Bell e Pavitt, 1993). Neste sentido, a atividade inovativa ainda não consegue ter um caráter forte como elemento dinamizador da atividade produtiva nesses países (Almeida, Lins e Catela, 2020; Viegas, De Paula e Arantes, 2018). As empresas, em geral, realizam poucos investimentos em P&D e, no que tange às multinacionais, os investimentos estão mais concentrados nos países de origem (Sutz, 2000). No que tange à capacidade de absorção de firmas, Teixeira, Rapini e Caliarì (2020) identificam que há um círculo vicioso de capacidade absorptiva limitada nas empresas brasileiras.

No que tange à identificação e quantificação da capacidade para inovar – baseadas em gastos em P&D, qualificações formais, investimentos em pessoal alocado em laboratórios de P&D, e estatísticas de patentes – nem sempre são as mais adequadas para a inferência de como ocorre a inovação no ambiente das firmas latino-americanas. Por exemplo, considerando que a inovação é um processo sistêmico e complexo, com diversos relacionamentos e atividades, inovar é muito mais do que realizar P&D e gerar patentes.

Além disso, os indicadores quantitativos podem ser entendidos como fotografias de um determinado momento do tempo, não destacando

outras variáveis que também fazem parte do processo inovador: as capacidades adquiridas, desenvolvidas e aperfeiçoadas; os tipos e a combinação de atividades em que a organização se engajou; o ambiente em que opera, ou seja, pouco representam em relação aos processos de aprendizagem, capacitação e acumulação tecnológica e de conhecimento.

Seguindo Bell e Pavitt (1993), Dutrénit (2000), e Figueiredo (2004), há situações em que algumas dessas medidas apresentam importantes limitações para captar a real situação de empresas latino-americanas e de países periféricos em geral. Podem ser destacados:

1. os indicadores relativos às atividades de P&D e de patentes são mais apropriados para alguns setores industriais de países tecnologicamente avançados, onde alguns empreendimentos têm níveis avançados de capacitação em P&D e intensiva produção de patentes internacionais;
2. a existência de laboratórios de P&D formalmente organizados em firmas latino-americanas é de incidência rara, se comparados àqueles presentes em firmas de países tecnologicamente avançados com forte componente de P&D *in house*. Assim, a utilização destas estatísticas não contabiliza algumas das principais fontes de acumulação de capacidades nas empresas latino-americanas, tais como os departamentos engenharia (não P&D), de qualidade, de manutenção (Lall, 1992), e os fluxos de absorção e adoção de conhecimento adquirido externamente;
3. o uso de estatísticas de patentes internacionais, geralmente aceitas como uma medida superior de capacidade inovativa, pode ser limitante e tendencioso para as firmas latino-americanas, uma vez que essas organizações não exportam significativamente produtos especializados e/ou sofisticados, ou de marca própria para o mercado de países centrais;
4. a negligência relativa às atividades de imitação, cópia, adaptação, experimentação –como a adoção de novos produtos e processos e de novos arranjos organizacionais que são parte do processo inovador– dificulta o entendimento de como a atividade inovativa ocorre em firmas de países em desenvolvimento. Porém, tais atividades são essenciais para o entendimento do processo de desenvolvimento tecnológico em empreendimentos de economias em

desenvolvimento (Bell e Pavitt, 1993; Dutrénit, 2000; Figueiredo, 2004).

As características sistêmicas peculiares e seus reflexos no processo de inovação das organizações latino-americanas criam uma motivação adicional para a aplicação de abordagens capazes de encontrar combinações diversas para compreender a inovação.

Estudos atuais a respeito da inovação que aplicam o método QCA destacam a relevância da identificação das condições necessárias e suficientes para compreender a dinâmica de sistemas de inovação setoriais, tecnológicos e nacionais (Crespo e Crespo, 2016; Beynon, Jones e Pickernell, 2016; Khedhaouria e Thurik, 2017).

Considerando tanto o problema geral de captar processos de inovação em ambiente evolutivo como a peculiaridade histórica e regional de trajetórias latino-americanas de desenvolvimento tecnológico, o objetivo deste trabalho é apontar possibilidades e implicações do uso da análise comparativa qualitativa em recortes econômicos de processos inovativos sob o prisma de ambientes evolutivos e sistêmicos.

Por estarem estruturados na teoria dos conjuntos e no processamento lógico com álgebra booleana, QCA e fsQCA colocam em primeiro plano o entendimento de “como” ocorrem os processos em contextos de diversidade. “Os porquês” continuam relevantes, porém secundários. A alteração da preocupação da investigação para “como” implica a busca por combinações explicativas, colocando a testagem de hipóteses teóricas em segundo plano. A resposta de como se dá um processo pode ser inferida com uma quantidade restrita de casos.

Ademais, a variante dos conjuntos clássicos denominada *fuzzy sets*, utilizada no fsQCA, proporciona uma quantificação da intensidade de aderência de um caso a categorias qualitativas. Isto posto, fsQCA é uma ferramenta de quantificação de qualidades que proporciona uma exploração criteriosa do âmbito qualitativo das relações sociais, desmitificando a pecha de “relativismo científico” ou de “subjetivismo” vulgarmente atribuída às investigações das variações qualitativas. Sendo assim, o objetivo do capítulo é problematizar a aplicação da abordagem QCA, e mais especificamente a abordagem fsQSA¹ em dois casos de processos inovativos no

1 A tradição acadêmica de idioma francês traduz QCA por AQQC, “Analyse Quali-Quantitative Comparée” (Wagemann e Schneider, 2010). A classificação do QCA e do fsQCA na tradicional tipologia como método quantitativo ou qualitativo das ciências sociais requer aprofundamento. Por um lado, há um entendimento de que a técnica fsQCA operacionaliza

âmbito da realidade do Rio Grande do Sul, estado situado ao extremo sul do Brasil. Um desses estudos foi realizado no âmbito setorial e regional e discute o desenvolvimento tecnológico e institucional do Polo de Defesa de Santa Maria (RS). O outro analisa a capacidade absorptiva de firmas que interagem com universidades.

O capítulo está organizado em mais cinco seções, além desta introdução. A próxima seção apresenta aspectos epistêmicos e metodológicos subjacentes à *Qualitative Comparative Analysis* (QCA) e de *Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis* (fsQCA). A terceira parte revisa os pressupostos de base da teoria evolucionária e que precisam ser levados em conta no emprego de abordagens de pesquisa que incluam inovação tecnológica. A quarta seção sintetiza o caso do Polo de Defesa de Santa Maria (RS) e um estudo da capacidade de absorção de conhecimento de firmas que interagem com universidades no sul do Brasil, ambos organizados com fsQCA. Em seguida são apresentadas as contribuições deste artigo para futuros estudos sobre economias da América Latina e do Caribe (ALC). Por fim, são feitas algumas considerações reflexivas sobre o emprego da abordagem.

Elementos Epistêmicos e Metodológicos da *Qualitative Comparative Analysis* (QCA) e do *Fuzzy Sets Qualitative Comparative Analysis* (fsQCA)

A QCA é uma abordagem qualitativa de pesquisa que permite fazer descrições com a atenção voltada para a diversidade entre diferentes configurações que levem a certos resultados, especialmente quando a base amostral não é grande. O objetivo é estudar causalidades sem se utilizar de homogeneizações entre os casos que tolham a riqueza de particularidades moldadas por contextos das trajetórias.

Nos estudos de caso tradicionais, a comparação abrange muitos detalhes e restringe-se a poucos casos. Com o QCA aumenta-se o poder de generalização, mantendo a variedade de possibilidades explicativas.

uma gradação quantitativa de conjuntos qualitativos com o intuito de softwares computacionais interpretarem situações complexas. Nesta linha de raciocínio, a tipologia utilizada poderia ser de método quantitativo. Por outro lado, há argumentos para justificar seu enquadramento como método qualitativo, no sentido de estar amparado pela operacionalidade epistemológica da lógica booleana. Isso não significa, no entanto, que os resultados não possam se manifestar de uma forma numérica ou escalar.

A QCA possui duas faces complementares: a de abordagem de pesquisa e a de técnica de análise de dados (Wagemann e Schneider, 2010). Em termos de técnicas, a QCA é um termo guarda-chuva que abriga quatro classificações:

- versão original = csQCA ('cs' significa '*crisp set*' – conjunto numérico tradicional);
- versão com condições de multicategoria = mvQCA ('mv' significa '*multi-value*');
- versão de *fuzzy sets* = fsQCA ('fs' significa '*fuzzy set*');
- *fuzzy set* significa designar a análise *fuzzy set* conforme a abordagem epistemológica de uma atenção científica voltada para a diversidade desenvolvida por Ragin (2000).

Nos dois casos retratados neste capítulo utilizou-se a abordagem fsQCA complementada pela atenção à diversidade expressa em Ragin (2000), *fuzzy set*.

O método comparativo nas Ciências Sociais

Charles Ragin (1987) desenvolve uma profunda discussão sobre o emprego do método comparativo em ciências sociais aplicadas. Ele distingue duas abordagens tradicionais empregadas pelos cientistas sociais em estudos comparados, a abordagem voltada para as variáveis (*variable-oriented*) e a abordagem de estudos de caso (*case-oriented*). Estas tradições traduzem uma tensão entre, por um lado, a quantificação, compreendida como o uso de variáveis quantitativas comparáveis entre si em grandes amostras de observações sujeitas a causalidades homogêneas. As técnicas quantitativas consideram que uma ou algumas variáveis antecedentes e de efeito independentes entre si, em média geram um efeito comum a uma maioria estatisticamente relevante das observações. Por outro lado, a qualificação de idiosincrasias de interações entre inúmeras variáveis, contextuais e históricas, implica uma tessitura de muitas relações que desenha casos únicos e que tenham, quanto muito, alguma variável ou uma combinação de algumas poucas variáveis gerando um efeito similar a outros poucos casos.

O emprego de comparações *variable-oriented* tem como virtude gerar conclusões cuja generalização costuma ser aceita porque emprega largas amostras representativas de uma população, por exemplo, dos países de Terceiro Mundo que apresentaram golpes de Estado, ou de firmas farmacêuticas com inovações tecnológicas regulares. No entanto, a constituição de uma população e de uma amostra estatisticamente suficiente podem implicar homogeneizações, estabelecidas *a priori*, que escondem uma diversidade entre os casos e que, uma vez levada em conta, abriria outras perspectivas de explicação dos resultados. Por exemplo, a despeito de uma renda *per capita* abaixo de um mesmo nível de corte, um bom critério de homogeneidade entre observações, no Terceiro Mundo há países de independência política recente e outros de independência centenária. Uns são essencialmente agrícolas, outros se industrializaram e têm um setor de serviços significativo. Uma vez que estas variáveis sejam levadas em conta, o Terceiro Mundo é um grupo heterogêneo de nações. Já nas firmas farmacêuticas, inovações incrementais de produto e de processos no âmbito da firma podem ser obtidas com pouca estruturação organizacional para a inovação, baixo emprego de recursos humanos qualificados e sem um orçamento vultoso e regular de P&D; isto é muito diferente de uma firma que pesquisa moléculas e genes com orçamento elevado e regular, laboratórios próprios, vários cientistas experientes em sua folha de pagamentos e parcerias de nível científico avançado com protagonistas externo(a)s. Os dois grupos inovam tecnologicamente, mas por caminhos diferentes, a segunda firma obtém melhorias incrementais como a primeira, mas ocasionalmente alcançará uma inovação radical.

A abordagem centrada nas variáveis objetiva testar hipóteses derivadas de teorias. A capacidade de generalização de uma ideia teórica é mais importante do que a compreensão de uma realidade em sua complexidade (Ragin, 1987). Simplificações na definição do problema e da amostra são utilizadas para ampliar o número de observações e validar a testagem. O pano de fundo é entender “porquê” ocorre um resultado (Ragin, 2000), ou seja, alcançar uma finalidade explicativa.

Os estudos *case-oriented*, por sua vez, implicam um aprofundamento e um detalhamento de relações inerentes a uma realidade que seguidamente instigam o analista a repensar conceitos e hipóteses. O seu objetivo principal é complementar as interpretações históricas e identificar relações causais. A preocupação do investigador é dirigida a “como” ocorre um resultado (Ragin, 1987, 2000), ou seja, investiga uma causalidade explicativa.

O estudo de caso privilegia a compreensão de uma realidade complexa, deixando a generalização da causalidade em segundo plano. Para tanto, possui abertura para a flexibilidade conceitual, para o enriquecimento ou adaptação de uma teoria, ou para o alargamento de sua aplicação, ou até mesmo para a proposição de uma nova teoria. Seu emprego como testagem teórica é mais limitado. Para alcançar tamanho detalhamento e estabelecer uma hipótese sobre uma causalidade complexa – derivada do número de variáveis envolvidas e pela sua sequência no tempo histórico -, o investigador debruça-se em uma comparação de poucos casos. O aumento do número de casos implica um crescimento combinatório das possibilidades de interação entre variáveis e uma comparação dificilmente manejável. Da atenção a poucos casos resulta limitada a generalização da explicação obtida.

Na síntese de Ragin (2000), nos estudos de caso, a confiança nas explicações propostas vêm da profundidade (*depth*); nos estudos quantitativos, a confiança deriva do fôlego (*breadth*). Disto resulta uma relação inversa entre o número de casos e o número de variáveis causais dos estudos. Estudos que trabalham com muitas variáveis explicativas, e combinações entre elas, operam com poucos casos. Estudos que comparam muitos casos, homogeneizam os mesmos para reduzi-los a observações, ou seja, utilizam uma ou poucas variáveis explicativas e supõe independência entre elas.

Como visto, cada tradição possui capacidades e limitações. Ragin (2000) desenvolveu uma abordagem voltada para a diversidade (*diversity-oriented approach*) com o intuito de combinar o enfrentamento da complexidade de relações causais estabelecido pela tradição de estudos de casos com uma maior capacidade de generalização das explicações alcançada pela tradição quantitativista. O *diversity-oriented approach* desagrega as populações em categorias (ou tipos) e trata os casos como configurações de variáveis. O desafio é examinar similaridades e diferenças entre diversos casos preservando a integridade dos casos como configurações complexas.

Para o exemplo acima rascunhado de inovações na indústria farmacêutica, a atenção para a diversidade permitiria dividir a população de firmas inovadoras naquelas que apenas fazem inovações incrementais e aquelas que alcançaram ao menos uma inovação radical em produtos e/ou processos. A delimitação da população não está estabelecida *a priori* e definitivamente, ela pode ser moldada durante a descrição e a inferência, conforme aprofunde o conhecimento do objeto. Obviamente, isto

dificulta obter um tamanho amostral estatisticamente adequado para quem procura apenas por regularidades. Quanto às configurações de variáveis, a abordagem voltada para a diversidade estaria aberta a conceber o alcance de uma inovação radical como uma combinação de variáveis antecedentes relacionadas entre si, por exemplo, que a combinação de pessoal interno qualificado com parcerias organizacionais de fronteira científica fosse um par de variáveis conjuntamente necessária e suficiente para o sucesso. Porém, o mesmo conjunto de variáveis combinadas pode ser insuficiente para obter inovações incrementais.

O QCA, e sua variante fsQCA, surgem como esforços para operacionalizar a abordagem para a diversidade. O intuito é aumentar a capacidade de generalização de comparações atentas para a diversidade de relações causais presente em processos socioeconômicos. Esta abordagem de pesquisa pode captar as regularidades selecionadas nos ambientes institucionais, inclusive o mercado e os sistemas de inovação, sem esconder as outras rotas de atuação individual decorrentes da ação criativa e concorrencial do(a)s protagonistas.

Qualitative Comparative Analysis (QCA): a categorização das qualidades

A QCA fornece uma ancoragem em conjuntos teóricos para a operacionalização da pesquisa orientada para a diversidade. As combinações das condições podem ser específicas e distintas de um caso para o outro. É possível compará-las e avaliá-las qualitativamente, identificando padrões similares e distintos entre os casos para um determinado resultado da pesquisa (Ragin, 2000; Betarelli e de Freitas Ferreira, 2018).

Em termos epistemológicos e metodológicos, a abordagem QCA segue basicamente os seguintes princípios (Rihoux e Ragin, 2008):

- **Causalidade Complexa:** assume-se que, frequentemente, é a combinação de condições que produz um resultado. Isso quer dizer que a metodologia reconhece que todo fenômeno (especialmente o social) tem como causa uma combinação variada de condições, as quais não podem ser desassociadas ou isoladas.
- **Equifinalidade:** se assume que várias combinações diferentes de condições podem gerar o mesmo resultado. Por exemplo: em um

caso, o evento E foi gerado pela combinação das condições A e B [$AB \rightarrow E$], mas, em outro caso, as causas C e D podem determinar o mesmo resultado [$CD \rightarrow E$].

- Sensível ao Contexto: assume-se que dependendo da configuração contextual (ou do ambiente), uma determinada condição pode ter um impacto diferente sobre o resultado. Esse princípio é também chamado de princípio da multifinalidade, no qual determinadas condições podem gerar ou contribuir para gerar resultados diferentes em contextos ou tempos distintos. Assim, AB podem gerar E [$AB \rightarrow E$], mas a ausência de A (a) combinado com C também pode gerar E [$aC \rightarrow E$]. Desse modo, rejeita-se qualquer forma de causalidade permanente, uma vez que a causalidade é relacionada ao contexto e à conjuntura.

Esta posição epistêmica implica que os resultados obtidos pela QCA não provam estritamente as relações causais. Em vez disso, os mesmos revelam padrões de relações entre os conjuntos, proporcionando uma evidência consistente para a existência de tais relações causais (Schneider y Wagemann, 2010).

Quadro 1. Comparação entre Abordagens Quantitativas Tradicionais e QCA

| Abordagens Quantitativas Tradicionais | QCA |
|---|---|
| Variáveis | Conjuntos |
| Variável dependente | Resultado ou Consequente |
| Variáveis independentes | Conjuntos ou condições antecedentes |
| Matriz de correlação | Tabela Verdade Bivalorada |
| Relações aditivas e lineares | Operadores booleanos |
| Causalidade múltipla ou singular | Causalidade conjuntural múltipla |
| Unifinalidade | Multifinalidade |
| Simetria: ausência do resultado é explicado pela ausência das causas do resultado | Assimetria: resultado e sua ausência são explicadas por combinações diferentes entre si, não por presença ou ausência das mesmas condições. |
| Confiabilidade decorre do número de observações | Confiabilidade decorre da organização lógica da diversidade |

Fonte: Adaptado de Betarelli e de Freitas Ferreira (2018), Ragin (1987, 2000) e Wagemann e Schneider (2010)

Diferentemente das metodologias estatísticas que operam com álgebra linear, a QCA utiliza álgebra booleana, própria para processamento lógico de conjuntos. As variáveis (ou categorias) são interpretadas como conjuntos e suas relações estabelecidas por operações de intersecção, união e negação. Na QCA, o pertencimento de um caso a um conjunto é representado pela dicotomia 0, ausência de pertencimento, ou 1, completa associação ao significado da variável expressa como um conjunto.

O pesquisador organiza uma tabela a partir de seu conhecimento teórico e do contexto dos casos envolvidos, na qual cada linha representa um caso, e cada coluna um conjunto antecedente. A última coluna expressa o conjunto consequente. Todas as combinações lógicas entre as variáveis antecedentes serão testadas. Algumas combinações não são acionadas pelas informações empíricas, ou seja, o fato de haver diversidade não significa que ela seja total; pelo contrário, os mecanismos sociais ou econômicos de seleção limitam a diversidade e provêm padrões, por vezes temporários, de causalidade, mesmo em um contexto complexo.

É válido destacar que para se construir uma força explicativa robusta das relações causais regulares entre casos (condição \rightarrow resultado), a QCA baseia-se em dois postulados epistemológicos fundamentais: a *condição necessária* e a *condição suficiente*. Uma condição é *necessária* para a ocorrência de um resultado [Y] se a combinação antecedente está sempre presente quando [Y] ocorre. Ou seja, o resultado [Y] não ocorre na ausência desta condição. Uma combinação é *suficiente* (mas não necessária) se ela é capaz de produzir um resultado [Y] por ela mesma, mas, ao mesmo tempo, o resultado [Y] também poderia ocorrer em função de outras condições presentes. Assim, o resultado [Y] pode advir não de uma única condição, mas de uma combinação de condições.

As diferentes combinações acionadas conferem as bases para identificar combinações necessárias, suficientes, ou necessárias e suficientes para um resultado. Tomando por exemplo uma inferência com quatro conjuntos antecedentes, $k = 4$, serão testadas $2^k = 162^k = 16$ combinações lógicas. Há de se considerar também que apenas três, duas ou uma variável antecedente cause consistentemente o resultado, independente do acionamento das demais. Acrescentando estas possibilidades, tem-se $3^k - 1 = 80$ $3^k - 1 = 80$ combinações lógicas a serem testadas.

As *medidas de consistência e cobertura* avaliam a predominância de certas combinações de antecedentes no estabelecimento do resultado.

A medida de consistência estabelece a relação entre o subconjunto de casos causador do resultado no âmbito de todos os casos nos quais a condição existiu. No QCA (*crisp sets*), isto resulta uma proporção. Por exemplo, tem-se 10 casos com a condição AB e destes, 8 contêm a relação $AB \rightarrow E$; a consistência de $AB \rightarrow E$ sobre a ocorrência da condição AB é de

$$\text{Consistência} = (8AB \rightarrow E) \div (10AB) = 0,8 \quad (1)$$

A medida de cobertura mostra a proporção de casos que contém a condição no total de número de casos nos quais o resultado está presente. No QCA, a cobertura dimensiona a importância de uma combinação causal diante do total de casos que apresentaram o mesmo resultado. Por exemplo, se há 16 casos nos quais ocorre o resultado E, e destes, 8 decorrem de $AB \rightarrow E$, a cobertura dos resultados E é de

$$\text{Cobertura} = (8AB \rightarrow E) \div (16E) = 0,5 \quad (2)$$

A consistência e a cobertura são medidas complementares. Primeiramente é estabelecida a consistência, ou seja, o número de manifestações de uma combinação causal que efetivamente geram um resultado; a seguir é estabelecida a importância desta combinação causal no universo de todos os casos que geraram o mesmo resultado.

Altos valores na medida de consistência indicam que a condição é suficiente para o resultado. A medida de cobertura mostra a importância de uma causa (ou uma combinação de causas) para a obtenção de um resultado. Se existem diversos “caminhos” para um mesmo resultado, a medida de cobertura para qualquer relação causal deve ser pequena.

Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): a quantificação das qualidades

Em problemas socioeconômicos, a diversidade apresenta ao menos duas dimensões. A primeira é a das diferentes configurações de antecedentes categóricos para alcançar um consequente. Esta dimensão é contemplada pela teoria dos conjuntos clássica utilizada na QCA ao estabelecer a associação qualitativa, pertencimento (1) ou não pertencimento (0) de um caso a um conjunto. A segunda dimensão da diversidade dá conta da quantificação da intensidade no caso de uma associação ao conteúdo retratado por uma categoria estabelecida como um conjunto. A intensidade de associação oscila entre 1 e 0. Ela é contemplada pela extensão da teoria dos conjuntos clássica, *fuzzy sets theory*, e operacionalizada pela fsQCA. A fsQCA contempla tanto a dimensão qualitativa como a quantitativa da diversidade (Ragin, 2000).

Um conjunto *fuzzy* é definido por meio da atribuição de um valor que representa o grau de associação ao conjunto de cada elemento no universo de discurso. Há um processo de calibragem, ou seja, de delimitação de funções que estabelecem os graus de pertinência de um elemento a um conjunto, o que permite uma avaliação qualitativa (pertence ou não) e quantitativa (grau de associação ou pertencimento) de um determinado caso. Gradações verbais de intensidade de associação, largamente utilizadas pelo(a)s cientistas em situações complexas - tais como alto, muito, médio, razoável, pouco e baixo -, são traduzidas como graus numéricos de associação de um caso ao intervalo de uma variável que define um conjunto teórico. A estes conjuntos qualitativos e quantificadores da

intensidade de associação aplicam-se os principais operadores lógicos booleanos - união, intersecção e negação -.

Fuzzy sets permitem uma calibração da intensidade, ou seja, a função de pertencimento a um conjunto é desenhada de acordo com conhecimentos teóricos e/ou empíricos do analista. Esta calibração dos conjuntos, assim como a partição em maior ou menor número de conjuntos categóricos, pode ser aprimorada durante ou após uma pesquisa. Por exemplo, uma variável importante na análise da atividade inovativa da firma é a capacidade absorptiva (CA) e pode ser categorizada em três conjuntos, CA alta, CA média e CA baixa. Cada um desses conjuntos pode ser calibrado de forma a dar ao grau de pertencimento de 0,5 o significado de ambivalência, criando um terceiro ponto qualitativo, 1 pertencimento absoluto, 0 não-pertencimento e 0,5 ambivalência. Temos então, mais do que uma variação discreta de posição relativa, obtém-se um *continuum* de quantificação de pertencimento atribuído a três categorias relacionadas, cada uma com significado próprio, e três variações qualitativas em cada categoria.

A categorização em conjuntos e a calibragem da função de associação de cada conjunto utilizado em uma inferência truncam a variação irrelevante e voltam a atenção para a variação teórica e/ou empiricamente relevante. Um conjunto fuzzy é uma ferramenta interpretativa de evidências (Ragin, 2000).

Quadro 2. Comparação entre QCA e fsQCA

| QCA | fsQCA |
|---|--|
| Conjuntos clássicos | <i>Fuzzy sets</i> |
| Qualidade binária: pertencimento e não pertencimento | Possibilidade de outras âncoras qualitativas conforme a calibração |
| Uma dimensão de diversidade: qualitativa | Duas dimensões de diversidade: qualitativa e quantitativa |
| Tabela Verdade Bivalorada | Tabela Verdade Infinitamente Valorada |
| Operadores booleanos | Operadores booleanos e álgebra fuzzy |
| Causalidade conjuntural múltipla | Causalidade conjuntural múltipla |
| Multifinalidade | Multifinalidade |
| Assimetria | Assimetria |
| Confiabilidade decorre da organização lógica da diversidade | Confiabilidade decorre da organização lógica da diversidade |

Fonte: Elaboração própria

Tanto os comparativistas que empregam estratégias *variable-oriented* como os que se utilizam dos aportes *case-oriented* admitem que a realidade social é complexa (Ragin, 1987, 2000). A escolha da estratégia a empregar implica uma opção epistêmica sobre o quão importante é a diversidade e o processo de seleção no ambiente social.

A repercussão metodológica se dá em como referenciar esta complexidade para uma inferência manejável pela compreensão humana. A estratégia *variable-oriented* confere ao analista a prerrogativa de fazer simplificações e constituir uma população de observações homogêneas (comparáveis por algum atributo comum a todas), desde que justificada. A estratégia *diversity-oriented* com QCA e fsQCA implica que as simplificações decorrem das operações lógicas booleanas aplicadas aos conjuntos teóricos *fuzzy* (Ragin, 1987, 2000).

Assim como no QCA, *as medidas de consistência e cobertura*, no âmbito do fsQCA, avaliam a força dos dados aos argumentos teóricos e tratamentos empíricos anteriores utilizados nas relações entre conjuntos estudados. Considerando X_i os conjuntos ou combinações entre conjuntos teoricamente antecedentes para o resultado Y_i , a fórmula da consistência de conjuntos antecedentes suficientes (Ragin, 2006) para um resultado é

$$\text{Consistência}(X_i \leq Y_i) = \frac{\Sigma(\min(X_i, Y_i))}{\Sigma(X_i)} \quad (3)$$

A fórmula da Consistência do fsQCA soma todos as parcelas de pertinências à combinação causal que são iguais ou menores à pertinência do caso ao resultado, portanto que compõem um subconjunto do resultado, e os divide pelo somatório dos graus de pertinência de cada combinação causal ($\Sigma(X_i)$). Ao usar a razão entre os somatórios dos graus de pertinência, o método dificulta que pertinências baixas à combinação causal predominem no estabelecimento da consistência.

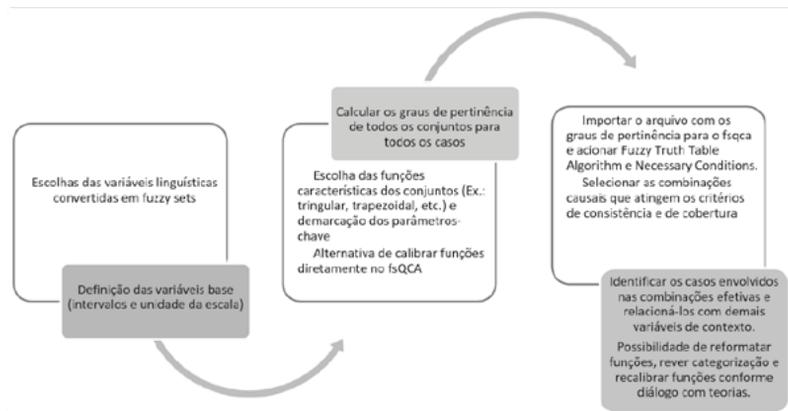
No fsQCA, a distância da pertinência ao subconjunto causador e a pertinência ao resultado afeta a fórmula, conforme evidenciado na equação (3).

A ideia de Cobertura é a mesma do QCA, porém o grau de pertinência aos conjuntos interfere no cálculo conforme evidenciado na fórmula a seguir.

$$\text{Cobertura}(X_i \leq Y_i) = \frac{\Sigma(\min(X_i, Y_i))}{\Sigma(Y_i)} \quad (4)$$

A figura 1 sintetiza os procedimentos para inferir combinações necessárias e suficientes com o fsQCA.

Figura 1. Procedimentos para estabelecimento de necessidade e suficiência



Fonte: elaboração própria.

Elementos Fundamentais ao Entendimento da Atividade Inovativa

A ciência, tecnologia e inovação são geradas e difundidas pela interação de diferentes atores, com funções distintas e imersos em uma base social, política e cultural que, simultaneamente, guiam e restringem as atividades e capacitações inovadoras. O aprendizado, a inovação e a capacidade de absorção devem ser entendidos, assim, como um processo dinâmico e interativo para além, inclusive, das fronteiras da firma (OECD, 2006).

Nessa perspectiva, o conceito de “Sistemas de Inovação” (SI) é apropriado para captar de modo lógico o processo de inovação. Apesar de algumas diferenças de abordagem entre os seus proponentes, a perspectiva dos sistemas de inovação contribui para destacar a importância de alguns fatores frutos de condicionantes históricos e institucionais que afetam diferentes processos de inovação (Lundvall, 1993; Nelson, 1993; Edquist, 1997)

De forma extremamente sucinta, esses fatores dizem respeito:

a) aos padrões de interação que se estabelecem entre firmas e seus fornecedores, clientes, consultores e outras organizações atreladas aos seus processos produtivos e comerciais; b) ao papel das organizações de P&D e do sistema científico em geral (público e privado); c) à qualidade dos sistemas educacional e de formação; d) à importância, amplitude e adequação do sistema financeiro no financiamento da inovação; e) à compatibilidade do quadro legal e regulatório relacionado à dinâmica inovativa; f) à adequação das rotinas e das regras e normas informais nos padrões de comportamento dos agentes e organizações; g) à importância das políticas públicas (*lato sensu*) para a promoção virtuosa de processos inovativos.

Dependendo de cada situação específica, todos estes fatores tendem a influenciar a natureza, direção e ritmo da aprendizagem e das atividades de inovação. Destaca-se sobretudo o fato de o contexto institucional, a cultura e a história dos países e locais terem um papel crucial nos processos de inovação (Lundvall, 1993).

No plano microeconômico, a geração de inovações está associada à formação das expectativas tecnológicas sobre o futuro de novas tecnologias, especialmente pela comparabilidade estática e dinâmica entre os benefícios trazidos pela adoção dos novos artefatos e os custos implícitos na adoção. Mas também há expectativas quanto à natureza do conhecimento envolvido no processo de inovação (se mais tácito ou codificado), à forma de estruturação das atividades inovativas dentro das organizações, seus processos específicos de aprendizagem e de absorção, às suas competências, e ao ambiente científico, tecnológico e econômico em que as organizações estão inseridas e se relacionam.

A geração e absorção de conhecimentos é crucial, mas nem sempre é fácil, tampouco se realiza sem custos, nem garante que ao ter conhecimentos disponíveis levará a organização a ser exitosa em absorvê-los, e, quando absorve, não há garantias de que os transformará e aplicará eficientemente para a geração de algo inovador. A complexidade do processo de geração de inovações exige uma compreensão de multivariáveis e de um comportamento não linear entre elas. Não há um conjunto único de elementos que garanta sucesso inovativo. A complexidade reside no fato da inovação depender de elementos humanos, sociais, políticos, culturais e econômicos. A dificuldade de identificar um caminho único e de sucesso reside também no fato de que o sistema é dinâmico e altera-se a todo momento. A simplificação do processo inovativo, levaria a uma equivocada interpretação da sua ocorrência. Mais relevante para avançar

no entendimento deste fenômeno tão caro ao sistema capitalista, é compreender o comportamento de conjuntos de variáveis para explicá-lo.

Aplicação da Abordagem fsQCA para Analisar Dimensões Qualitativas da Inovação

Nesta seção são apresentadas as contribuições em termos de possibilidades e implicações do uso da abordagem de pesquisa fsQCA em dois casos de processos inovativos no estado do Rio Grande do Sul/Brasil. Um desses estudos discute o desenvolvimento tecnológico e institucional do “Polo de Defesa de Santa Maria”. O outro, desenvolvido no nível microeconômico, analisa a capacidade absorptiva de firmas que interagem com universidades.

Desenvolvimento tecnológico e institucionalização no Polo de Defesa de Santa Maria

Em 2014, teve início na cidade de Santa Maria a articulação entre representantes estatais, empresários e universidades para a estruturação de um Polo de Defesa e Segurança. Inexistia na cidade um histórico de planejamento coletivo de ações para desenvolvimento tecnológico, embora organizações militares e educacionais tivessem um enraizamento local. O objetivo era criar um ambiente propício para tecnologias e negócios relacionados à Defesa (Florio, 2018).

Florio realizou pesquisa com o intuito de verificar a institucionalidade estruturada por esta concertação de interesses, bem como a sua influência na geração e difusão de inovações tecnológicas na área de Defesa e Segurança. Entrevistou os participantes do Polo ao final de 2017 com vistas a averiguar a sua avaliação individual quanto a capacidade de integração entre o(a)s protagonistas e de fomento à inovação tecnológica. Perguntas a respeito dos níveis (alto, médio ou baixo) de autonomia, autoridade, aquiescência, consequência, coerência e convergência percebidos na atuação do Polo foram realizadas. Estas categorias, elaboradas no âmbito do Grupo de Estudos em Capacidade Estatal, Segurança e Defesa, da Universidade Federal de Santa Maria (Gecap, 2017), dialogam com os pilares definidores das instituições, conforme proposição de Scott (2008), e caracterizam uma estrutura do Polo como uma organização.

Scott empreendeu uma vasta pesquisa bibliográfica quanto às definições de “instituição” dentro das ciências sociais. A partir disto, estabeleceu os pilares regulativo, normativo e cultural-cognitivo como constructos capazes de congregar similaridades entre as abordagens revisadas.

Sinteticamente, o pilar regulativo fornece regras e sanções explícitas que balizam ações instrumentais do(a)s protagonistas. O pilar normativo emite valores desejados e condutas adequadas para exercê-los, fundamentando a constituição de papéis sociais. Já o pilar cognitivo-cultural implica o compartilhamento de formas de pensar e influencia os processos de aprendizagem e a interpretação de símbolos.

Quadro 3. Pilares institucionais e seus portadores

| Portadores | Pilares | | |
|----------------------|--|--|---------------------------------------|
| | Regulativo | Normativo | Cultural-cognitivo |
| Sistemas simbólicos | Regras, leis | Valores, expectativas | Categorias, tipificações, esquemas |
| Sistemas relacionais | Sistemas de governança, sistemas de poder | Regimes de autoridade | Isoformismos estruturais, Identidades |
| Rotinas | Protocolos, padrões de operação, procedimentos | Empregos, papéis, obediência a obrigações | <i>Scripts</i> (atuações) |
| Artefatos | Objetos correspondentes a especificações reguladas | Objetos convergentes a convenções, padrões | Objetos de valor simbólico |

Fonte: Scott (2008)

As categorias de autonomia e autoridade procuram retratar a fortaleza do pilar regulativo no Polo. Interrogou-se se o Polo de Defesa e Segurança apresenta autonomia de ação perante os interesses particulares que afetam a inovação tecnológica. Também indagou-se se o Polo possui autoridade na organização da Hélice Tripla² e na definição de diretrizes de inovação tecnológica, ou seja, procurou-se identificar sua capacidade de conduzir ações instrumentais para articular o desenvolvimento tecnológico (Florio, 2018).

As categorias aquiescência e consequência procuram dimensionar o pilar normativo. A aquiescência sinaliza que o Polo é reconhecido pelos

² O modelo de Hélice Tripla foi desenvolvido para caracterizar articulações entre universidades, firmas e governos para geração e difusão de inovações. Textos referenciais são Etzkowitz y Leydesdorff (1996, 2000).

seus integrantes e aceito como uma organização legítima para conduzir a inovação tecnológica local. A consequência indica se as ações do Polo geram resultados eficazes para as inovações tecnológicas locais (ídem).

Ao pilar cultural-cognitivo associam-se as categorias Coerência e Convergência. Interrogou-se se os hábitos de pensamento e identificação de problemas e de soluções dos agentes do Polo são coerentes com as possibilidades de inovação tecnológica. A Convergência sinaliza se a sociedade local se identifica com a proposição de ações tecnológicas e organizacionais do Polo de Defesa e Segurança (ídem).

A proporção de respondentes que afirmaram desconhecem o grau de acionamento das categorias da tabela 4 foi elevado, oscilou entre 19 e 29%.³

A leitura vertical de quadro 4, sugere uma Repercussão Interna predominantemente Alta, ou seja, que houve autoridade do Polo como organização, transmissão de valores acatados pelos atores que também se estabeleceram modos de pensar compatíveis uns com os outros. Quanto a Atuação Externa, revela-se muito díspar entre os três pilares, Alta no regulativo, Média/Baixa no normativo e Baixa no cultural-cognitivo.

3 Omitimos esta coluna da tabela para uma formatação mais simples.

Quadro 4. Categorias de Estruturação Organizacional e Frequência Relativa das Respostas dos membros do Polo

| | ESTRUTURA DO POLO DE DEFESA DE SANTA MARIA | | | | |
|---------------------------|--|-------------|------------|---------------------|-------------|
| | ATUAÇÃO EXTERNA | | | REPERCUSSÃO INTERNA | |
| 1 PILAR REGULATIVO | AUTONOMIA | | | AUTORIDADE | |
| Representantes do | Alta | Média | Baixa | Alta | Média |
| Estado | 3 (37%) | 2 (25%) | 0 | 3 (37%) | 1 (12,5%) |
| Universidades | 2 (20%) | 3 (30%) | 1 (10%) | 5 (50%) | 1 (10%) |
| Empresas | 8 (62%) | 1 (8%) | 2 (15%) | 4 (31%) | 4 (31%) |
| Total | 13 (42%) | 6 (19%) | 3 (10%) | 12 (39%) | 8 (26%) |
| 2 PILAR NORMATIVO | CONSEQUÊNCIA | | | AQUIESCÊNCIA | |
| Representantes do | Alta | Média | Baixa | Alta | Média |
| Estado | "3 (37,5%)" | "3 (37,5%)" | 0 | 5 (62,5%) | 0 |
| Universidades | 0 | 4 (40%) | 2 (20%) | 4 (40%) | 0 |
| Empresas | 3 (23%) | 2 (15%) | 7 (54%) | 7 (54%) | 3 (23%) |
| Total | 6 (19%) | 9 (29%) | 9 (29%) | 16 (52%) | 3(10%) |
| 3 PILAR COGNITIVO | CONVERGÊNCIA | | | COERÊNCIA | |
| Representantes do | Alta | Média | Baixa | Alta | Média |
| Estado | 3 (37%) | 2 (25%) | 1 (13%) | 3 (37,5%) | 3 (37,5%) |
| Universidades | 1 (10%) | 1 (10%) | 5 (50%) | 2 (20%) | 3 (30%) |
| Firmas | 0 | 4 (31%) | 8 (61%) | 6 (46%) | 5 (38%) |
| Total | 4 (13%) | 7 (23%) | "14 (45%)" | "11(35,5%)" | "11(35,5%)" |

Fonte: Florio (2018). Elaboração própria

As variáveis de autonomia, autoridade, aquiescência, consequência, coerência e convergência foram, a seguir, organizadas como antecedentes para níveis (alto, médio ou baixo) de *coordenação organizacional e desenvolvimento tecnológico* (consequente). A variável-base utilizada em cada categoria antecedente foi a frequência relativa das respostas, exceto aqueles que afirmaram desconhecerem determinada categoria. Para

ampliar o número de casos, para além dos três grupos de respondentes – representantes do Estado (Forças Armadas e Prefeitura Municipal), das Universidades (uma pública e outra privada) e das firmas componentes do Polo -, considerou-se também uma combinação hipotética da união do grau de associação das respostas, outra da interseção das respostas, e uma terceira que ponderava a frequência sobre o total de respostas positivas acrescidos das que afirmaram desconhecimento. Processou-se então uma inferência de necessidade e suficiência com seis casos.

Quadro 5. Processamento de condições necessárias e suficientes com fsQCA, Polo de Defesa de Santa Maria

| Necessidade | Consistência | Cobertura |
|---|---------------------|-----------------------|
| autonomiaAlta*aquiescênciaAlta*consequênciaBaixa*convergênciaBaixa desenvolvimento Médio (A) | 0.896254 | 0.948171 |
| Suficiência | | |
| autonomiaAlta*aquiescênciaAlta*consequênciaBaixa*convergênciaBaixa desenvolvimento Médio (A) | 0.973856 | 0.429395 ⁴ |
| ~autonomiaBaixa*~autonomiaMédia*~autonomiaAlta*~autoridadeBaixa*~autoridadeMédia*~autoridadeAlta*~aquiescênciaBaixa*~aquiescênciaMédia*~consequênciaBaixa*~consequênciaMédia*~consequênciaAlta*~coerênciaBaixa*~coerênciaMédia*~coerênciaAlta*~convergênciaBaixa*~convergênciaMédia*~convergênciaAlta desenvolvimento Médio (B) | 0.923077 | 0.829971 |
| Solução Conjunta (A + B) | 0.917647 | 0.899135 |

Fonte: elaboração própria

Ao aplicar o fsQCA encontrou-se que a combinação de “alta autonomia” e “alta aquiescência” e “baixa consequência” e “baixa convergência” é necessária e suficiente para obter níveis de “coordenação e desenvolvimento tecnológico médio” quando unida em uma solução conjunta com a negação de todos os conjuntos antecedentes. Apenas a solução conjunta supera o corte mínimo de 0,5 para a cobertura.

⁴ Abaixo do corte mínimo de 0,5.

A relação causal apresentada no quadro 4 caracteriza-se como parte insuficiente porém necessária de uma condição desnecessária mas suficiente para o resultado, conhecida como “INUS condition” (Wagemann e Schneider, 2010). Especificamente, a condição (A) é necessária porém insuficiente para obter Desenvolvimento Médio; compõe a união de (A) com (B), (A+B), que é suficiente para o resultado, porém desnecessária uma vez que o termo (B) não é parte na condição necessária.

O uso de fsQCA trouxe novos elementos para a análise, complementares à frequência relativa. Primeiramente, o desconhecimento dos respondentes revelou-se fundamental para explicar o desempenho medíocre do Polo de Defesa como organização de desenvolvimento tecnológico em Santa Maria. A Repercussão Interna foi mais débil do que a frequência indicou. Desconhecendo como posicionar-se sobre as categorias antecedentes, alguns atores refugiaram-se no meio termo de Desenvolvimento Médio quando inquiridos sobre o resultado. Houve uma contradição entre a retórica de comprometimento com o Polo e o conhecimento de alguns atores sobre a sua estruturação organizacional. A Autoridade e Coerência não compuseram a combinação explicativa necessária ou suficiente.

O questionário previa o posicionamento dos respondentes em respostas abertas e gradações de alto, médio e baixo, facilitando o uso de *fuzzy sets*. Porém, não houve proposição de variável-base nas entrevistas, restando utilizar a frequência relativa. O uso de réguas indicativas, nas quais o respondente assinala intervalos que correspondem a sua percepção são uma alternativa para avançar neste ponto e aproveitar melhor os potenciais de análise de *fuzzy sets* (Rohenkohl e Martinelli, 2018; Neis, 2021).

Nível e Composição da Capacidade Absortiva de Firms que Interagem com Universidades

Nos estudos relativos à geração de inovação pela firma, um elemento fundamental de ser compreendido é sua capacidade de inovar. Tal capacidade depende e é influenciada por fatores diversos. Um caminho relevante para estudar a capacidade de inovação da firma é desmembrá-la em diferentes tipos de capacidades: tecnológica, absortiva, dinâmica, entre outras. A capacidade de absorção (CA), em particular, contribui para a compreensão de como a firma absorve conhecimento externo e o transforma para gerar inovação. É a respeito desta capacidade que se centra a segunda aplicação de fsQCA discutida neste capítulo.

Nos trabalhos seminais de Cohen e Levinthal (1989, 1990), a CA é definida como a capacidade de uma empresa de reconhecer o valor do novo conhecimento externo, assimilá-lo e aplicá-lo para fins comerciais. Zahra e George (2002) reconceituam o tema ao definir a CA como um conjunto de rotinas organizacionais e de processos estratégicos que possibilitam à firma adquirir, assimilar, transformar e explorar o conhecimento visando a criação de valor. Esses autores sugerem que a CA pode ser dividida em dois conjuntos: CA potencial e CA realizada. A capacidade absorptiva potencial (CAP) permite a organização ser receptiva ao conhecimento externo e refere-se às dimensões de aquisição e assimilação, acima citadas. Já a CA realizada (CAR) refere-se às dimensões de transformação e exploração do conhecimento novo. A lógica implicada aqui é que firmas com níveis mais elevados de CA tendem a ser mais proativas e capazes de explorar melhor as oportunidades de inovação e, portanto, serem mais exitosas economicamente.

A partir da aplicação do fsQCA, foram identificadas as quatro dimensões de CA –assimilação, aquisição, transformação e exploração– agregadas nos conjuntos potencial e realizada, e as condições necessárias e suficientes da CA para compreender o comportamento desta capacidade em firmas que interagem com universidades.⁵ Foi feita uma calibração de um conjunto de variáveis relatadas a um grau de pertencimento dentro de uma categoria. Por meio da calibragem, uma variável (ou múltiplas variáveis) relacionam-se aos *fuzzy sets*, e permitem uma avaliação qualitativa e quantitativa de um determinado estudo. Ou seja, atribui-se à variável uma escala entre 0 e 1, indicando a variação entre “nenhuma” e “total associação”, respectivamente, dos valores das variáveis ao conjunto específico. Por exemplo: uma situação X (e.g. firmas com capacidade de absorção alta) pode ter diferentes graus de pertencimento a uma condição A (e.g. ter relacionamento com grupos de pesquisa de universidades), como: nenhum pertencimento (0), baixa (0,25), média (0,5), alta (0,75) ou total associação (1).

Os dados empíricos foram coletados em uma pesquisa *survey* com firmas industriais localizadas no Rio Grande do Sul⁶ entre janeiro e março de 2013. Para capturar as respostas referentes à CA foi utilizada uma

⁵ O artigo de Rohenkohl, Rosa, Ruffoni e Martinelli (2018) apresenta com mais detalhes a aplicação do fsQCA para a identificação das condições necessárias e suficientes para compreender a capacidade absorptiva de firmas industriais.

⁶ Para maiores detalhes a respeito da construção do instrumento de pesquisa elaborado para coletar informações referentes à capacidade absorptiva de firmas, ver Rosa e Ruffoni (2014).

escala de concordância do tipo *Likert*⁷ de 5 pontos, seguindo sugestões de estudos anteriores como Jiménez-Barrionuevo, García-Morales e Molina (2011) e Camisón e Fóres (2010), bem como um conjunto de elementos que representavam as quatro dimensões da CA, focalizando a relevância de usar multifatores para analisar a CA. O total de respondentes foram 32 firmas, representando 45% da população, sendo que 84% dos respondentes pertencem à indústria de transformação. O tamanho relativamente diminuto do número de casos observados (32), torna ainda mais interessante o emprego do fsQCA como técnica de análise de dados.

Com a adoção do fsQCA, buscou-se descrever quais as intensidades (alta, média ou baixa) das dimensões de aquisição e assimilação (Capacidade Potencial) e transformação e exploração (Capacidade Realizada) e suas combinações que resultam em CA elevada da empresa.⁸ Uma vez efetuada a calibração dos conjuntos antecedentes e consequentes, as respostas dos representantes das firmas são submetidas às funções de associação, para confecção da Tabela Verdade Infinitamente Valorada, ou seja, como *fuzzy sets*. Neste estudo, as funções utilizadas foram lineares, dispostas como números fuzzy triangulares. Para estabelecer as combinações suficientes acionou-se a opção *Fuzzy Truth Table Algorithm* do fsQCA. Primeiramente, o software gera um quadro de combinações, o espaço de propriedades. No espaço de propriedades, cada conjunto antecedente é representado como um vetor: quando é condição relevante, o valor da célula é 1; quando o conjunto não participa da combinação explicativa, o valor da célula é zero.⁹ Além da lista de combinações possíveis, é gerado um relatório com a Consistência e a Cobertura de cada combinação.

Considerando valores mínimos para avaliação de 0,8 para Consistência¹⁰ e de 0,5 para Cobertura, há duas suficientes para que uma firma alcance Capacidade Absortiva Alta. Procedimento semelhante foi adotado

⁷ A escala *Likert* foi interpretada como intervalar.

⁸ Neste capítulo, foi dada atenção para a CA elevada das firmas. Entretanto, também é possível analisar as condições suficientes e necessárias para diferentes níveis de CA, como foi feito na análise apresentada em Rohenkohl *et al.* (2018).

⁹ Esta apresentação binária não é uma utilização clássica (*crisp*) dos conjuntos, é apenas uma indicação de qual conjunto foi participante na configuração suficiente que resultou em Capacidade Absortiva Alta. O fato do *Fuzzy Truth Table Algorithm* estabelecer a suficiência de combinações causais cujos consequentes tenham pertinência superior a 0,5 evita que pertinências baixas estabeleçam a causalidade para resultados pouco relevantes, ou seja, é um requisito que garante a relevância do caminho explicativo para o resultado.

¹⁰ Ragin (2006: 3) aponta que para valores de consistência abaixo de 0,75 é difícil sustentar que haja uma relação entre os conjuntos avaliados, ou seja, que um seja um subconjunto do outro.

para estabelecer as condições necessárias para obter CA Alta. No entanto, utilizou-se o valor 0,9 para a consistência.

Quadro 6. Processamento de condições necessárias e suficientes com fsQCA, Capacidade Absortiva de Firms que Interagem com Universidades

| Necessidade | Consistência | Cobertura |
|--|---------------------|------------------|
| <i>Capacidade de Aquisição Alta</i> → <i>Capacidade Absortiva Alta</i> Capacidade de Aquisição Alta → Capacidade Absortiva Alta | 0,754476 | 0,702381 |
| <i>Capacidade de Aquisição Alta</i> * <i>Capacidade de Assimilação Alta</i> → <i>Capacidade Absortiva Alta</i> Capacidade de Aquisição Alta * Capacidade de Assimilação Alta → Capacidade de Absortiva Alta | 0,978261 | 0,615942 |
| <i>Capacidade de Assimilação Alta</i> → <i>Capacidade Absortiva Alta</i> Capacidade de Assimilação Alta → Capacidade de Absortiva Alta | 0,877238 | 0,691532 |
| Suficiência | | |
| Capacidade de Aquisição Alta * Capacidade de Assimilação Média * Capacidade de Transformação Média * Capacidade de Exploração Média → Capacidade Absortiva Alta (A) <i>Capacidade de Aquisição Alta</i> * <i>Capacidade de Assimilação Média</i> * <i>Capacidade de Transformação Média</i> * <i>Capacidade de Exploração Média</i> → Capacidade Absortiva Alta | 0.873333 | 0.502558 |
| Capacidade de Aquisição Média * Capacidade de Assimilação Alta * Capacidade de Transformação Média * Capacidade de Exploração Alta → Capacidade Absortiva Alta (B) <i>Capacidade de Aquisição Média</i> * <i>Capacidade de Assimilação Alta</i> * <i>Capacidade de Transformação Média</i> * <i>Capacidade de Exploração Alta</i> → Capacidade Absortiva Alta | 0.875000 | 0.617647 |

Fonte: Rohenkohl et al. (2018)

1. A combinação (A) revela que para alcançar uma CA Alta uma combinação é de a) Capacidade de Aquisição Alta e b) Capacidade de Assimilação Alta e c) Capacidade de Transformação Média e d) Capacidade de Exploração Média; e

2. A combinação (B) informa a) Capacidade de Aquisição Média e b) Capacidade de Assimilação Alta e c) Capacidade de Transformação Média e d) Capacidade de Exploração Alta implicam uma CA Alta.

A aplicação do método fsQCA mostrou-se como uma ferramenta útil para a identificação da composição de diferentes níveis de CA das firmas. Com isso, permite ampliar a reflexão a respeito dos argumentos teóricos de Zahra e George (2002), assim como de fatores relevantes para elaboração de políticas públicas e privadas que objetivem elevar a capacidade inovativa de firmas localizadas em países em desenvolvimento e, assim, potencializar a competitividade destes atores.

O exercício realizado permitiu compreender para o grupo de 32 firmas analisadas que ter capacidade elevada em pelo menos uma das dimensões da Capacidade Potencial (CP) é condição necessária para alcançar uma Capacidade Absortiva Alta. Do ponto de vista metodológico, isto é uma testagem positiva da proposição teórica de Zahra e George (2002) de dividir a CA nas categorias Potencial e Realizada. Também é um exercício de diálogo entre teoria e evidências, uma vez que, caso haja uma repetição deste padrão em outros recortes empíricos, a CAP adquire outra significação teórica, a de capacitação necessária para elevada Capacidade Absortiva de firmas com interação com universidades.

Uma política de elevação da capacidade inovativa que contemple a CA das firmas tem de focalizar esforços para que as firmas alcancem níveis elevados na CP. Por outro lado, Capacidade Realizada (CR) tem de ter combinação de níveis de Capacidade de Transformação e de Exploração Médios ou Altos para obter uma configuração suficiente para uma elevada Capacidade Absortiva.

Assim, a partir dos resultados encontrados, pode-se inferir que para desenvolver CA alta em firmas que já possuem esforços de interação com universidades, ações estratégicas não precisam focalizar necessariamente nas quatro dimensões da Capacidade Absortiva com a mesma intensidade. Um indicativo claro da análise feita é que em firmas que possuem esforços de interação com universidades, a atenção inicial deve dirigir-se para elevar a capacidade de aquisição e assimilação porque um nível alto de capacitação em ao menos uma destas dimensões é necessário. Porém, ao mesmo tempo é insuficiente. Assim, as ações para ampliar as competências nas capacidades de transformação e exploração também precisam ser estruturadas e implementadas gradativamente, pois capacitações de grau médio ou alto nestas dimensões são fundamentais para que as firmas melhor usufruam do conhecimento externo e estabeleçam

configuração organizacional suficiente para obter alta capacidade absorptiva. Por que isso é relevante? Porque quanto mais possível for conhecer as idiosincrasias das firmas latino-americanas em termos de absorção e inovação, mais úteis serão os resultados das pesquisas para a elaboração de ações estratégicas para que elas sejam capazes de absorverem conhecimentos ainda não dominados e, assim, mais condições terão de avaliar a relevância destes para seus processos produtivos e inovativos. Ainda a respeito da relevância de se conhecer melhor a realidade da geração de inovação de firmas latino-americanas com o uso de fsQCA, sugere-se aqui dois estudos muito bem elaborados, Reichert (2015) e Teixeira (2020).

Implicações para América Latina e o Caribe

As características históricas e constitutivas dos sistemas de inovação das economias da ALC fazem com que a quantificação de processos e características inovativas amparada em indicadores consolidados na literatura podem ser plenamente adequados. Em geral, tais indicadores são metodologicamente guiados e/ou adequados para estudos do tipo *variable-oriented*, baseados em amostras estatisticamente suficientes e estabelecidas *a priori*. O ponto central a ser destacado aqui é que os resultados (homogêneos) podem ocultar a diversidade entre os casos. Este artigo, procurou contribuir para o entendimento de que a quantificação dos processos inovativos pode ser mais acurada pelo uso complementar de outras metodologias, notadamente quando se considera a reconhecida heterogeneidade intra e intersetorial das estruturas produtivas e tecnológicas na ALC.

Foi proposta (e aplicada), assim, a técnica QCA – especificamente a fsQCA – que permite realizar estudos do tipo *diversity-oriented*, cujo objetivo principal é identificar causalidade explicativa, e deixar em segundo plano a generalização homogênea das explicações causalidade. A técnica fsQCA é talhada para o entendimento de “como” ocorrem os processos em contextos de diversidade e de heterogeneidade. Com isso, é possível a adaptação de uma teoria, ou o alargamento de sua aplicação, ou até mesmo a proposição de uma nova teoria.

Nesse sentido, desde que haja uma articulação epistêmica integrada, a aplicação de recursos empíricos baseados em fsQCA pode ser um recurso adicional importante para estudos de inovação tecnológica na ALC, uma vez que as bases estabelecidas de informações são, em geral, projetadas

para abordagens *variable-oriented*, (tais como são os casos do Brasil, México e Argentina). Assim, o uso de questionários específicos, pensados para o emprego de fsQCA em *surveys* adequados aos contextos produtivos da ALC, pode ser enriquecedor para a melhor compreensão dos processos de mudança tecnológica, e, adicionalmente, subsidiar políticas públicas mais ajustadas para as realidades de setores e economias.

Considerações finais

A utilização do fsQCA aponta que esta abordagem de pesquisa contribui para um alargamento das variáveis utilizadas para inferir combinações dos processos de capacitação organizacional para a inovação e relacioná-las com diferentes resultados de desempenho. Isto foi efetuado em diferentes recortes: um no nível da organização e outro no nível setorial. Um conjunto de informações pouco utilizado pelos métodos tradicionais pôde ser incorporado para auxiliar na compreensão mais robusta da capacitação organizacional para inovar.

O estudo do Polo de Defesa de Santa Maria permitiu analisar um esforço de institucionalização de uma articulação de protagonistas para criar um ambiente inovativo local sem cair na armadilha do relativismo científico. A inferência com fsQCA mostrou-se complementar ao diagnóstico implementado com a tabulação de frequências.

No caso das firmas que interagem com universidades, foi possível estabelecer condições necessárias e suficientes para obter capacidade absorptiva elevada de um grupo heterogêneo de firmas em termos de tamanho e segmento industrial de atuação. Apurou-se como as firmas analisadas obtiveram elevada capacidade absorptiva a partir da combinação de diferentes intensidades nas dimensões de Capacidade Potencial e Capacidade Realizada.

Os dois casos apresentados exploraram a técnica de análise de dados da fsQCA na medida em que efetuaram um dos passos fundamentais da pesquisa para a diversidade, ou seja, calibraram *fuzzy sets* em diálogo com conhecimentos teóricos e empíricos. No entanto, a inferência da capacidade absorptiva de firmas valeu-se de dados coletados para uma pesquisa *variable-oriented* conduzida por Rosa (2013). No estudo do Polo de Defesa, embora o questionário buscasse respostas abertas e manejáveis para nuances linguísticas como alto, médio e baixo, faltou planejar previamente o uso das variáveis-base para os conjuntos. As adaptações em ambas as

investigações limitaram um aproveitamento mais profundo do fsQCA como abordagem de pesquisa *diversity-oriented*. A elaboração do questionário levando em conta o uso de variáveis-linguísticas para a obtenção de *fuzzy sets* e processamento do fsQCA permite ainda maior atenção à diversidade e seleção, conforme efetuado em Rohenkohl (2002) e Neis (2021).

Bibliografia

- Almeida, M. A. G.; Lins, H. N. e Catela, E. Y. S. (2020). “Cadeias Globais de Valor, Inovação e Upgrading: estudo sobre empresas industriais argentinas com base em microdados”. *Revista de Economia Contemporânea*, vol. 24, nº 3.
- Bell, M. e Pavitt, K. (1993). “Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed and developing countries”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, nº 2, pp. 157-210.
- Betarelli Junior A. A. e de Freitas Ferreira, S. (2018). *Introdução à Análise Qualitativa Comparativa e aos Conjuntos Fuzzy (fsQCA)*. Brasília: EDAP.
- Beynon, M.; Jones, P. e Pickernell, C. D. (2016). “Country-level investigation of innovation investment in manufacturing: Paired fsQCA of two models”. *Journal of Business Research*, vol. 69, nº 11, pp. 5401-5407.
- Camisón, C. y Fóres, B. (2010). “Knowledge absorptive capacity: new insights for its conceptualization and measurement”. *Journal of Business Research*, vol. 63, nº 7, pp. 707-715.
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1989). “Innovation and Learning: the two faces of R&D”. *The Economic Journal*, nº 99, pp. 569-596.
- _____ (1990). “Absorptive-Capacity, a New Perspective on Learning and Innovation”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, nº 1, pp. 128-152.
- Crespo, C. y Crespo, N. (2016). “Global innovation index: Moving beyond the absolute value of ranking with a fuzzy-set analysis”. *Journal of Business Research*, vol. 69, nº 11, pp. 5265-5271.

- Dutrénit, G. (2000). *Learning and knowledge management in the firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing.
- Edquist, C. (1997). *Systems of innovation*. London: Frances Pinter.
- Etzkowitz, H. e Leydesdorff, L. (1996). “Emergence of a Triple Helix of university-industry-government relations”. *Science and Public Policy*, vol. 23, n° 5, pp. 279-286.
- _____ (2000). “The dynamics of Innovation from National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of university-industry-government relations”. *Research Policy*, vol. 29, n° 2, pp. 109-123.
- Figueiredo, P. N. (2004). “Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil”. *Revista Brasileira de Inovação*, vol. 3, n° 2, pp. 323-362.
- Florio, B. P. (2018). *Arranjos Institucionais para Inovação Tecnológica do Polo de Defesa e Segurança de Santa Maria*. Tesis de maestría. Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento. Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria.
- Giuliani, E. e Bell, M. (2005). “The Micro-Determinants of Meso-Level Learning and Innovation: Evidence Form a Chilean Wine Cluster”. *Research Policy*, n° 34, pp. 47-68.
- Jiménez-Barrionuevo, M. M.; García-Morales, V. J. e Molina, L. M. (2011). “Validation of an instrument to measure absorptive capacity”. *Technovation*, pp. 190-202.
- Khedhaouria, A. y Thurik, R. (2017). “Configurational conditions of national innovation capability: A fuzzy set analysis approach”. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 120, pp. 48-58.
- Kim, L. (1997). *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea’s Technological Learning*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Lall, S. (1992). “Technological capabilities and industrialization”. *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186.
- Lundvall, B.-Å. (1993). *National Systems of Innovation*. London: Frances Pinter.
- Neis, A. (2021). *Análise Comparativa da Capacidade de Absorção de Conhecimento das Empresas de Autopeças do Rio Grande do Sul*. Tesis

de maestria. Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento. Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria.

Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: a comparative study*. Oxford: Oxford University Press.

Organization for economic Cooperation and Development (OECD) (2006). *Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. Rio de Janeiro: FINEP/OECD.

Ragin, C. (1987). *The Comparative Method: moving beyond qualitative and quantitative strategies*. California: University of California Press.

_____. (2000). *Fuzzy-Set Social Science*. Chicago: University of Chicago Press.

_____. (2006). "Set Relations in Social Research: Evaluating Their Consistency and Coverage". *Political Analysis*, vol. 14, nº 3, pp. 290-310.

Reichert, F. M. (2015). *The Nature of Innovation in Low-Tech Firms*. Tesis de doctorado. Escola de Administração. Programa de Pós-Graduação em Administração. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/129825>.

Rihoux, I. B. e Ragin, C. (eds.) (2008). *Configurational Comparative Methods. Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Techniques: Applied Social Research Methods*. Sage. Thousand Oaks, CA-London: SAGE.

Rohenkohl, J. E. (2002). *Sistemas de Terminação de Suínos: uma análise econômica e ambiental a partir da teoria dos conjuntos fuzzy*. Tesis de maestria. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Rohenkohl, J. E. e Martinelli, O., Jr. (2018). "A relação entre preço e qualidade: uma contribuição metodológica utilizando lógica fuzzy". *Textos de Economia*, vol. 21, pp. 97-123.

Rohenkohl, J. E.; Rosa, A. C.; Ruffoni, J. y Martinelli, O. Jr. (2018). "Condições Necessárias e Suficientes para a Capacidade de Absorção de Empresas que Interagem com Universidades". *Anais 46 Encontro Nacional de Economia (ANPEC)*. Rio de Janeiro.

- Rosa, A. C. (2013). *Capacidade Absortiva de Empresas que Possuem Interação com Universidades*. Tesis de maestría en Economía. Programa de Pós-Graduação em Economia. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Rosa, A. C. e Ruffoni, J. (2014). “Mensuração da capacidade absorptiva de empresas que possuem interação com universidades”. *Economia e Desenvolvimento*, vol. 26, pp. 80-104.
- Schneider, C. Q. e Wagemann, C. (2010). “Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Fuzzy-Sets: Agenda for a Research Approach and a Data Analysis Technique” y “Standards of Good Practice in Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Fuzzy-Sets”. *Comparative Sociology*, vol. 9, n° 3, pp. 376-418.
- Scott, W. R. (2008). *Institutions and Organizations: ideas, interests and identities*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Sutz, J. (2000). “The university–industry–government relations in Latin America”. *Research Policy*, vol. 29, n° 2, pp. 279-290.
- Teixeira, A. L. S. (2020). *Determinantes organizacionais e especificidades da capacidade de absorção de firmas no Brasil*. Tesis de doctorado. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. Disponible en: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/32496>.
- Teixeira, A. L. S.; Rapini, M. S. e Caliari, T. (2020). “Organizational determinants and idiosyncrasies of firm’s absorptive capacity in a developing country”. *Science and Public Policy*, vol. 47, n° 3, pp. 384-395.
- Viegas, T. O. C.; De Paula, G. M. e Arantes, L. (2018). “Surveys de Inovação do Brasil: uma análise comparativa com surveys internacionais”. *Anais III Encontro de Economia Industrial e Inovação*. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia.
- Zahra, S. A. e George, G. (2002). “Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension”. *Academy of Management Review*, vol. 24, n° 2, pp. 185-203. Grupo de Estudos em Capacidade Estatal, Segurança e Defesa (GECAP) (2017). *Seminários de Pesquisa*. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria.

Capítulo 3.

Una guía rápida para realizar investigación basada en estudios de caso sobre acumulación de capacidades tecnológicas

Arturo Torres, Gabriela Dutrénit, Alexandre O. Vera-Cruz

Introducción

Los estudios de caso a nivel de empresa han ganado una creciente popularidad, constituyéndose como uno de los diseños de investigación más ampliamente utilizados y fértiles en el campo de las ciencias sociales en general y de los estudios sobre ciencia, tecnología e innovación (CTI) en particular. Si bien los estudios de caso tienen un importante potencial y muchas fortalezas, también tienen algunas restricciones o limitaciones, que aquellos que se acercan a un diseño de la investigación basado en estudios de caso deben conocer. El objetivo de este capítulo es proporcionar una visión sintética, lo más completa posible, sobre esta estrategia de investigación, dando respuesta a preguntas como las siguientes: ¿qué es un estudio de caso?, ¿cuándo se utiliza esta estrategia de investigación?, ¿cuáles son las etapas de la investigación basada en este diseño? y ¿cuáles son sus fortalezas y limitaciones?

Se asume que los lectores de este capítulo están interesados en realizar empíricamente un estudio de caso y no en el método *per se*. Dado lo anterior, en la exposición se buscará dar ejemplos de la aplicación práctica de esta estrategia de investigación, mediante referencias a estudios de caso realizados a lo largo de nuestra experiencia en el campo de la CTI, particularmente sobre temas de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas a nivel de las empresas.

Para cumplir con el objetivo y describir los pasos que hay que dar para usar esta estrategia de investigación en el campo de la CTI en América Latina, el capítulo se ha estructurado en ocho secciones. Después de esta introducción, se proporcionan los conceptos clave del diseño de un estudio de caso. Luego se detallan los tipos de estudios de caso. La cuarta sección describe las características del diseño de la investigación y en la siguiente se analizan los procesos de recolección de datos y la estructuración de la evidencia empírica. A continuación, se caracterizan las técnicas para validar la información obtenida. En la anteúltima sección se exploran los procedimientos para analizar la evidencia y, finalmente, se presentan algunas reflexiones finales.

Conceptos clave: qué es y cuándo utilizar el diseño de estudio de caso

El estudio de caso es una estrategia de investigación frecuentemente utilizada en tesis y artículos en disciplinas como la sociología, la ciencia política, antropología, historia, economía y otras ciencias sociales, aunque no es privativo de estas. Muchas veces las y los estudiantes tienen de entrada la idea de que deben o les gustaría usar la estrategia de estudios de caso para realizar su investigación sin siquiera haberse planteado con claridad un objetivo o una pregunta de investigación que conduzca a la selección de esta estrategia de investigación. Cabe destacar que un requisito esencial del estudio de caso como estrategia de investigación es el tipo de pregunta(s) que se plantea en el diseño de la investigación. Un esquema de categorización básico para los tipos de preguntas que demandan realizar un estudio de caso se refiere a los siguientes conceptos: quién, qué, dónde, cómo y por qué.

De una manera general, podemos identificar dos grandes enfoques de investigación: cuantitativa y cualitativa. Las preguntas sobre el cuánto, qué tanto, en qué medida, requieren la recolección de datos y el uso de técnicas científicas que probablemente llevarán a la producción de conclusiones cuantificables y generalizables. Estas preguntas llevarán al investigador o investigadora al campo de los métodos cuantitativos. Por otra parte, si la pregunta requiere conocer el cómo y por qué, esto llevará al análisis de la naturaleza de una situación o fenómeno, que va más allá de la frecuencia o incidencia de este. Se estará entonces en el campo de la investigación cualitativa.

De acuerdo con Yin (2003), el tipo de pregunta de investigación apunta hacia el diseño adecuado para responderla. El método de estudio de

caso está dirigido a responder preguntas de investigación que se pueden reducir a los términos simples del cómo o por qué sucedió un fenómeno. Es decir, un estudio de caso busca entender la naturaleza de una situación o fenómeno y mostrar por qué este constituye un caso ilustrativo, único o ejemplar de algo.

De acuerdo con Yin, la decisión de usar una estrategia de investigación depende de tres condiciones: el tipo de preguntas, el nivel de control del investigador sobre el evento y la ubicación temporal del fenómeno (histórico o contemporáneo). El cuadro 1 lista estos aspectos.

Cuadro 1. Estrategias de investigación y su uso

| Estrategia | Tipo de preguntas de investigación | ¿Requiere el control de eventos conductuales? | ¿Tiene su foco en acontecimientos contemporáneos? |
|----------------------|---|--|--|
| Experimento | ¿Cómo y por qué? | sí | sí |
| Encuesta | ¿Quién, qué, dónde, cuántos y qué tanto? | no | sí |
| Análisis de archivos | ¿Quién, qué, dónde, cuántos y qué tanto? | no | sí/no |
| Historia | ¿Cómo y por qué? | no | no |
| Estudios de caso | ¿Cómo y por qué? | no | sí |

Fuente: Yin (2003)

Un estudio de caso se utiliza cuando (Yin, 2003):

- a. Los investigadores buscan responder las preguntas ¿cómo? o ¿por qué?
- b. El investigador tiene poco control sobre los eventos.
- c. El foco de la investigación es sobre fenómenos contemporáneos dentro de un contexto de la vida real.
- d. Los límites entre el fenómeno y el contexto no son notoriamente evidentes.

El estudio de caso es una exploración en profundidad desde múltiples perspectivas de la complejidad y unicidad de un proyecto particular, institución, política, programa o sistema en el contexto de vida real (Simons, 2009: 21). Un estudio de caso es más que una descripción o historia de un evento.

Como todos los métodos de investigación, en el estudio de caso se recoge evidencia de manera ordenada, se estudia la interrelación entre variables y se realiza un estudio sistemáticamente planeado. Permite que el investigador se concentre en situaciones o instancias específicas e identifique los varios procesos interactivos que están operando en una situación o fenómeno.

Cuando hablamos de un caso, este debe ser un caso sobre un fenómeno. De acuerdo con Wieviorka (1992), cuando nos referimos a un caso, estamos hablando de dos elementos: a) el sujeto y b) el marco analítico u objeto. Supongamos que en una investigación se propone realizar el estudio de caso de la empresa CEMEX (Torres y Jasso, 2016), una de las empresas globales mexicanas productora de cemento y concreto. Esta constituiría el objeto, pero ¿esta empresa sería un buen ejemplo de qué? ¿Del proceso de multinacionalización de una empresa de un país emergente?, ¿del papel de la construcción de capacidades tecnológicas en la expansión internacional de una empresa?, ¿de la generación de capacidades organizacionales en empresas de países de industrialización tardía? Para cada una de estas preguntas, la empresa debería de ser un buen caso para describir, ilustrar y analizar lo que plantea el objeto o marco analítico. Es así como se constituye en un caso a ser estudiado. Pero todas las preguntas son diferentes y el caso que se estudia en cada pregunta difiere.

¿Cuándo un caso se convierte en un caso de algo? De acuerdo con Thomas (2011: 15), un caso se convierte en la base de un estudio de caso cuando:

1. Es un buen ejemplo del marco analítico que se está utilizando.
2. Demuestra algo interesante en términos de nuestro análisis debido a su peculiaridad.
3. Es un ejemplo de un foco analítico que surge en virtud de nuestra experiencia personal.

El estudio de caso como estrategia de investigación comprende la lógica del diseño, las técnicas de recolección de datos, el acercamiento para el análisis de los datos y el reporte escrito (Yin, 2003).

Tipos de estudio de caso

La investigación basada en estudios de caso puede incluir casos únicos (*single cases*) o estudios de caso múltiples (*multiple case studies*). Cada una

de estas variantes del diseño responde a diferentes necesidades y objetivos de la investigación.

El estudio de caso único

La racionalidad del diseño de un estudio de caso único responde a las siguientes características de los casos (Yin, 2003):

- a. Se trata de un caso crítico para probar una teoría. El caso se elige por su poder para confirmar, extender o retar una teoría existente. Se utiliza para determinar si las proposiciones de una teoría particular son generales o si podría existir un conjunto de explicaciones alternativas.
- b. Es un caso extremo o único que, dada su rareza, merece ser documentado.
- c. Es un caso representativo o típico que captura la experiencia de una organización, proyecto o institución promedio. Por ejemplo, puede representar un proyecto típico dentro de un conjunto de proyectos, o una empresa o una organización típica de una industria o sector.
- d. Se trata de un caso revelador, que permite observar y analizar un fenómeno previamente inaccesible a la investigación científica.

El estudio de caso múltiple

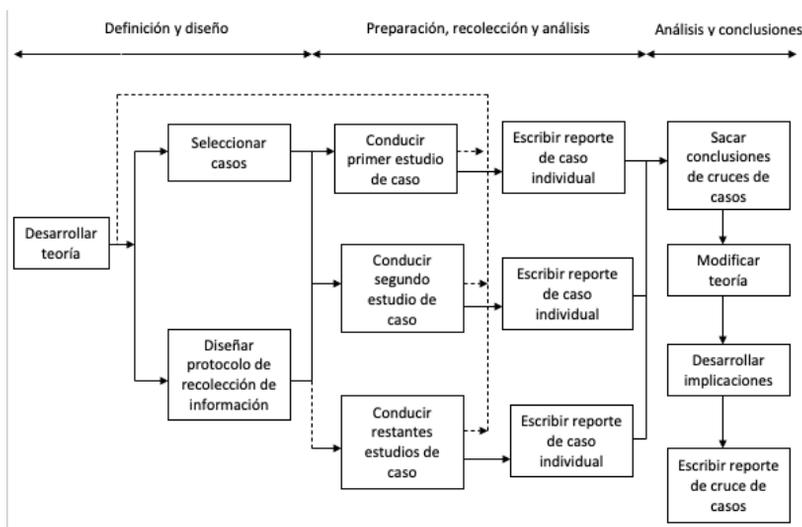
Este tiene una racionalidad diferente del caso único. Los estudios de caso múltiples tienen fundamentalmente un propósito de *replicación*. Se pregunta si los casos seleccionados predicen resultados similares (replica literal) o predicen resultados contrastantes por razones predecibles (replica teórica). En la réplica literal se requiere que el marco de análisis establezca las condiciones bajo las cuales es probable encontrar una réplica, así como las condiciones en las que ocurre (Yin, 2003).

Un caso aislado no es susceptible de generalizaciones y está potencialmente abierto a diversas distorsiones en su interpretación (Leonard-Barton, 1995, 41), por lo tanto, la evidencia surgida del estudio de caso múltiple suele ser más confiable y la investigación generalmente adquiere un carácter más sólido (Herriot y Firestone, 1983). El estudio de caso

múltiple aumenta la validación externa y ayuda a prevenir interpretaciones distorsionadas en la observación (Leonard-Barton, 1995, 47-48), como se analiza en la antepenúltima sección de este capítulo.

El diagrama 1 describe los pasos que implica la elaboración de un caso múltiple. Un punto esencial es el desarrollo de un marco teórico, el cual establece las condiciones bajo las cuales se espera que el fenómeno estudiado se replique. Se seleccionan los casos y se conducen los estudios de caso. La selección de casos conlleva una cierta intuición sobre los que podrían estar mostrando un comportamiento similar y los que no. Hay un orden en este proceso, se conduce el primer estudio de caso y posteriormente los siguientes, generalmente como réplicas literales. Cabe destacar que cada caso constituye un estudio particular, cuyas conclusiones son consideradas. Esto arrojará algunos resultados muy similares, mientras que otros resultados serán no previsibles, lo que contrastará con la teoría. Estos casos podrían estar definiendo nuevos patrones con nuevos factores explicativos. Para cada caso se elabora un reporte, que será la base del análisis comparativo (cruce de casos).

Diagrama 1. El estudio de caso múltiple



Fuente: Yin (2003)

El cuadro 2 proporciona un ejemplo del diseño y aplicación de un estudio de caso múltiple sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México (Dutrénit *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Estudio: acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México

Preguntas de investigación

¿Cómo ha sido el proceso de acumulación en las empresas maquiladoras?

¿Qué patrones de acumulación han emergido?

¿Por qué algunas empresas maquiladoras han acumulado más rápido que otras?

Marco analítico

Procesos de acumulación de capacidades tecnológicas (Bell y Pavitt, 1995; literatura sobre el comportamiento de las empresas multinacionales y empresas globales). A partir de esta literatura, se presenta una matriz de capacidades tecnológicas adaptada al caso de la industria maquiladora de exportación en México.

Tipo de estudio: estudio de caso múltiple.

Se seleccionaron tres empresas maquiladoras: Delphi, Philips y Thomson. Se siguió una lógica de réplica literal, es decir, se seleccionaron casos similares que tuvieran resultados ejemplares, ubicados en la misma localidad (Ciudad Juárez, Chihuahua, México). Los casos son similares en el sentido de que avanzaron en la acumulación de capacidades tecnológicas y llevaron a cabo actividades de innovación. Se diferencian en el nivel de capacidades tecnológicas adquiridas (intermedias o avanzadas). Esto permitió identificar los factores que explican esas diferencias.

La investigación se centró en analizar el cómo y por qué de esos resultados: ¿cómo fue el proceso de acumulación y por qué algunas maquiladoras acumularon más rápido que otras?

La selección de los casos tomó en consideración la riqueza de información que podían proveer y la oportunidad que ofrecían para aprender sobre los temas investigados.

Principales fuentes de información

Entrevistas abiertas a expertos de la industria maquiladora de exportación, incluyendo directivos generales y técnicos de las subsidiarias, directores de cámaras industriales, proveedores locales, profesionales independientes y expertos en el ramo. Se realizaron aproximadamente veinte entrevistas por caso.

Principales tópicos de las entrevistas

- Historia de la maquila en México y Ciudad Juárez.
- Factores de atracción de las maquiladoras de la localidad.
- Evolución de las actividades técnicas desarrolladas en la localidad, particularmente en el diseño de procesos y productos.
- Ejemplos de actividades de innovación realizadas.
- Problemática de la relación entre maquiladoras e instituciones locales.
- Problemática de la relación entre maquiladoras y proveedores locales.

Fuente: Dutrénit *et al.* (2006)

Tipos de estudios de caso de acuerdo con su propósito

Los estudios de caso pueden clasificarse de acuerdo con su propósito en: exploratorios, descriptivos, explicativos o evaluativos. Adicionalmente, de acuerdo con su acercamiento o foco pueden buscar probar una teoría o construirla.

Un estudio de caso exploratorio puede simplemente describir un fenómeno. Este puede ser el primer paso de un estudio más profundo. Los estudios de caso pueden buscar explicar un fenómeno en sus múltiples facetas, e identificar la variedad de interrelaciones entre las piezas o factores que lo explican. En el estudio de caso exploratorio, el investigador se enfrenta a la perplejidad de algo nuevo, sobre lo que existe aún poco conocimiento previo. Los estudios de caso evaluativos tienen la expectativa de saber o conocer si algo está funcionando bien, si algo se hace de otra manera o mejora los resultados a partir de que se ha introducido un cambio. Este tipo de diseño involucra usualmente la medición de algo, bien sea medir los resultados o medir las mejoras realizadas en un proceso dado.

Diseño del estudio de caso

Un diseño de la investigación es la lógica que vincula los datos obtenidos (y las conclusiones que se deben extraer) con las preguntas iniciales del estudio. Cada estudio empírico tiene implícita o explícitamente un diseño de investigación, es decir, una serie de pasos que va desde la pregunta de investigación hasta la respuesta, entre los cuales se incluye la recolección y el análisis de los datos relevantes. El diseño de la investigación es un modelo lógico de prueba que permite al investigador dibujar inferencias concernientes a relaciones causales entre las variables bajo investigación; guía al investigador en el proceso de recoger, analizar e interpretar observaciones.

Un paso inicial es la formulación del problema de investigación, que incluye las preguntas, los objetivos y las proposiciones o hipótesis. En esto juega un papel crucial la revisión de la literatura. Articular la teoría con lo que se está estudiando ayudará a plantear las preguntas relevantes y a llevar a la práctica el diseño de los estudios de caso. También llevará a posicionarse en la discusión de la literatura actual, a articular las aportaciones derivadas de la investigación realizada con el concierto de ideas y a definir con precisión la contribución al estado del arte.

Si no se tiene un problema específico de investigación, debe revisarse la literatura en un área amplia de interés, con la finalidad de ir acotando gradualmente el foco hacia lo que se desea investigar. Después de esa reducción gradual del foco de la investigación, con ayuda de la revisión de la literatura, se debe precisar el problema de investigación. Se debe tener una idea razonablemente específica de lo que se quiere estudiar.

En general, el problema que se desea investigar tiene sus raíces en una serie de teorías que se han desarrollado desde diferentes perspectivas. La información obtenida de diferentes libros y artículos debe clasificarse bajo los principales temas y teorías, destacando los acuerdos y desacuerdos entre los autores e identificando las preguntas o vacíos de la literatura. Esto debe estar en la base para desarrollar la revisión de la literatura o el marco teórico del trabajo. El cuadro 3 describe esta actividad.

Cuadro 3. La revisión de la literatura

¿Para qué sirve?, ¿cuál es su papel en el proceso de investigación?

- Es parte integral del proceso de investigación.
- Ayuda a identificar el área de interés y establece las raíces teóricas del estudio.
- Clarifica las ideas para desarrollar la metodología de investigación.
- Hay que integrar los hallazgos dentro del cuerpo existente de literatura; comparar esos hallazgos con los estudios previos.
- La revisión de la literatura juega un papel muy importante en darle forma al problema de investigación; ayuda a conceptualizarlo con mayor claridad.
- Ayuda a centrarse en las áreas relevantes y válidas para el estudio.

¿Cómo revisar la literatura?

- Hay que iniciar con una idea específica de lo que se quiere estudiar.
- Hay que moverse gradualmente desde un área general (broad) hacia áreas específicas (narrow).
- Leer críticamente; identificar los temas y cuestiones relevantes.
- Identificar las teorías propuestas, su base y las críticas realizadas a estas, las metodologías adoptadas (diseño de la investigación, tamaño de la muestra, procedimientos de medición) y criticar esos métodos.
- Ubicar las diferencias significativas entre las diferentes opiniones de las y los investigadores, emitir una opinión acerca de la validez de esas diferencias.
- Identificar áreas en las que haya vacíos de conocimiento.

Cuatro pasos en la revisión de literatura

- Búsqueda de literatura existente en el área de estudio
- Revisión de la literatura seleccionada
- Desarrollo del marco teórico
- Desarrollo de un marco conceptual

Mientras que el marco teórico consiste en las teorías o cuestiones en las que se inserta el estudio a realizar, el marco conceptual describe los aspectos que se seleccionaron del marco teórico para que se conviertan en la base de la investigación. El marco conceptual es la base del problema de investigación. Se deriva del marco teórico y generalmente se centra en los conceptos y relaciones que se convierten en la base de su estudio.

Fuente: elaboración propia sobre la base de Yin (2003) y Kumar (2011)

Se puede pensar acerca del diseño de la investigación como un “modelo” que contiene los siguientes componentes:

- 1) La formulación del problema de investigación y las preguntas.
- 2) Propositiones o hipótesis.
- 3) Definición del caso y unidad de análisis.
- 4) Operacionalización: la lógica que liga los datos y las proposiciones.

La formulación del problema de investigación: la pregunta y los objetivos

Como fue señalado anteriormente, el tipo de pregunta de investigación apunta hacia el diseño adecuado para responderla. Aunque la sustancia de la pregunta de investigación puede variar, el diseño de investigación basado en estudios de caso requiere que la pregunta pueda reducirse a las preguntas simples del cómo y por qué.

En términos generales, cualquier pregunta que desee que se responda y cualquier suposición o afirmación que se desee cuestionar o investigar puede convertirse en un problema de investigación o un tema de investigación para su estudio. Cabe afirmar que el objetivo de la investigación es expandir el conocimiento, descubrir hechos no triviales y adicionar al conocimiento existente. Es importante mencionar que no todas las preguntas pueden transformarse en problemas de investigación y algunas pueden resultar extremadamente difíciles de estudiar. La revisión de la teoría ayuda a delimitar las preguntas de investigación y reducirlas a los términos simples del qué, cómo, dónde o cuándo.

El proceso de formulación de un problema de investigación consta de varios pasos. El trabajo a través de estos pasos presupone un nivel razonable de conocimiento en la amplia área temática dentro de la cual se llevará a cabo el estudio y la metodología de investigación en sí. La revisión de la literatura relevante ayuda enormemente a ampliar esta base

de conocimientos. Sin tal conocimiento, es difícil “diseccionar” un área temática de manera clara y adecuada.

Es necesario formular objetivos generales o principales, así como objetivos específicos, que surgen de esas preguntas de investigación. La principal diferencia entre los objetivos y las preguntas de investigación es la forma en que están redactados (Kumar, 2011).

Las preguntas de investigación son obviamente eso: preguntas. Los objetivos transforman estas preguntas en objetivos de comportamiento mediante el uso de palabras orientadas a la acción, como “analizar”, “determinar”, “examinar”, etc. Algunos investigadores e investigadoras prefieren invertir el proceso, es decir, parten de objetivos y formulan preguntas de investigación a partir de ellos. Otros solo formulan preguntas de investigación y no formulan objetivos. Hay investigaciones que diferencian entre la pregunta de investigación principal y algunas preguntas subsidiarias, más específicas.

La generación de proposiciones o hipótesis

Esta actividad ayuda a dirigir la atención hacia un aspecto que debe ser examinado dentro de la amplitud del estudio. La importancia de las proposiciones radica en el hecho de que ayudan a enfocar la búsqueda. Las proposiciones delimitan, dan rumbo y ponen límites a la búsqueda. Asimismo, apuntan hacia los datos relevantes requeridos para dar respuesta a la pregunta de investigación.

La hipótesis es una conjetura, especulación o preconcepción imaginativa. La conjetura se expone al criticismo para explicar si el mundo imaginado es o no es como el real. Se puede decir que se define como la respuesta probable a la pregunta de investigación, que tiene que probarse o desaprobarse. Son intuiciones sobre la relación entre variables. Las proposiciones o hipótesis son una guía importante para el investigador. No obstante, en estudios caso de tipo exploratorio, en los que se conoce muy poco sobre el problema a investigar, se suele no plantear hipótesis.

Definición del caso y la unidad de análisis

Un tercer componente en el diseño de la investigación está relacionado con el problema fundamental de la definición del “caso” y la unidad

de análisis. Este es un tema que preocupa a las y los investigadores. Yin (2003), citando a Platt (1992), describe cómo en los primeros estudios de caso, realizados en la escuela de sociología de Chicago, los casos eran historias de vida de delincuentes juveniles u hombres abandonados. En cada situación, una persona individual era el caso que se estudiaba y los individuos eran la unidad principal de análisis.

El caso también puede ser algún evento o entidad que está menos definida que un individuo. Se pueden hacer estudios de caso sobre decisiones, programas, cambio organizacional, procesos de aprendizaje en las empresas, vinculación academia-empresa, etc. Stake (2005), señala que el estudio de caso es una elección de lo que debe ser estudiado por cualquier método que elijamos estudiarlo (analíticamente, holísticamente, orgánicamente, culturalmente, o por métodos mixtos), pero concentrándonos en el caso.

Un estudio de caso es más que una descripción o historia de un evento. La selección del caso a estudiar tiene sus raíces en el planteamiento teórico. Este responde a las diferentes necesidades y objetivos de la investigación y a los propósitos de esta, como fue discutido previamente en este texto. Por otra parte, Patton (1990) propone como un poderoso criterio para seleccionar un caso la abundancia de información que pueda proveer y las oportunidades de aprendizaje que ofrece sobre el tema de estudio de la investigación.

Otro tema importante en el diseño de investigación, que va ligado a la selección del caso, es el de la definición de la unidad de análisis. La definición de la unidad de análisis no es un asunto sencillo. Yin (2003) señala que la forma como has definido tu pregunta de investigación debe proporcionar elementos para definir inicialmente una unidad de análisis. Siempre existe una unidad o conjunto de unidades con relación a las cuales se recogen y analizan los datos. La definición de la unidad de análisis depende en gran medida de la elección de la problemática a ser abordada, y desde qué perspectiva se va a abordar. Yin ejemplifica la relación entre caso y unidad de análisis con la empresa Samsung. El área de estudio que plantea es la competencia económica internacional. El caso se constituye por la empresa coreana Samsung, como un caso simple de estudio sobre las políticas críticas que hacen competitiva a una empresa. En el ejemplo, las características de la economía coreana son parte del contexto y la unidad de análisis elegida es “el desarrollo del horno de microondas de Samsung”, que sirve para ilustrar cómo las políticas nacionales afectan la competitividad.

La unidad de análisis puede definirse como el tipo de objeto delimitado por el investigador o investigadora para ser investigado, en ese sentido, es un concepto, tiene un referente abstracto (Azcona, 2013). La unidad de observación es el referente empírico que el investigador utiliza para obtener los datos. Se puede entender la unidad de análisis como un recorte de las dimensiones de la realidad desde cierto enfoque conceptual.

Por ejemplo, Sampredo (2008) elige como unidad de análisis la “interfaz” creada entre las empresas de software y los actores del entorno, en su investigación doctoral *Capacidades de absorción de información y conocimiento a partir de la creación de interfaces en la industria de software: el caso de empresas mexicanas*. Partiendo de la idea de que uno de los principales problemas de las empresas de software, tanto a nivel nacional como internacional, es la ausencia de mecanismos para sistematizar los procesos de desarrollo de software, en particular para las micro y pequeñas empresas, se plantea que una forma de lograr esa sistematización es a través de la construcción de interfaces adecuadas entre la empresa de software y los diferentes actores del entorno. La literatura sobre interfaces enfatiza que las empresas pueden intercambiar información a través de las interacciones, pero, cuando la tecnología es relativamente nueva y el entorno es rico en información, las interfaces se vuelven complejas y hay procesos de aprendizaje que permiten la generación de nuevo conocimiento. Con base en el trabajo empírico y los principales conceptos teóricos, argumenta que la interfaz es un mecanismo importante que permite aumentar la capacidad de absorción de las empresas. A través de las interfaces, las empresas pueden valorar, asimilar y usar adecuadamente la información y conocimiento generados en el entorno. La estrategia de investigación seguida por el autor es el estudio de caso múltiple-exploratorio, el caso es la construcción de capacidades de absorción a través de interfaces. La unidad de observación son seis empresas que desarrollan software hecho a la medida de ambos tipos, propietario y de fuente abierta. La unidad de análisis es la creación de interfaces. Los seis casos/unidades de observación seleccionados son “ejemplares” pues ilustran los tipos de interfaz existentes. Adicionalmente, otro criterio de selección fue la diferencia en el tipo de mercado al cual destina cada empresa sus productos, los diferentes contextos en los que se ubican (software propietario versus software de fuente abierta), el tamaño de las empresas (cinco son micro y una es mediana), y el tiempo de permanencia en el mercado (cuatro empresas tienen entre 4 y 5 años de creación y las otras dos cuentan con más de 10 años).

La operacionalización de los conceptos

El siguiente paso es operacionalizar los conceptos, a través de establecer una relación entre el concepto, las variables y los indicadores con los que se pueden medir, aunque sea cualitativamente. El cuadro 4 muestra la relación entre conceptos, variables e indicadores utilizados para operacionalizar una tesis de maestría sobre los efectos de la introducción de nuevas tecnologías de la industria 4.0 en el empleo, las ocupaciones y las habilidades en el sector automotriz en México, presentada por Ortiz (2020).

Cuadro 4. Operacionalización de los conceptos

| Concepto | Dimensión | Variable | Indicador |
|---|---|---|---|
| Industria 4.0 | Sistemas ciberfísicos | Introducción de robots inteligentes | Cantidad de robots introducidos en un período de tiempo |
| | Tecnologías físicas | Uso de robots inteligentes | Tipos de uso de robots inteligentes |
| | | Uso de robots o máquinas de impresión en 3D | |
| | Tecnologías digitales | Introducción y uso de tecnologías digitales | Cantidad de tecnologías digitales y tipos de uso |
| Bioteología | Uso de bioteología | Uso de bioteología | |
| Empleo | Relación institucional y jurídica | Contrato de trabajo | Cantidad de empleo bajo contrato de trabajo |
| | | | Variación de la cantidad de personas con empleo bajo contrato |
| | | | Variación de tipo de contrato de trabajo |
| | Tareas asociadas a un puesto de trabajo | Puestos de trabajo | Tipos de puestos de trabajo |
| | | | Variación de los tipos de puestos de trabajo |
| | Relación mercantil | Salario | Montos de salarios por puesto de trabajo |
| Variación de montos de salario por tipo de puestos de trabajo | | | |

| | | | |
|--|--|---|--|
| Ocupación | Tareas con similitud | Tipos de tareas por similitud por cada nivel de competencia | Tipo de competencias por puesto de trabajo, competencias por puesto de trabajo |
| | | | Variación de tipo de tareas para los mismos puestos de trabajo |
| | | | Tipo de tareas similares que se realizan por puesto de trabajo |
| | | Variación de competencias por puesto de trabajo | |
| | | Tipo de formación por puesto de trabajo | Formación escolar por tipo de puesto de trabajo |
| Habilidad | Complejidad de las tareas | Tipos de complejidad de habilidades por ocupación | Cantidad de ocupaciones por tipo de complejidad de habilidades |
| | | | Variación del nivel de habilidades en puestos de trabajo |
| | | | Variación de tipos de habilidades por salario |
| | | Tipos de habilidades según ocupación | Tipo de tareas por introducción de tecnologías 4.0 |
| | | | Variación de tareas por la introducción de tecnologías 4.0 |
| Mercado de trabajo y nuevas habilidades requeridas | Capacidad del sistema educativo para formar las habilidades requeridas | | |

Fuente: Ortiz (2020)

Conduciendo el estudio de caso: la recolección de datos y la evidencia

El proceso o la etapa en la cual el investigador o la investigadora recoge los datos y la evidencia se conoce como trabajo de campo. Existe una distinción entre datos o información y evidencia. La evidencia es información que da soporte a las proposiciones avanzadas en el diseño de

investigación. En el proceso de diseño de la investigación, sobre todo cuando se trata de estudios exploratorios, se debe planear la recolección de datos o información de cualquier tipo. La recolección de información en un proceso de búsqueda que avanza gradualmente, sobre la base de una pregunta inicial de investigación y proposiciones también iniciales, o de una serie de ideas que pueden ir clarificándose y adquiriendo una mejor focalización sobre la base de esa búsqueda. Eventualmente, el diseño del estudio deberá adquirir una clara noción de cómo se perciben los datos en su vinculación con las preguntas, proposiciones o hipótesis que la guiarán.

Para comenzar a recoger evidencia, debe existir ya un planteamiento bastante claro de lo que se quiere demostrar y de la información requerida para hacerlo. El diseño de la investigación debería sentar una base sólida para ese análisis. Los datos e información obtenidos en el trabajo de campo deben estar estrechamente conectados con las preguntas, proposiciones teóricas o las hipótesis que se han planteado.

Las fuentes de información

El método de estudio de caso se basa en muchas de las técnicas que se usan en la historia o la antropología, pero su fuerza particular estriba en su capacidad de incluir datos de una gran variedad de fuentes de evidencia, como observaciones directas, entrevistas sistemáticas, datos de archivo y documentación. De tal manera, un estudio de caso puede definirse como una historia de un fenómeno del pasado o actual, extraída de múltiples fuentes de evidencia (Leonard-Barton, 1995: 40).

El desarrollo de una proposición teórica, a partir del problema de investigación y de la revisión crítica de la literatura es fundamental antes de la recolección de datos.

Pueden identificarse las siguientes fuentes principales de evidencia para la investigación de estudio de caso:

- 1) Documentación y registros de archivo
- 2) Entrevistas (estructuradas, libres, semiestructuradas)
- 3) Observación directa y observación participante

Una lista completa de fuentes puede ser muy extensa, incluyendo películas, videos, diferentes tipos de grabaciones, historias de vida, etc. Un estudio de caso debe ofrecer una rica imagen con muchas clases de perspectivas desde distintos ángulos, desde diferentes tipos de información.

El estudio de caso ofrece un marco para la investigación dentro del cual el investigador o investigadora, al recoger información, se sigue preguntando qué pasó, por qué pasó o cómo están conectadas las piezas de información con la explicación de un fenómeno.

El trabajo de campo

El trabajo de campo requiere preparación previa. Se recomienda elaborar un protocolo con una visión de conjunto del proyecto (antecedentes, preguntas, objetivos, proposiciones, puntos sustantivos que serán investigados), los procedimientos de campo (fuentes de información general, personas a contactar, medios de acceso, procedimientos para levantar la información) y una guía para el reporte de resultados. Se recomienda también elaborar tablas para organizar la información recolectada, lo cual obliga al investigador o investigadora a definir exactamente la información que requiere ser recolectada en diferentes sitios. Aunque sea una propuesta preliminar de la organización de datos, las tablas ayudan a entender qué se va a hacer con la información recogida. Obviamente, al incluir entrevistas, se debe hacer toda la tarea previa de identificar, contactar y solicitar entrevistas, observando todos los protocolos de ética y confidencialidad requeridos.

El levantamiento de un caso piloto, para las entrevistas, permite probar los instrumentos de recolección, proporcionando elementos para ajustarlo, mejorarlo y adecuarlo. Permite ver la logística de cómo preguntar, ajustar los conceptos para su mejor entendimiento, identificar los asuntos más relevantes, etc. Los resultados del caso piloto deben reportarse de inmediato, deben ser explícitos acerca de las lecciones aprendidas para el diseño y los procedimientos de la investigación e indicar las modificaciones a introducir.

Hay tres principios fundamentales en la recolección de datos (Yin, 2003).

- 1) Usar múltiples fuentes de evidencia, pero que converjan sobre el mismo conjunto de hechos o de hallazgos.

- 2) Ensamblar la información, a fin de formar una base de datos.
- 3) Considerar siempre la cadena de evidencia, es decir, los vínculos entre las preguntas, los datos recogidos y las conclusiones.

El uso de una sola fuente de evidencia no es recomendable para la realización de estudios de casos. El uso de múltiples fuentes de evidencia permite al investigador hacer frente a una amplia gama de aspectos históricos, de actitud y de comportamiento.

La ventaja más importante al usar múltiples fuentes de evidencia es el desarrollo de líneas de investigación convergentes y la realización de un proceso de triangulación de la información, como se describe posteriormente.

La documentación y registros de archivo

La búsqueda de información a partir de documentos implica una lógica distinta a la obtención de información a partir de entrevistas. Implica un proceso de exploración para encontrar los documentos interesantes, lo que demanda explorar, leer y pensar acerca de lo que nos informan. Estas fuentes pueden ser muy útiles para corroborar información recogida vía otros instrumentos como son las entrevistas. Cabe destacar que actualmente existen softwares de análisis de contenido para hacer un análisis exhaustivo y detallado de la información contenida en documentos, identificando por ejemplo la frecuencia con que se usa una palabra, la relación entre palabras, la emergencia de temas novedosos, etc.

Las entrevistas

Las entrevistas son la fuente esencial de la información de los estudios de caso. Existen tres tipos de entrevistas: entrevistas estructuradas, no estructuradas y semiestructuradas. La entrevista estructurada contiene un conjunto de preguntas predeterminadas, mientras que la no estructurada es una especie de conversación abierta. La semiestructurada es una combinación de las dos mencionadas. Cada una tiene sus fortalezas y límites. La entrevista estructurada se puede administrar relativamente fácil y rápido, pero no permite flexibilidad alguna si en el proceso de

entrevista van emergiendo nuevas ideas y planteamientos. Por lo anterior, la entrevista semiestructurada es más utilizada. En esta, se puede tener una estructura con una lista de asuntos a responder más que preguntas específicas, que dan libertad de conversar e incorporar puntos interesantes que vayan surgiendo en la aplicación de la entrevista. Es importante tener un conjunto de asuntos que se pretende cubrir, pero no necesariamente se sigue un orden preestablecido para cubrirlos.

Para realizar las entrevistas hay que ubicar a los informantes críticos, pero también se debe estar abierto a cualquier informante. Las entrevistas deben tener un foco, aun en el caso de las entrevistas exploratorias. La diversidad de informantes posibilita contrastar, corroborar o refutar la información que se va recogiendo, evitando los sesgos inducidos por las perspectivas de las personas entrevistadas.

Observación directa y participante

La observación directa permite al investigador identificar o corroborar asuntos importantes en el funcionamiento de una planta industrial, la administración de una organización, la práctica en un centro de I+D, etc. Esta observación puede ser participante, cuando el investigador asuma un papel no pasivo, para entender qué es lo que pasa en una situación específica. En este caso, el investigador asume un rol, se involucra con el personal de la empresa, incluso toma decisiones. La participación directa no debe ser intrusiva, sino centrarse en identificar clases de comportamiento o de fenómenos particulares. Por ejemplo, ver las máquinas operando puede ser una observación directa. Observar el uso del equipo puede levantar nuevas preguntas que no ocurrirían si no se hubiera realizado una visita a la planta para observar su funcionamiento.

Dutrénit (2000) realizó una investigación sobre el Grupo Vitro y lista con detalle las fuentes de información utilizadas en el estudio de caso simple (cuadro 5).

Cuadro 5. Fuentes de información

Dutrénit (2000) se centró en las siguientes preguntas: ¿por qué la empresa pudo acumular conocimiento, pero no pudo construir capacidades centrales? ¿Cuáles son las características claves de la administración del conocimiento y cómo limitaron la construcción de capacidades centrales?

Como se describe en Dutrénit (2002), en el estudio de caso simple del Grupo Vitro se utilizaron las siguientes fuentes de información:

- Entrevistas. Se condujeron dos tipos de entrevistas: 1) abiertas, en las que se preguntó a los entrevistados acerca de hechos, opiniones sobre estos y sugerencias; estas entrevistas contribuyeron también a identificar temas relevantes, y 2) focalizadas, en las que se siguió un conjunto articulado de preguntas a los efectos de cubrir temas específicos del caso, muchas de estas preguntas se abrieron para permitir opiniones más libres, mientras que otras fueron más estructuradas.
- Las reuniones casuales, conversaciones informales y asistencia a reuniones. Estas actividades contribuyen a generar ideas y precisar la información obtenida durante las entrevistas.
- Observación directa. La observación de los problemas que surgieron en la línea de producción durante el trabajo de campo y de la forma en que el personal técnico interactuaba para resolverlos sugirieron características sobre el comportamiento de la firma.
- Archivos. Diferentes archivos fueron utilizados, tales como los diseños de la estructura organizacional a lo largo del tiempo, la lista de productos y clientes, las descripciones de las posiciones del trabajo, etc. Esta información ayudó a corroborar y rectificar la información recolectada a través de las entrevistas.
- Documentación. Se reunieron varios tipos de información documental y fueron usados en la investigación, tales como informes anuales, minutas de reuniones, reportes de proyectos, memorias de seminarios, periódicos, informes de prensa, algunas publicaciones de la firma y algunos pocos estudios que se refirieron a diferentes aspectos de la firma. Estos documentos permitieron también corroborar y enriquecer la evidencia obtenida de otras fuentes, así como rectificar las fechas de los acontecimientos analizados.

Las entrevistas fueron la fuente principal de información, en este estudio de caso se realizaron setenta entrevistas al personal de diferentes posiciones jerárquicas de la empresa, desde operadores de máquinas hasta el gerente de la división, proveedores, investigadores de universidades, etc. Debido a las dificultades para hacer preguntas abiertas acerca de comportamientos, se solicitó a los entrevistados que relataran cuentos acerca de proyectos específicos de desarrollo. A partir de las historias narradas fue posible identificar los comportamientos de la empresa.

Fuente: Dutrénit (2000)

Vera-Cruz (2004) en su tesis sobre el papel de los grandes cambios en el contexto y la cultura de la empresa en el comportamiento innovador de las cerveceras mexicanas lista (cuadro 6) qué fuente de información utilizó, cuáles fueron los informantes y cuál fue el propósito de las entrevistas.

Cuadro 6. Construyendo las fuentes de información y definiendo su propósito

| Fuentes de información | Informantes | Propósito |
|---|---|---|
| Entrevistas <ul style="list-style-type: none"> • Semiestructuradas • Informales | Gerentes a nivel de oficinas centrales | Explorar cuestiones estratégicas, recopilar opiniones sobre la influencia de los cambios en el contexto de la estrategia comercial y tecnológica de la empresa, identificar eventos clave en la historia de la empresa, explorar los supuestos de la empresa e identificar proyectos de innovación relevantes para anclar el proceso de entrevista más profundamente. |
| | A nivel de planta | Obtener información sobre la organización de la planta, recopilar evidencia sobre proyectos innovadores, contrastar supuestos y comportamientos a nivel de planta, contrastar percepciones sobre la actividad de adaptación, mejora, etc. |
| | Personal retirado | Obtener información sobre proyectos realizados en el pasado; explorar el comportamiento de la empresa en el pasado. |
| | Proveedores | Cruzar información sobre proyectos de innovación y comportamiento empresarial. |
| | Asociaciones industriales | Explorar el impacto del contexto económico y político en la industria. |
| Observación <ul style="list-style-type: none"> • Participante • No participante • Oculta | <ul style="list-style-type: none"> • Reunión con grupo de gerentes a nivel de planta • Reuniones con grupos de trabajadores implicados en proyectos en curso de cambio tecnológico y organizativo • Visitas largas | Recopilar evidencia sobre patrones de estilo de gestión, apoyo de la alta dirección y compromiso con la resolución de problemas del día a día. Recopilar información sobre discursos y prácticas en relación con el cambio tecnológico y organizacional. Observar las relaciones interpersonales entre subordinados y jefes. |

| | | |
|---------------|--|---|
| Documentación | <ul style="list-style-type: none"> • Publicaciones técnicas de la firma • Informes anuales • Otras publicaciones de la firma para circulación interna • Recortes de periódicos • Informes de la industria • Tesis de licenciatura y maestría, etc. | Recopilar información adicional para completar historias sobre proyectos y eventos y cotejar información. |
|---------------|--|---|

Fuente: Vera-Cruz (2004)

La validación de la información

La validez de un estudio de caso tiene que ver con la calidad y el control que debe tener toda investigación. De acuerdo con Yin (2003), en un estudio de caso, el investigador debe desarrollar cuatro pruebas para validar el diseño de la investigación, a saber: la validez del constructo, la validez interna, la validez externa y la confiabilidad.

Validez analítica versus validez estadística de un estudio de caso

La validez del constructo se refiere al establecimiento de las medidas para la recolección de datos para los conceptos a ser estudiados. Es importante operacionalizar las variables de forma que reflejen el significado teórico de un concepto, como se muestra en el cuadro 4. Para ello, el investigador debe estar seguro cubrir dos pasos: a) seleccionar los tipos específicos de cambios que serán estudiados (respecto a los objetivos de la investigación) y b) demostrar que las medidas seleccionadas de estos cambios reflejan los tipos de cambios que se pretende analizar.

La validez interna (para los estudios explicativos o causales solamente) hace referencia al establecimiento de una relación causal, en la que un investigador o investigadora busca determinar si el evento X condujo al evento Y. Pero se deben considerar todas las opciones, porque pudo haber existido un factor Z que causó el evento Y que no se consideró. Esta omisión significa una amenaza a la validez interna.

La validez externa, se refiere a determinar si los resultados de un estudio de caso son generalizables más allá del estudio de caso inmediato. Se reconoce que un estudio de caso, aunque sea múltiple, no conduce a una generalización estadística, pero sí a una generalización analítica.

En esta última, el investigador o investigadora pretende generalizar un conjunto particular de resultados para construir una teoría más amplia.

La confiabilidad es la demostración de que los procedimientos de un estudio de caso pueden repetirse, y en ese proceso obtener los mismos resultados.

La validez externa se ha convertido en la mayor barrera en la realización de los estudios de caso, ya que los críticos de este método comúnmente manifiestan que los estudios de caso simples son una base pobre sobre la que generalizar. Muchas veces no distinguen entre la potencialidad para la generalización analítica y la estadística. Esta discusión proviene de la analogía entre los métodos estadísticos en los que, si una muestra ha sido seleccionada correctamente, los resultados pueden generalizarse a un universo más grande. Sin embargo, esta analogía entre las muestras y los universos es aplicada incorrectamente a los estudios de caso. Esto se debe a que los estudios de caso no confían en la generalización estadística sino en la generalización analítica, como los experimentos, en la que el investigador o investigadora está esforzándose por generalizar un conjunto particular de resultados a alguna teoría más amplia.

Sin duda, la fortaleza de este método radica en que permite la generalización analítica. Esto no significa que la validez analítica sea mejor que la validez estadística, o a la inversa, sino que aplican a distintos tipos de métodos de la investigación. Sin embargo, ante la expectativa de generalizar de un caso a otro, muchos investigadores o investigadoras caen en la trampa de intentar seleccionar un caso representativo, o un conjunto de casos, pero ningún conjunto de casos, no importa su tamaño, permite esta generalización estadística. En cambio, un investigador o investigadora tiene que intentar generalizar los resultados a la teoría, tal como un científico generaliza los resultados experimentales a la teoría. Esto se ha documentado en diversos estudios de caso que han contribuido a diversos campos de la ciencia, como el libro *Muerte y vida de las grandes ciudades* (1961) de Jane Jacobs y su contribución al campo de la planificación urbana.

Mecanismos de validación del constructo, interna y externa

Las tácticas propuestas para la validez del constructo son: usar múltiples fuentes de evidencia, establecer cadena de recolección de datos, tener los

informantes clave para consultar continuamente y revisar el borrador del informe del estudio de caso.

Los mecanismos de validación interna involucran las siguientes tácticas que se llevan a cabo durante la fase de análisis de datos en el estudio de caso (Yin, 2003): realizar emparejamientos del modelo (*matching*) e identificar patrones, construir explicaciones y confrontar explicaciones rivales.

Los mecanismos de validación externa involucran algunas tácticas que se llevan a cabo durante la fase de diseño de la investigación en el estudio de caso, destacando el uso de la lógica de repetición en un estudio de caso múltiple y la utilización de la teoría en estudios de casos individuales. La lógica de repetición hace referencia a la utilizada dentro de los experimentos, permitiendo a los científicos generalizar de un experimento a otro.

En los estudios de caso, una teoría debe probarse a través de las repeticiones de los resultados en una segunda o incluso una tercera unidad de análisis; la teoría específica que se deben generar los mismos resultados. La generalización no es automática, pero una vez que tal repetición ha sido elaborada, los resultados podrían aceptarse para un número más amplio de unidades de análisis similares, aunque no se haya realizado un número extenso de repeticiones.

Triangulación de la información

La triangulación es muy importante para dar confiabilidad y validez científica a un estudio de caso, y ayuda a lograr la validez interna, ya que implica la combinación de fuentes, teorías y metodologías en el estudio de un mismo fenómeno, permitiendo identificar diferentes formas a través de las que el fenómeno es percibido.

La triangulación impide que las impresiones iniciales del investigador sean aceptadas como válidas con demasiada facilidad. Por lo que amplía la validez de los constructos desarrollados en un estudio de caso y ayuda a corregir sesgos ocasionados por las apreciaciones de un solo observador.

En un estudio de caso, la triangulación se puede realizar mediante el uso de múltiples fuentes de datos. La base fundamental de esta técnica es que los métodos cualitativos y cuantitativos son complementarios, por lo que la triangulación combina ambos tipos de métodos.

Denzin (2009) identifica cuatro tipos de triangulación: 1) triangulación de las fuentes de datos, a partir de la cual el investigador o la investigadora busca aquellos datos que son constantes en diferentes contextos, 2) triangulación de investigadores, en los que varios investigadores examinan el mismo fenómeno, 3) triangulación de la teoría, cuando investigadores con diferentes puntos de vista interpretan los mismos resultados y 4) triangulación metodológica, cuando una forma de abordar el tema sigue a otra de tal forma que se incrementa la confianza en la interpretación.

Respecto a los mecanismos de validación del diseño, en su protocolo de investigación sobre los efectos de la introducción de nuevas tecnologías de la industria 4.0 en el empleo, las ocupaciones y las habilidades en el sector automotriz, Ortiz (2020) plantea que, como medidas para recolectar la información necesaria para satisfacer los objetivos, se realizarán entrevistas semiestructuradas a diferentes personas que trabajan en diferentes puestos en la organización, por lo que la información recibida podrá ser contrastada y verificada. Asimismo, usará múltiples fuentes de evidencia para aumentar la validez del constructo, así como también identificará un informante clave al que le entregará el borrador del reporte del estudio de caso para su revisión. Dado que el estudio de caso es exploratorio y descriptivo, no se enfoca en identificar relaciones causales, la lógica de la validez interna buscará identificar patrones de comportamiento sobre el impacto de la introducción de tecnologías de la industria 4.0 en el empleo y construir explicaciones de estos patrones. Respecto a la validez externa, se recurrirá a la teoría existente como mecanismo para probar esta dimensión del diseño.

Analizando la evidencia

El análisis de la evidencia implica examinar, categorizar, tabular, organizar la evidencia recogida en su relación con las preguntas y las proposiciones de la investigación. Una recomendación metodológica muy importante es que el proceso de análisis de la información se comience desde el inicio del trabajo de campo. Se puede empezar por llevar a cabo un análisis preliminar en el campo, que puede basarse en notas y archivos de algunas de las entrevistas más sustanciales. La intención básica es identificar eventos críticos que puedan ofrecer un punto de partida para su estudio posterior, detectar datos faltantes o información contradictoria y hacer un cruzamiento de información para encontrar

contradicciones. Los detalles conflictivos o faltantes se pueden resolver en una segunda entrevista o bien mediante llamadas telefónicas o triangulación con otros informantes.

No hay una sola estrategia y/o técnica. Todo lo que podemos hacer es manejar principios generales, por ejemplo, definir prioridades de qué analizar y por qué hacerlo.

Hay tres estrategias generales para el abordaje del análisis (Yin, 2003):

1. Partir de proposiciones teóricas.
2. Establecer un marco basado en explicaciones rivales.
3. Desarrollar una descripción de los casos.

Proposiciones teóricas

- Reflejan el conjunto de preguntas, la revisión de la literatura y nuevas hipótesis o proposiciones que se identifican en la literatura.
- Ayudan a fortalecer la atención en ciertos datos e ignorar otros.
- Ayudan a organizar el caso de estudio y definir explicaciones alternativas a ser analizadas.
- Son propuestas teóricas acerca de relaciones entre los conceptos; son muy útiles para guiar el análisis del caso.

Martínez (2019), en su tesis doctoral sobre la naturaleza y determinantes de la innovación en el emprendimiento social innovador en México, realizó un estudio de caso múltiple y siguió la estrategia analítica general de basarse en proposiciones teóricas y a partir de ellas analizar la evidencia empírica. Estas proposiciones teóricas tuvieron como base la literatura sobre emprendimientos innovadores. Estas proposiciones ayudaron a centrar la recolección de la información. Planteó como proposición central que existen dos naturalezas diferenciales de la innovación en los emprendimientos sociales: 1) orientada por y hacia la inclusión social (naturaleza socioinclusiva de la innovación) y 2) basada en tecnología y en la rentabilidad económica (naturaleza tecnoeconómica de la innovación).

Explicaciones rivales

Compara un patrón empírico con un patrón predicho o con múltiples “patrones predichos”. Si coinciden, se refuerza la validación interna del estudio de caso, si no hay coincidencia sucederá lo contrario, la propuesta se debilita. Para este ejercicio, se desarrollan proposiciones teóricamente rivales, articuladas en términos operativos. Si una explicación es válida, las otras no, por ejemplo, son excluyentes. Se trata de identificar las amenazas a la validez y desecharlas, vía evidencia contraria.

Hay dos modelos a seguir:

- Replicación literal: si lo que sucede en A también sucede en B y en C.
- Replicación teórica: si A es diferente de B debido a situaciones predecibles.

Descripción y análisis de casos

Se pueden usar diversas técnicas para realizar una descripción de un caso. Enseguida, se plantean brevemente algunas de ellas.

Técnica de serie de tiempo:

- Se refiere a una secuencia, sucesión de hechos.
- La habilidad para trazar cambios en el tiempo es una fuerza muy importante de los estudios de caso.
- Se deben seguir los eventos en el tiempo con detalle y precisión.
- Tienen una tendencia a lo largo del tiempo, si algo cambia (una ley, hay crisis, campaña publicitaria, etc.), rompe el tiempo y se identifica una nueva trayectoria, se debe entender qué pasó con esa trayectoria al introducirse el cambio.

Modelo lógico:

- Modelo que deliberadamente estipula una cadena compleja de eventos en el tiempo.
- Los eventos se organizan basados en patrones causa-efecto-causa-efecto, en el que un evento (variable dependiente) de una etapa más

temprana se vuelve la variable independiente (evento causal) en la siguiente etapa.

- Su uso consiste en “acoplar” (*matching*) eventos observados empíricamente con eventos predichos teóricamente.
- Detrás de un modelo lógico está la idea de un “programa lógico”, traza eventos cuando un programa de intervención se implementa para producir una cierta secuencia de resultados.

Dutrénit *et al.* (2006), en su estudio de caso múltiple sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México, utilizó dos técnicas analíticas para organizar y sistematizar la evidencia empírica: 1) análisis de series de tiempo basado en cronologías, el cual se usó en los casos individuales para entender la secuencia de los eventos, y 2) síntesis entre los casos, la cual se basó en organizar la evidencia en varias matrices de procesos o factores y resultados para encontrar similitudes y diferencias entre los casos, siguiendo las recomendaciones de Yin (2003) y Miles y Huberman (1994).

Apoyos para el análisis de la información: softwares de análisis de contenido

Recientemente se usan softwares de análisis de contenido para reducir la subjetividad del entrevistador sobre las entrevistas realizadas. Estas herramientas aumentan la calidad de la evidencia que sustenta los resultados de los estudios de caso. Esto requiere grabar las entrevistas y transcribirlas, para usar la herramienta de ATLAS.ti, NVivo u otros softwares.

Espinosa de los Monteros (2018) se apoyó en uno de estos softwares para su tesis de maestría sobre innovación y *crowdfunding*, basada en un estudio de caso múltiple. Señala que las entrevistas realizadas a las empresas se transcribieron para el procesamiento de la información. La información recolectada se procesó con base en un conjunto de categorías a través del software ATLAS.ti, con el fin de comparar los casos para encontrar similitudes y diferencias entre ellos. Definió ocho categorías a partir del marco teórico desarrollado, por ejemplo, proceso de innovación en las industrias creativas (Prácticas de iteración y experimentación) y procesos que afectan la innovación (Afectan las prácticas de organización del trabajo complejo). La codificación de las entrevistas

se hizo en un proceso de cuatro pasos: 1) para clasificar la información se crearon ocho códigos, cada uno perteneciente a una categoría; 2) se establecieron relaciones entre códigos, estas relaciones se basaron en el marco analítico; 3) se identificaron en las entrevistas las citas relevantes y se clasificaron de acuerdo con las categorías y 4) una vez codificadas las entrevistas y categorizadas las citas, se reconstruyeron los hitos del proceso de desarrollo de forma cronológica.

Reflexión final

El diseño de una investigación cualitativa basada en el método de los estudios de caso es poderoso cuando se aplica correctamente. Se debe seguir el proceso, en todas sus etapas, para obtener resultados sólidos que sean la base para una generalización teórica.

Realizar un estudio de caso no es conducir una única entrevista, se requiere construir un diseño de la investigación sólido, basado en la teoría, planear todas las etapas, utilizar múltiples fuentes de información, realizar las pruebas de validación del diseño, triangular la información obtenida y analizar sistemáticamente la evidencia escogiendo la táctica apropiada.

Este capítulo pretendió destacar los aspectos centrales de este método, ofrecer evidencia empírica de algunos aspectos de este diseño en investigaciones sobre capacidades tecnológicas e innovación y llamar la atención sobre algunos puntos críticos de este método.

En las referencias se listan algunas publicaciones que se basan en estudios de caso simples¹ y múltiples.²

A modo de reflexión final, queremos destacar los elementos básicos para realizar un buen estudio de caso, a saber: debe ser significativo y ejemplar, estar completo, considerar diferentes perspectivas analíticas, mostrar suficiente evidencia del fenómeno estudiado y, también, estar presentado de una manera atractiva.

¹ Ver: Katz (1986, 1987), Kim (1995, 1997), Dutrénit (2000) y Ortiz (2020).

² Ver: Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003), Vera-Cruz (2004), Torres (2004, 2006), Dutrénit *et al.* (2006), Vera-Cruz, Dutrénit y Torres (2008), Dutrénit y Vera-Cruz (2007, 2018), Sampedro (2008), Torres y Jasso (2016), Espinosa de los Monteros (2018), Martínez *et al.* (2018) y Martínez (2019).

Bibliografía

- Azcona, M. (2013). "El contexto onto-epistemológico de las investigaciones científicas". En *Investigar en Ciencias Humanas. Reflexiones epistemológicas, metodológicas y éticas aplicadas a la Psicología*. La Plata: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- Bell, M. y Pavitt, K. (1995). "The Development of Technological Capabilities". En ul Haque, I. (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, pp. 69-101. Washington: The World Bank.
- Denzin, N. K. (2009). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods (3rd ed.)*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Dutrénit, G. (2000). *Learning and knowledge management in the firm: from knowledge accumulation to strategic capabilities*. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing.
- _____ (2002). "Usos y abusos de la metodología de estudios de caso para analizar los procesos de aprendizaje". *Espacios*, vol. 23, n° 1, pp. 1-15.
- Dutrénit, G. y Vera-Cruz, A. O. (2007). "Triggers of the technological capability accumulation in MNCs' subsidiaries: the maquilas in Mexico". *International Journal of Technology and Globalization*, vol. 3, n° 2-3, pp. 315-336.
- _____ (2018). "Fostering innovation in the agriculture sector: The case of intermediary organizations in Mexico". *Open Access Journal of Science*, vol. 2, n° 2, pp. 95-107.
- Dutrénit, G.; Vera-Cruz, A. O. y Arias, A. (2003). "Diferencias en los perfiles de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas". *El Trimestre Económico*, vol. 70, n° 277, pp. 109-65.
- Dutrénit, G.; Vera-Cruz, J. A. O.; Sampedro, J. L.; Arias, A. y Urióstegui, A. (2006). *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México. El caso de la industria maquiladora de exportación*. México: UAM.
- Espinosa de los Monteros, I. (2018). *Innovación en videojuegos y crowdfunding*. Tesis de maestría en Economía, Gestión y Política de la Innovación. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México.

- Herriot, R. E. y Firestone, W. A. (1983). "Multisite Qualitative Policy Research: Optimizing Description and Generalizability". *Educational Research*, vol. 12, pp. 14-19.
- _____ (1986). *Desarrollo y Crisis de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana*. Buenos Aires: CEPAL.
- _____ (ed.) (1987). *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*. London: Macmillan.
- Kim, L. (1995). "Crisis Construction and Organizational Learning: Capability building in Catching-up at Hyundai Motor". Corea: College of Business Administration, Universidad de Corea.
- _____ (1997). "The Dynamics of Samsung's Technological Learning in Semiconductors". *California Management Review*, vol. 39, n° 3, pp. 86-100.
- Kumar, R. (2011). *Research Methodology. A step by step guide for beginners*. Nueva Delhi: SAGE.
- Leonard-Barton, D. (1995). "A Dual Methodology for Cases Studies". En Van de Ven, A. H. y Huber, G. (eds.), *Longitudinal Field Research Methods*, pp. 38-64. Thousand Oaks, California: SAGE.
- Martínez, N. (2019). *Naturaleza de la innovación en el emprendimiento social innovador y sus factores determinantes. Análisis del caso mexicano*. Tesis de doctorado en Ciencias Sociales. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México.
- Martínez, N.; Dutrénit, G.; Gras, N. y Tecuanhuey, E. (2018). "Actores, relaciones estructurales y causalidad en la innovación inclusiva: un caso de telemedicina en México". *Innovar*, vol. 28, n° 70, pp. 23-38.
- Miles, M. B. y A. M. Huberman. 1994. *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2da. ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage
- Ortiz, C. (2020). *Industria 4.0, empleo, ocupaciones y habilidades: estudio de caso de una empresa en el sector automotriz en México*. Tesis de maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Thousand Oaks, California: SAGE.

- Platt, J. (1992). "Cases of Cases... of Cases". En Ragin, C. C. y Becker, S. (eds.), *What Is a Case?* Cambridge: Cambridge University Press.
- Sampedro, J. L. (2008). *Capacidad de absorción de información y conocimiento a partir de la creación de interfaces en la industria de software: el caso de empresas mexicanas*. Tesis de doctorado en Ciencias Sociales. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México.
- Simons, H. (2009). *Case Study Research in Practice*. London: SAGE.
- Stake, R. E. (2005). "Qualitative case studies". En Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Thomas, G. (2011). *How to do your Case Study. A guide for students and researchers*, caps. 1-2 y 6. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Torres, A. (2004). *Growth Paths of Large Firms in Late Industrializing Countries: The case of Mexican Business Groups 1890s-1990s*. Tesis de doctorado. Science Policy Research Unit (SPRU), University of Sussex, Reino Unido.
- _____ (2006). "Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas". *Journal of Technology, Management & Innovation*, vol. 1, n° 5, pp. 12-24.
- Torres, A. y Jasso, J. (2016). "Learning and Innovation in Multinational Companies from Emerging Economies: The Case of CEMEX". En Al-Hakim, L.; Wu, X., Koronios, A. y Shou, Y. (eds.), *Handbook of Research on Driving Competitive Advantage through Sustainable, Lean, and Disruptive Innovation*. USA: Business Science Reference (IGI Global).
- Vera-Cruz, A. O.; Dutrénit, G. y Torres, A. (2008). "Technological capabilities and learning in small countries: the case of Cape Verde islands". *African Technology Development Forum Journal*, vol. 4, n° 4, pp. 18-33.
- Vera-Cruz, J. A. O. (2004). *Cultura de la empresa y comportamiento tecnológico: cómo aprenden las cerveceras mexicanas*. Ciudad de México: MAPorrúa.

- Wieviorka, M. (1992). "Case Studies: history or sociology?". En Ragin, C. C. y Becker, S. (eds.), *What is a Case? Exploring the foundations of social inquiry*. New York: Cambridge University Press.
- Yin, R. K. (2003 [1994]). *Case Study Research. Design and Methods. Applied Social Research Methods Series*. Thousand Oaks, CA: SAGE.

Capítulo 4.

ATLAS.ti: una herramienta para el desarrollo de métodos de análisis cualitativo

Soledad Rojas-Rajs y Marcela Suárez

Introducción

Algunos de los problemas más frecuentes que enfrentan las y los investigadores en formación; y en ocasiones, quienes ya son experimentados, se encuentran en el terreno del diseño y la implementación de metodologías para la investigación cualitativa. Si bien el punto de partida de cualquier investigación será el marco teórico que permite situar los problemas empíricos que estudiamos en debates determinados y campos temáticos, el diseño de investigación siempre implica definiciones, decisiones y retos. Al plantear un diseño de investigación cualitativo o mixto se requiere considerar cuál será el método específico para construir, procesar y analizar el conjunto de datos derivados de la investigación. Por ello una decisión clave es el tipo de procesos de sistematización, registro y análisis de los datos cualitativos que se realizarán, pues definirán la forma en que estos datos se construirán posteriormente.

Una herramienta que frecuentemente se utiliza para asistir el trabajo de investigación cualitativo o mixto es el software especializado en análisis cualitativo, como el programa ATLAS.ti. Este tipo de herramientas para el análisis cualitativo, conocidas como CAQDAS (Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software) o QDAS (Qualitative Data Analysis Software), ha ganado un lugar cada vez más relevante en la investigación (Ronzani *et al.*, 2020; Woods, Macklin y Lewis, 2016). Desde la década del ochenta, la emergencia de los CAQDAS ha significado un enorme aporte para el desarrollo y transformación de las prácticas en investigación cualitativa en las ciencias sociales y económicas, las ciencias de la salud, las

humanidades, la filosofía y el arte. Sin embargo, los programas de cómputo como ATLAS.ti no constituyen en sí mismos una metodología de investigación y pueden ser utilizados de formas muy diversas. Si bien se reconocen sus ventajas y hoy en día su uso se ha popularizado, también se ha cuestionado que pueden conducir a ejercicios mecánicos, porque no se conceptúa como tal el uso del QDA, tienden a la homogeneización o limitan la validez de los resultados de investigación (Carvajal Llamas, 2001; Davidson y di Gregorio, 2011). Por ejemplo, los QDAS son capaces de realizar procesos automatizados o representaciones gráficas sobre un corpus determinado que literalmente pueden no significar nada, aunque “parezcan” resultados. Por supuesto, esto tiene que ver con el uso de la herramienta que hacemos quienes investigamos. Por ello saber qué es y cómo puede utilizarse un programa de análisis cualitativo es el primer paso para decidir si se echará mano de este recurso y de qué manera se hará.

En este trabajo nuestra intención es hacer un relato introductorio acerca de cómo se puede utilizar ATLAS.ti para el diseño e implementación de métodos *ad hoc* de análisis cualitativo, brindando elementos suficientes para la toma de decisiones de investigación, sin limitar la creatividad. En primer lugar, en el marco de una reflexión sobre metodologías y métodos cualitativos, se describe qué es ATLAS.ti y se analizan sus alcances, así como algunas limitaciones. A continuación, se aborda qué es un proyecto de ATLAS.ti y cuáles son sus componentes principales, así como los pasos a seguir que podríamos definir como una ruta crítica “clásica” cuando trabajamos con este poderoso programa de manejo, clasificación y análisis de información cualitativa. Se describen algunas de las herramientas más flexibles y útiles del programa. Se desarrolla brevemente una reflexión sobre las posibilidades para la triangulación, como un corpus ampliado o modalidades de trabajo colaborativo o como estrategias de verificación que hacen más robusto el diseño de investigación. Finalmente, se elaboran recomendaciones para quienes inician el trabajo con ATLAS.ti.

Es importante señalar que el recorrido que realizamos en este trabajo tiene un carácter didáctico y pragmático, pues su intención es señalar los puntos clave para la toma de decisiones metodológicas en un proceso de investigación con un QDA, por lo que no se describe un solo camino metodológico. En cambio, seleccionamos un programa en particular, ATLAS.ti

versión 9,¹ pues es uno de los QDAS que se definen como “constructores de teoría” (Carvajal Llamas, 2001), en la medida en que permite la realización de operaciones de mayor grado de complejidad que otros programas de conteo de palabras o que solo hacen codificación y recuperación de contenidos. Es también uno de los QDAS que mejor se ha adaptado a las transformaciones tecnológicas, pues desde su creación (Muhr, 1991) hasta el presente, se actualiza de manera permanente integrando nuevas herramientas y recursos. Dado que es una herramienta de investigación y nos interesa destacar sus posibilidades de uso, utilizamos como referencia tanto literatura científica publicada como *working papers* y nuestra propia práctica directa de trabajo con ATLAS.ti para aprovechar la experiencia de trabajo analítico con el programa.²

Esperamos así que este texto pueda ser un aporte para quienes desean explorar tanto el campo del análisis cualitativo utilizando QDAS como el desarrollo de métodos de análisis cualitativo, e incluso, el desarrollo de metodologías. Este último punto es particularmente relevante, porque en América Latina hace falta desarrollar miradas particulares a los fenómenos y procesos que ocurren en la región, en el campo de los estudios de ciencia, tecnología e innovación y también en cuanto al desarrollo de propuestas metodológicas propias.

ATLAS.ti: una herramienta de apoyo para la investigación cualitativa

Un obstáculo que puede encontrarse al hablar de análisis cualitativo es que existe gran diversidad de métodos y metodologías (Denzin y Lincoln, 2018). No solamente porque dependen de muchos marcos teóricos distintos, sino porque existe un amplio abanico de técnicas de producción de información cualitativa, así como múltiples diseños de investigación, cuya elaboración depende tanto de *qué* se estudia como de *quién* lo estudia. En este sentido, la investigación cualitativa se trata de un vasto campo de diseños y métodos de investigación, que no siempre comparten principios o características comunes, en la medida

¹ Versión para Windows y Mac disponible en: <https://atlasti.com/>. ATLAS.ti ofrece licencias temporales de bajo costo para estudiantes de posgrado, así como licencias para instituciones educativas.

² Soledad Rojas Rajs ha trabajado con el programa ATLAS.ti desde el año 2002, cuando se realizó uno de los primeros cursos en México. Marcela Suárez ha trabajado con el programa desde el año 2011 y actualmente es consultora certificada de ATLAS.ti.

en que dependen de manera más estrecha de la naturaleza del objeto de la investigación, así como de las preguntas y objetivos propuestos. Se pueden estudiar personas, grupos, textos, historias, políticas, instituciones, procesos, discursos, prácticas sociales, medios de comunicación, productos culturales, narrativas. La gran diferencia que existe entre estos objetos explica por qué es frecuente encontrar en la literatura especializada la idea de que la investigación cualitativa requiere que la metodología sea una suerte de traje hecho a la medida, lo que conocemos como diseños *ad hoc*. En este sentido, la idea de un método cerrado o único al realizar investigación cualitativa y utilizar una herramienta como ATLAS.ti es contraria a la propia naturaleza de los enfoques cualitativos de investigación.

Dado que la o las preguntas de investigación tienen una relación directa con las decisiones metodológicas, vale la pena hacer aquí una distinción entre la manera en que en este trabajo entendemos los conceptos metodología, método e, incluso, orientación teórica. Al hablar de metodología nos referimos a la ruta crítica de una investigación, es decir, tanto a la estrategia y la planificación de las actividades como a los fundamentos que justifican el uso de un método específico. En este sentido, la metodología tiene que ver tanto con los métodos como con la perspectiva teórica de la investigación (Frieze, 2014). De acuerdo con Frieze podemos clasificar como perspectivas teóricas los grandes enfoques sobre lo cualitativo como el positivismo, la fenomenología, el interaccionismo simbólico, la hermenéutica, el interpretativismo o la teoría crítica. El diseño de investigación y sus técnicas, sean encuestas, estudios de caso, etnografía, análisis del discurso o teoría fundamentada, son metodologías. En cambio, los métodos de análisis se encontrarán en el terreno analítico: se refieren al análisis temático, la comparación constante, a los mapeos cognitivos o semánticos, a los procedimientos estadísticos, es decir, constituyen marcos operacionales que se definen para el tratamiento de los datos e implican una serie de procedimientos.

Frecuentemente, los textos de referencia para el uso de QDAS como ATLAS.ti proponen caminos metodológicos específicos (como el análisis de contenido o la teoría fundamentada, dos de los más comunes) o presentan resultados de investigación concretos, por lo que los métodos se abordan como parte de las metodologías. Si bien esto puede facilitar la toma de decisiones metodológicas en torno a una investigación desde el punto de vista pragmático, también reduce la posibilidad de construir

un diseño *ad hoc* que recupere la especificidad de los problemas que queremos analizar. Replicar el diseño de otra investigación puede conducir a una homogeneización de las investigaciones e inhibir que emerjan nuevas categorías analíticas o se visibilicen aspectos de los fenómenos bajo estudio que de otra manera podrían ocupar un lugar relevante en el análisis cualitativo y quizá conducir a investigaciones innovadoras desde el punto de vista teórico o metodológico.

Para efectos prácticos, ambos caminos son viables: tanto realizar una investigación que se desarrolle con gran cercanía a rutas críticas construidas con anterioridad, especialmente cuando estas son sólidas y pueden replicarse de la mejor forma posible; o bien, realizarla con mayor flexibilidad y apertura, proponiendo formas para el análisis de la información que se ha obtenido durante la investigación que respondan a las características particulares de los problemas de investigación, desarrollando una sistematización rigurosa. Igualmente, es posible encontrar una forma mixta entre estas alternativas.

En cualquiera de estos contextos, ATLAS.ti funciona como una herramienta que apoya el proceso de análisis y es por eso que lo hemos descrito como un medio para el desarrollo de métodos de análisis cualitativo, pero no un método en sí mismo. El programa permite seleccionar y clasificar registros de información (textuales, audiovisuales, iconográficos), construir categorías y códigos de datos cualitativos, organizarlos y sistematizar procedimientos para trabajar con estos datos. También permite representar las relaciones conceptuales que se han establecido en el proceso de trabajo. Pero lo que los QDAS no pueden hacer –ninguno de ellos– es tomar decisiones sobre el método de análisis (Frieze, 2014). Sin embargo, ofrece una amplia gama de modalidades de asistencia en el proceso de análisis que pueden ser resumidas en el siguiente cuadro (cuadro 1).

Cuadro 1. Alcances y limitaciones del uso de ATLAS.ti

| Alcances | Limitaciones |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ofrece diversas posibilidades analíticas sobre registros cualitativos y permite la conceptualización y el desarrollo de métodos de análisis. • Permite clasificar y sistematizar grandes volúmenes de información cualitativa. • Visibiliza la estrategia analítica sobre los datos cualitativos construidos. • Permite la recuperación detallada de información sobre el material codificado. • Proporciona algunas herramientas automatizadas para la búsqueda de hallazgos. • Permite la integración de distintos tipos de registros cualitativos para su análisis, favorece la triangulación. • Permite que el análisis realizado pueda ser consultado con posterioridad o por otros investigadores, favorece el trabajo colaborativo. | <ul style="list-style-type: none"> • Requiere un alto nivel de intervención por parte del usuario. • Requiere tiempo y trabajo artesanal (para el diseño de la estrategia analítica, el proceso de codificación y recodificación). • La visualización de resultados también requiere trabajo artesanal. • En ausencia de una reflexión sobre el uso de las herramientas se corre el riesgo de homogeneización o de producir visualizaciones de información que no aportan a los objetivos de la investigación ni a la creación de conocimiento. |

Fuente: elaboración propia

ATLAS.ti es actualmente el programa de análisis de datos cualitativos más utilizado en el mundo académico. Ha sido una herramienta de apoyo de metodologías tan diversas como estudios de caso, análisis conversacional, análisis del discurso y análisis crítico del discurso, investigación acción, historias de vida, revisiones de literatura, análisis de contenido, teoría fundamentada, etnografía, análisis hermenéutico, entre otras (Friese, 2014).³ Esto indica que el programa puede ser utilizado de manera flexible y que diversas metodologías pueden beneficiarse al utilizar los distintos recursos y funciones que ofrece. Los estudios de ciencia, tecnología e innovación (CTI) frecuentemente han recurrido al uso de CAQDAS para lograr un proceso de investigación más robusto, utilizando sus herramientas de sistematización.

³ El trabajo de Susanne Friese ofrece autores clave para orientar la elección de variadas metodologías y algunos ejemplos de investigaciones que han implementado ATLAS.ti con cada una de esas metodologías, por lo que este *working paper* es de especial interés para investigadores en formación.

Sin embargo, una advertencia importante es la consideración de que toda investigación cualitativa requiere trabajo manual (artesanal) directo, es decir, la realización de procesos de transformación sobre los registros materiales derivados de la investigación (como transcripciones, audios, imágenes o videos) y, por lo tanto, tiempo. Una expectativa común sobre ATLAS.ti es que reducirá el tiempo de procesamiento y transformación de los datos. Esto está alejado de la realidad. Utilizar cualquier CAQDAS requiere de un diseño de investigación que considere la planificación, el tiempo de trabajo para el procesamiento⁴ y el análisis, así como el desarrollo de competencias de uso del programa (Rivers y Silver, 2016), lo que puede originar frustración entre quienes esperan encontrar una solución automatizada a la compleja tarea de deconstruir y reconstruir los datos cualitativos. Mientras más práctica se tenga con el programa, se generarán habilidades de uso, sin embargo, al iniciar es necesario considerar el tiempo de la curva de aprendizaje, tanto sobre lo que el propio programa puede hacer como sobre el desarrollo conceptual y la puesta en práctica de una estrategia de análisis cualitativo. Alentamos a toda persona que esté iniciando con ATLAS.ti a que se prepare para experimentar este tipo de dificultades, sin que ello conduzca a renunciar al uso de esta poderosa herramienta.

El proyecto de ATLAS.ti: potenciales procesos de trabajo

En esta sección se describen las principales funciones de ATLAS.ti y se propone una ruta crítica para un potencial proceso de trabajo. Como muchos otros CAQDAS, a través del programa quien investiga puede sistematizar, organizar y clasificar registros de texto, imagen o audiovisuales, realizar búsquedas y exploración, codificación y recuperación de textos o segmentos, crear relaciones conceptuales y elaborar representaciones gráficas de estos elementos. No obstante, aunque estas son las capacidades del programa, la mayor dificultad estriba en que es quien investiga quien debe crear el proceso de trabajo específico, determinando cuáles serán sus reglas de clasificación, codificación y el uso de las herramientas

⁴ Un ejemplo de esto es el tiempo utilizado en transcripción de entrevistas. Por cada hora de grabación necesitamos calcular entre cinco y seis horas de trabajo para la transcripción. El mismo caso ocurre con ATLAS.ti: si tenemos una hora de material transcripto, requeriremos al menos de unas seis horas para codificarlo, sobre todo mientras nos familiarizamos con el uso del programa.

que ATLAS.ti tiene disponibles. Distintas investigaciones han utilizado el programa de manera diversa (Friese, 2014; Woods, Macklin y Lewis, 2016), logrando con ello objetivos específicos. Por ello, la descripción de los componentes tiene como objetivo proporcionar un panorama general sobre el programa previo al diseño de un proceso de trabajo.

Como cualquier otro programa de cómputo, ATLAS.ti crea un archivo principal: el proyecto, un campo de trabajo en el que se encuentran componentes, denominados entidades. Las seis entidades principales de ATLAS.ti permiten realizar las acciones y operaciones principales del programa y se denominan: *Documentos*, *Citas*, *Códigos*, *Memos*, *Redes* y *Vínculos*, tal y como se muestra en el cuadro 2. La descripción que aquí se hace de estas no es exhaustiva ni sustituye la práctica directa con el programa o la consulta de sus manuales y/o tutoriales, pero permite dar una idea general de lo que hace el software y para qué se puede utilizar.

Cuadro 2. Principales entidades⁵ de ATLAS.ti

| | |
|---|--|
|  <p>Documentos</p> | <p>La entidad Documento contiene y administra el corpus de la investigación. En esta entidad se encuentran los registros que se van a codificar u organizar (transcripciones de entrevistas, literatura, políticas, narrativas, discursos, etc.). Pueden estar en formato de texto, imágenes, audio o video y pueden administrarse como grupos o de manera individual.</p> |
|  <p>Códigos</p> | <p>La entidad Códigos contiene y administra el conjunto de códigos que se utilizarán para clasificar los documentos. Por lo general, los códigos conforman la estrategia analítica inicial. En muchas metodologías, constituyen la columna vertebral del análisis cualitativo.</p> |
|  <p>Citas</p> | <p>La entidad Citas contiene los fragmentos seleccionados y codificados del corpus, las secciones de los documentos a las que se les han aplicado códigos.</p> |
|  <p>Memos</p> | <p>La entidad Memos permite crear y administrar notas de campo para el desarrollo de reflexiones teóricas, reflexiones metodológicas, descripciones del método, bitácoras o diario de campo, entre otras posibilidades. En general, sirven para registrar cualquier contenido o hallazgo que la persona investigadora encuentra durante su trabajo con ATLAS.ti. Es una entidad poderosa que permite la creación de diversas categorías para organizar el trabajo intelectual durante los procesos de trabajo con el programa.</p> |

⁵ En el texto las entidades de ATLAS.ti se escribirán como nombres propios y con cursivas, para señalar que hacemos referencia a los componentes del programa.

| | |
|---|---|
|  <p>Redes</p> | <p>La entidad Redes permite la creación de visualizaciones sobre el proceso de análisis cualitativo y es también un campo de trabajo. En ella pueden representarse gráficamente el resto de las entidades del programa y sus relaciones, a modo de mapas topológicos, conceptuales, semánticos, entre otras posibilidades. Constituye uno de los recursos más utilizados de presentación de resultados.</p> |
|  <p>Vínculos</p> | <p>La entidad Vínculos administra el uso y creación de relaciones, principalmente entre los códigos de ATLAS.ti. Las relaciones son conceptuales y permiten elaborar operaciones analíticas más allá de la descripción de los documentos, enriquecen y hacen compleja la codificación.</p> |

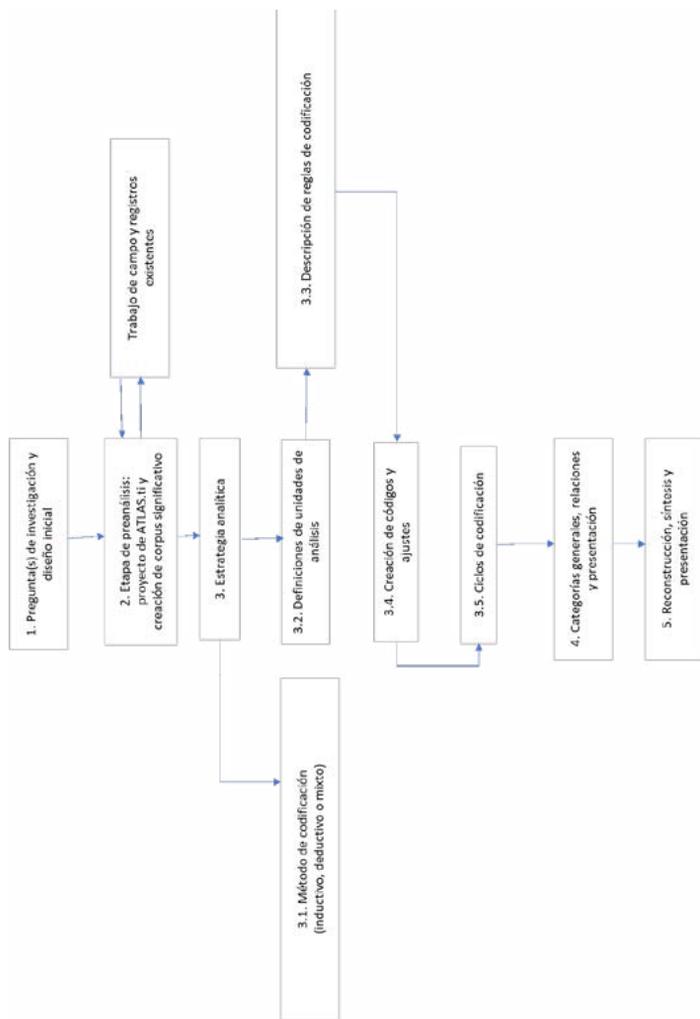
Fuente: elaboración propia, utilizando los íconos de las entidades de ATLAS.ti 9

Las seis entidades principales constituyen el núcleo del trabajo en ATLAS.ti. A través de su utilización, quien investiga puede desarrollar métodos particulares de análisis de un corpus o incluso, de formulación y representación de marcos analíticos y metodológicos. Sin embargo, estas nociones son insuficientes si no se ejemplifican a través de un proceso de trabajo, como el que proponemos en la figura 1. Este proceso de trabajo está centrado en las entidades *Documentos*, *Códigos*, *Citas*, *Memos*, *Vínculos* y *Redes*, pero es importante aclarar que no representa el único camino para un proceso de trabajo. Sin embargo, es una ruta clásica para el análisis cualitativo.

El proceso de trabajo que aquí presentamos como alternativa está particularmente centrado en la codificación como centro de la estrategia analítica y en una ruta de orientación deductiva-inductiva. Sin embargo, como señala Friese (2014) analizar datos cualitativos es más que codificar. La descripción de este potencial proceso de trabajo destaca la importancia del corpus y la etapa preanalítica.

No consideramos primordial incluir en este capítulo información e imágenes sobre la interfaz de ATLAS.ti y el manejo técnico del programa, ya que existen tutoriales y manuales de gran calidad elaborados tanto por el equipo de soporte del propio programa como por muchos usuarios en la academia. Sin embargo, agregamos al cierre de este capítulo información seleccionada para un mejor uso de la herramienta.

Figura 1. Un proceso potencial de trabajo en Atlas.ti



Fuente: elaboración propia según la propuesta de Mayring (2000)

Pregunta(s) de investigación y diseño inicial

El punto de partida para iniciar un proceso de investigación es el planteamiento del problema, que generalmente se presenta como una o algunas preguntas concretas. La pregunta y los objetivos de investigación prefijan un diseño metodológico inicial, pues definen qué es lo que se busca indagar y sobre qué referentes empíricos. Esto configura una primera idea sobre cómo se pueden responder las preguntas y cumplir los objetivos de la investigación (consultando qué o a quién(es), para saber qué cosa(s)). En esta fase de la investigación se define si se realizará trabajo de campo directo (entrevistas, observaciones, grupos de discusión o de enfoque), se trabajará con registros ya existentes (políticas, programas, prensa, literatura científica, etc.) o bien con una combinación de fuentes de información, como suele suceder con los estudios de caso. Estas decisiones implican un primer momento de reflexión epistemológica sobre la naturaleza del conocimiento que se puede producir con el diseño cualitativo (Woods, Macklin y Lewis, 2016).

Algunos conceptos sobre investigación cualitativa pueden ayudar para definir su naturaleza. Denzin y Lincoln señalan que

... la investigación cualitativa es una actividad localizada en un cierto lugar y tiempo que sitúa al observador en el mundo. Consiste en una serie de prácticas interpretativas y materiales que hacen al mundo visible. Estas prácticas transforman el mundo. Convierten al mundo en una serie de *representaciones*, incluyendo notas de campo, entrevistas, conversaciones, fotografías, grabaciones, y memorándums personales. En este nivel la investigación cualitativa implica un acercamiento interpretativo y naturalista del mundo. Esto significa que los investigadores cualitativos estudian los objetos en sus escenarios naturales, intentando dar sentido a, o interpretar los fenómenos en términos de los significados que las personas les dan. (2018: 4; las cursivas son nuestras)

Por ello hay que señalar que toda investigación cualitativa está situada temporal y espacialmente y que permite construir *registros*, es decir, *representaciones* de aquello que estamos estudiando. Esto es muy relevante, puesto que los QDAS inicialmente se crearon como programas para la clasificación y manejo de textos.

Etapa de preanálisis: proyecto de ATLAS.ti y creación de un corpus significativo

La etapa preanalítica es una etapa de planificación previa a la etapa de codificación. Como señala Bardin (1996), en los estudios de tipo deductivo-inductivo el preanálisis está centrado en la construcción del corpus de contenidos que va a ser analizado posteriormente en ATLAS.ti, así como en la elaboración de las guías de análisis preliminares. Para Bardin, esta etapa incluye la elaboración de la estrategia analítica, que nosotras hemos preferido desarrollar en el tercer apartado. Esta decisión se debe a que muchas veces se realiza trabajo de campo cualitativo en esta etapa y se levantan entrevistas, grupos, observaciones y otras técnicas, que ya utilizan guías y categorías analíticas y/o temáticas, pero que aún no se conforman como la estrategia de análisis sobre el corpus de la investigación. De cualquier manera, la definición de quiénes serán entrevistados individual o colectivamente es uno de los criterios de orientación en la construcción del corpus para el proyecto de ATLAS.ti. Sin embargo, el proceso de investigación utilizando el programa solo puede desarrollarse a partir de que ya contamos con esos registros materiales que podemos denominar *textuales*, sean textos, audios, videos o imágenes o su combinación. El carácter textual y por tanto material de los registros cualitativos es precisamente lo que permite que podamos leerlos y analizarlos en un programa de cómputo.

Desde esta perspectiva, los referentes empíricos que se producen con una investigación cualitativa siempre tendrán un carácter textual, pues se trata de la información registrada para el propósito de la investigación. Su característica común es que se trata de un material que contiene sentidos y significados y que puede ser leído en la medida en que está codificado socialmente. Como se señaló anteriormente, dependen de *qué* se estudia.

La selección y delimitación del corpus es un momento específico del proceso de investigación, con valor analítico. No es arbitraria respecto a la o las preguntas de investigación ni en relación con los objetivos del estudio. Requiere responder estos objetivos y permitir su cumplimiento. Por eso es importante describir los criterios para el muestreo cualitativo (Martínez-Salgado, 2012; Pérez-Luco Arenas *et al.*, 2018) y las características del corpus como parte del diseño de la investigación.

El proyecto de ATLAS.ti por lo general inicia cuando el corpus ya ha sido construido o seleccionado y se puede integrar al programa.⁶ El programa es suficientemente flexible para permitir un corpus específico (por ejemplo, las transcripciones de las entrevistas de un caso de estudio o los diarios de campo de una observación participante); o bien, un corpus ampliado, que incluye otras fuentes de información, como informes, imágenes, videos, audios, documentos de programas y políticas públicas e, incluso, la literatura científica que fundamenta la investigación. El corpus en el proyecto de ATLAS.ti se denomina *Documentos* y puede nombrarse y describirse según como lo requiera la investigación. Cada archivo individual constituye un documento, sin embargo, pueden agruparse con distintas clasificaciones para operarse posteriormente como *Grupos de documentos*.

Estrategia analítica

Una vez que contamos con un corpus para análisis es necesario definir cuál será la estrategia para proceder a la codificación y clasificación de este. Los datos empíricos de la investigación no son accesibles a menos que se construya un sistema de clasificación conceptual que permita su análisis, que puede ir desde el nivel descriptivo y concreto hasta sistemas de clasificación de alta complejidad, generando categorías conceptuales abstractas. Con este proceso analítico incluso es posible proponer taxonomías.

La estrategia analítica depende tanto de las categorías previas de la investigación, que guiaron el trabajo de campo y/o la selección del corpus de investigación, como de la naturaleza y especificidad del propio corpus, que en la investigación cualitativa por lo general rebasa los marcos analíticos iniciales y permite identificar temas “emergentes”, que no estaban considerados en el diseño de investigación. Nuestra propuesta es revisar esta etapa desarrollando los siguientes procesos: determinación del modelo analítico, definición de unidades de análisis para la codificación, definición de las reglas de codificación, creación de códigos y codificación, pues todas estas fases implicarán retornos y ajustes durante el proceso

⁶ Hay que recordar que aquí presentamos solo un proceso posible de trabajo con ATLAS.ti y que existen otras rutas críticas que pueden formularse, por ejemplo, integrar un corpus por etapas o comenzar con funciones como *Memos* o *Códigos*.

de investigación. Los pasos que describimos a continuación requieren ser acompañados de una lectura del corpus de investigación, pues muchas de las decisiones que se toman en el transcurso del proceso de análisis de datos cualitativos se fundamentan en las características del material que será analizado. En el lenguaje de ATLAS.ti, podemos decir que necesitamos conocer los *Documentos* de la investigación y el desarrollo de la estrategia analítica requerirá ir y venir sobre ellos, para ir clarificando las decisiones referentes a la estrategia de análisis.

Método de codificación

Sobre los métodos de codificación para la construcción de datos cualitativos existen dos grandes propuestas: el método de orientación deductiva, que parte de categorías temáticas definidas, y el método inductivo, que propone la construcción de categorías que se extraen principalmente a partir del propio corpus (*Documentos*). Utilizamos el término *orientación* porque en ningún caso se trata de métodos cerrados y porque existe un cierto consenso al definir la investigación cualitativa como metodologías y métodos más bien inductivos. Sin embargo, la práctica de metodologías y métodos cualitativos ha utilizado ambas orientaciones, especialmente en el trabajo con ATLAS.ti (Friese, 2014). Sobre el análisis de datos cualitativos se ha planteado que se trata de “describir y analizar un patrón de relaciones, y esta tarea requiere de un conjunto de categorías analíticas, y es posible tanto empezar con ellas (deductivamente), o conseguirlas gradualmente (inductivamente), o una combinación de ambas” (Miles y Huberman, 1994).

El método de orientación deductiva está más asociado a metodologías como el análisis de contenido (Krippendorff, 1990; Bardin, 1996) y el método inductivo a metodologías como la inducción analítica (Sosa, 2019) o la teoría fundamentada (Strauss y Corbin, 2002; San Martín Cantero, 2014). Sin embargo, como señalan Miles y Huberman, la elección de un método no implica que no puedan combinarse ambas estrategias para el análisis de datos cualitativos. No obstante, para hacer más rigurosa la sistematización en el proceso de codificación conviene elegir: se puede partir de una orientación deductiva-inductiva, en la que el énfasis sea el marco analítico previo, o bien inductiva-deductiva, que permita la codificación abierta y la recuperación de muchos temas posibles en el

material analizado, aunque no hayan sido considerados centrales en el diseño inicial de la investigación.

Un aspecto que puede ayudar a definir cuál es el mejor método para construir esta estrategia de análisis y posterior codificación tiene que ver con el objeto y problema de investigación (Miles y Huberman, 2000). Los diseños más estructurados y orientados por la teoría previa suelen ser deductivos y se usan para estudiar fenómenos ampliamente conocidos, sobre los que hay mucha información e investigaciones disponibles. Los diseños más libres e inductivos corresponderían a problemas que requieren ser explorados y sobre los cuales existen relativamente pocas investigaciones previas. En este sentido, metodologías como el estudio de caso (Stake, 1995; Yin, 2003), si bien se desarrollaron a partir de los métodos sociológicos como la inducción analítica, pueden utilizar diseños orientados inductiva o deductivamente dependiendo de los problemas que abordan. Ambos tipos de métodos podrían contribuir a la construcción de nuevo conocimiento en el campo de los estudios de ciencia, tecnología e innovación en América Latina.⁷

En términos de sus capacidades como herramientas, los QDAS como ATLAS.ti permiten codificar de forma deductiva, inductiva o mixta. En cualquiera de estos casos la decisión será de la o las personas que investigan y hay que considerar que la elección del método inicial no implica cancelar la sensibilidad de quien está realizando el análisis, que puede comenzar con una orientación deductiva y simultáneamente encontrar hallazgos relevantes, que ameritan la creación de nuevas categorías de forma inductiva. Esto requiere ser destacado en la investigación y es uno de los usos posibles para la herramienta *Memos*, que permite ir realizando notas durante el proceso de codificación. En los estudios de CTI, ATLAS.ti se ha utilizado para el análisis de estudios de caso, el análisis de políticas públicas, para realizar revisión de literatura e incluso en estudios sobre las representaciones de la ciencia y la tecnología, la apropiación social del conocimiento o el impacto social de la tecnología, entre otros temas. La diversidad de temas muestra también que hay orientaciones

⁷ Una recomendación para quienes se enfrentan por vez primera al reto de analizar datos cualitativos es seguir rutas críticas conocidas para hacer las primeras pruebas con ATLAS.ti, para lo cual es más sencilla una orientación deductivo-inductiva, que parta de categorías previamente construidas en los marcos teóricos utilizados que delimiten el análisis. No obstante, es probable que en las primeras experiencias al trabajar un corpus con ATLAS.ti encuentren contenidos que aludan a dimensiones o problemas que están fuera del marco analítico original y que son relevantes. Entonces, quedará clara la pertinencia de pensar en métodos "orientados" y no "cerrados".

diversas. Especificar esa decisión en el diseño de investigación permite definir con rigor el proceso de codificación, pues la *transparencia del método* (Miles y Huberman, 2000) es clave para garantizar la validez de las metodologías cualitativas.

Unidades de análisis para la codificación

Aunque el diseño de investigación por lo general define unidades de análisis previas (entrevistas, casos, fenómenos o eventos) para codificar es necesario considerar la determinación de unidades básicas de análisis y la naturaleza de los materiales que serán codificados. Es decir, cuáles son las unidades mínimas de sentido que se utilizarán como referente empírico para el proceso de codificación.

Los estudios cualitativos pueden utilizar diversas unidades de análisis para trabajar con los datos, pero su elección no debe ser arbitraria sino responder a una justificación conceptual. Sea que se elijan segmentos delimitados gramaticalmente como párrafos, frases e incluso palabras; sea que se decida utilizar un criterio temático y seleccionar frases o párrafos que se refieran a temas específicos, es importante definir una manera de seleccionar los contenidos que serán codificados, y por tanto clasificados, y explicar su relevancia. Por ejemplo, si se trata de una entrevista a una persona investigadora, funcionaria pública o responsable de un proceso en una firma, se pueden utilizar frases o párrafos para no perder el contexto en el cual se generaron las narrativas. Si se analizan políticas públicas, quizá pueda ser relevante encontrar conceptos específicos (palabras o sintagmas) de forma independiente a los párrafos o frases. Esas decisiones solo pueden definirse al revisar y conocer el corpus de investigación.

Cuando se analizan textos puede resultar relativamente más sencilla la toma de decisiones sobre las unidades de análisis, por la organización del lenguaje: podemos decidir que los párrafos o frases serán unidades básicas porque el lenguaje escrito tiene esa estructura. Analizar imágenes o material audiovisual⁸ puede significar un reto mayor, en la medida en que hay que definir cómo seleccionar segmentos o *documentos* completos, o incluso una combinación de ambos.

8 Si bien ATLAS.ti puede analizar material audiovisual, es importante señalar que para una mejor funcionalidad del programa se requiere una computadora de gran capacidad. Sobre los requerimientos técnicos, consultar: ATLAS.ti (2023). *System Requirements*. Disponible en: <https://atlasti.com/product/technical-info/>.

Describir las reglas de codificación

Las distintas decisiones que se han tomado sobre el método de análisis y sus unidades básicas de análisis, así como otras decisiones que se determinen durante el proceso de codificación, conforman las reglas de codificación. Estas reglas requieren ser escritas y especificadas como parte de la ruta crítica que conforma el método de análisis. La herramienta más adecuada de ATLAS.ti para este propósito son los *Memos*, que permiten registrar las continuidades, variaciones y conflictos durante el proceso de análisis de datos cualitativos. Las reglas de codificación constituyen un insumo indispensable para el trabajo colaborativo, del cual hablaremos más adelante.

Construir las reglas de codificación se comprende como un proceso que ocurre antes, durante e incluso después del proceso de codificación, en la medida en que son decisiones que se enriquecen con la revisión del corpus de investigación (Miles y Huberman, 2000).

Creación de códigos y ajustes

La creación de códigos es un proceso que puede partir de una lista de códigos temática e incluso jerarquizada y estructurada en temas generales y subtemas específicos; o bien, puede crearse a partir de la revisión del corpus de manera inductiva. Nuestra experiencia práctica nos ha mostrado que siempre existe algún nivel de prenociones o categorías previas, incluso en las investigaciones más exploratorias. Por ello, lo más frecuente es iniciar el proceso de codificación con una lista de códigos preexistente.

El administrador de *Códigos* en ATLAS.ti permite crear códigos de manera anticipada, crear códigos sobre la marcha en la revisión de los *Documentos*, crear códigos a partir de palabras o segmentos de los textos, e incluso permite la codificación automática según criterios de búsqueda (por ejemplo, codificar frases o párrafos con ciertas palabras clave).

Cualquiera de estas fórmulas y sus combinaciones puede ser válida siempre y cuando tenga sentido para la investigación. No obstante, no es posible tener todos los códigos construidos antes de iniciar el proceso de codificación, porque la creación de códigos es una etapa que pasará por diferentes ajustes a lo largo del proceso de análisis de los *Documentos*. Por ello, el proceso de creación de códigos y codificación se ha descrito con el concepto de ciclos (primero, segundo, tercer ciclo...) (Saldaña, 2013).

Al crear cada código es importante incluir una descripción de lo que significa, así como sus límites para lograr que algunos puedan ser excluyentes. Los códigos no deben interpretarse como variables, en un sentido estricto. Es posible que un mismo segmento de una entrevista hable de varios temas y pueda ser codificado con varios códigos superpuestos. Pero la claridad sobre qué es lo que el código designa se logra en parte con una definición clara de este. ATLAS.ti tiene una sección específica para describir cada código en el propio administrador de *Códigos*.

Un problema común al crear códigos temáticos generales es utilizarlos para codificar segmentos que contienen muchos contenidos distintos, pues si bien pertenecen a la categoría general, son diferentes entre sí. Codificar con una categoría general no permitirá una diferenciación posterior de los segmentos. Eso puede observarse en el siguiente ejemplo sobre canales de interacción universidad-empresa (cuadro 2) que ilustra una lista jerarquizada de códigos, lo que en ATLAS.ti podemos denominar *árbol de códigos*.

Cuadro 2. Ejemplo de categorías para codificación sobre canales de interacción academia-industria

| Concepto general | Tipos de canales | Formas de interacción |
|--------------------------------|---|------------------------|
| Canales de interacción | "Información y formación (InfoChannel)" | Publicaciones |
| | | Conferencias |
| | | Información informal |
| | | Capacitación |
| | "Proyectos de I+D y consultoría (ProjectChannel)" | Contrato de I+D |
| | | I+D conjunta |
| | | Consultoría |
| | "Derechos de propiedad intelectual (IPRChannel)" | Licencias tecnológicas |
| | | Patentes |
| "Recursos humanos (HRChannel)" | Contratación de recién graduados | |

Fuente: elaboración propia utilizando como ejemplo los "mejores canales de interacción academia-industria" propuestos en De Fuentes y Dutrénit (2012)

Si la lista de códigos inicial solo incluye el código “canales” y este se utiliza de manera directa para codificar todos los segmentos, independientemente de cuál es el canal específico que se describe en el caso de estudio, separarlos después requerirá un nuevo proceso de codificación. El primer nivel de desagregación del concepto general *canales* son las cuatro categorías “canales de interacción”, pero estas categorías siguen siendo demasiado generales para la codificación directa. Cuando contamos con este tipo de conceptos organizados, la mejor opción es crear códigos específicos para las formas de interacción: publicaciones, conferencias, capacitación, etc., porque después es posible agruparlos tal y como se muestra en el cuadro 2, pero si se codifican con las categorías más generales, no se pueden desagrupar de manera automática en ATLAS.ti. Es por ello que al construir listas de códigos es importante considerar que aquellos *Códigos* más específicos requieren ser utilizados para crear *Citas* en los *Documentos*. En la teoría fundamentada, esto quiere decir que el código más concreto debe estar “enraizado”: directamente conectado con el registro empírico.

Ciclos de codificación y deconstrucción

La puesta en práctica de la codificación es en sí mismo el proceso de análisis e implicará un retorno constante a las reglas de codificación y las listas o sistemas de códigos creados inicialmente. En muchos e importantes trabajos sobre codificación (Miles y Huberman, 1994; Saldaña, 2013; Denzin y Lincoln, 2018) se define este proceso como reducción de datos cualitativos. Otro término que puede ayudar a comprender este proceso es el de *deconstrucción*, que significa la descomposición analítica de los *Documentos* en *Citas*. Dado que posteriormente los elementos analizados se reconfigurarán en forma de resultados, la metáfora de la deconstrucción-reconstrucción puede ser útil para definir el proceso metodológico.

Los datos textuales, iconográficos, audiovisuales o verbales son el punto de partida para la codificación, que produce *Citas*. Las *Citas* en ATLAS.ti son los segmentos codificados, que pueden ser de distintos tamaños o formas, pero que tienen la ventaja de poder recuperarse, agruparse o relacionarse a través de los *Códigos*, por ello es importante construirlos como unidades mínimas de sentido, aunque se parta de un marco analítico deductivo-inductivo.

El proceso de codificación es uno de los momentos que mayor frustración puede producir entre quienes se enfrentan por primera vez al análisis cualitativo por computadora. Esto es así porque, a pesar del trabajo previo de planificación, el corpus de investigación casi nunca se reduce tal y como se ha planificado y en el camino muchas decisiones sobre los códigos (sus nombres, sus descripciones, su alcance) o sobre las reglas de codificación pueden modificarse. A veces las decisiones sobre el sistema de códigos se toman después de un avance considerable y es necesario volver atrás con la codificación y reconstruir el avance, lo que implica desandar lo andado. Códigos que parecían diferentes requieren fusionarse, o bien, se hace necesario separar un código en varios subcódigos, porque se están ocultando hallazgos relevantes y esto implica retroceder y, a veces, reiniciar el proceso de codificación. Alentamos a no abandonar la tarea, pues todas estas dificultades suelen aparecer más al iniciar las investigaciones, al revisar los primeros *Documentos*, y son parte del proceso mismo de análisis de datos cualitativos, pues tienen un valor intelectual. Mientras más se conozca y revise el corpus de investigación y se avance en las nuevas decisiones y ajustes del proceso analítico, más sencillo será lograr la codificación completa del corpus, pues las reglas serán más claras y justamente se habrán definido a partir de la constante retroalimentación entre la planificación y la práctica directa de codificar.

La codificación permite una posterior recuperación de los textos o segmentos codificados. Es decir, permite reorganizar el material de la investigación y reconstruirlo. Es posible generar informes de citas sobre códigos específicos o sobre la totalidad de los códigos. Es posible incluso utilizar esos informes como nuevos *Documentos*, en la medida en que sintetizan temas específicos. Nuevamente, son decisiones que pueden tomarse durante el proceso de investigación.

La etapa de codificación con ATLAS.ti es la más artesanal y requiere tiempo y reflexión para aprovechar el proceso de trabajo como una fuente de conocimiento. Hacer *Memos* sobre este proceso es fundamental para darle seguimiento a los cambios en las decisiones metodológicas. Por otro lado, durante el proceso de codificación se hace evidente que existen similitudes, diferencias, así como relaciones entre los elementos que se deconstruyen. Comienza una etapa de reflexión conceptual sobre la codificación y el árbol de códigos se hace más complejo, pues se develan relaciones entre *Códigos* y *Documentos*, que permiten un análisis más profundo que rebasa lo meramente descriptivo.

Dos conceptos importantes que orientan la codificación son: enraizamiento y densidad. ATLAS.ti muestra la información sobre cuánto enraizamiento y densidad posee cada código. El primer término se refiere a cuántos segmentos han sido codificados, es decir, cuántas *Citas* existen de ese código en particular. Densidad, por su parte, designa el número de relaciones que el código tiene con otros códigos. En la imagen 1 se puede ver un ejemplo de enraizamiento y densidad.

Imagen 1. Códigos de ATLAS.ti según enraizamiento y densidad

| Nombre | Enraizamiento | Densidad |
|--------------|---------------|----------|
| #Vacunas | 0 | 4 |
| #Sputnik | 15 | 1 |
| #Sinovac | 4 | 1 |
| #AstraZéneca | 6 | 1 |
| #Pfizer | 35 | 1 |

Fuente: elaboración propia a partir de una búsqueda en Twitter sobre vacunas para covid-19 realizada en octubre de 2021

En la imagen se puede observar que la vacuna que más *Citas* tiene es #Pfizer, es decir, es la que tiene mayor enraizamiento. El código #Vacunas es el de mayor densidad porque reúne las cuatro vacunas distintas mencionadas, pero no codifica directamente el material. Las nociones de enraizamiento y densidad permiten construir algunas hipótesis sobre las relaciones entre códigos, que pueden presentarse en la entidad *Redes*.

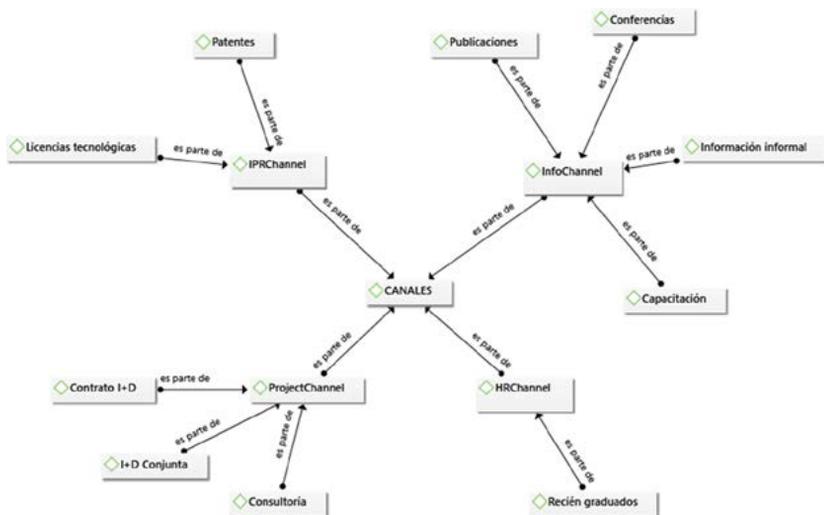
Los *Códigos* pueden utilizar nombres que convengan a la investigación. La versión 9 de ATLAS.ti permite no solamente agrupar los códigos en categorías generales o construir árboles o sistemas de códigos. También facilita su operación ordenando alfabéticamente o por colores, por lo que se pueden generar varias categorías distintas de códigos, incluso para distintos tipos de *Documentos*, pues existen herramientas para filtrar esa información en la interfaz de ATLAS.ti. Para decidir cómo nombrar los *Códigos*, sugerimos que quien use ATLAS.ti considere que estas son entidades que podrán ser representadas en mapas conceptuales (*Redes*),

por lo que se puede optar por nombrarlas de una forma legible para futuros lectores de publicaciones académicas.

Categorías generales, relaciones y presentación

Como señalamos, los ciclos de codificación son parte del proceso de análisis de datos cualitativos y permiten observar conceptos y relaciones entre las entidades de ATLAS.ti que requieren ser representados. Para ello, el programa cuenta con la entidad *Redes*. Esta entidad permite la creación de mapas conceptuales diversos: mapas topológicos, mapas semánticos y otro tipo de mapas conceptuales, en los que es posible incluir distintas entidades: *Códigos*, *Documentos*, *Citas*, *Memos* y *Vínculos*. En el ejemplo que incluimos a continuación únicamente se muestran *Códigos* y los *Vínculos* jerárquicos entre ellos, replicando el ejemplo de canales de interacción academia-industria (red 1).

Red 1. Red de Códigos y Vínculos en ATLAS.ti 9, sobre canales de interacción academia-industria



Fuente: red elaborada con ATLAS.ti 9, utilizando como ejemplo los “mejores canales de interacción academia-industria” propuestos en De Fuentes y Dutrénit (2012)

Las *Redes* en ATLAS.ti tienen formatos flexibles. El ejemplo anterior es solo una entre muchas formas de representar las relaciones entre los códigos. En la red se puede observar cómo cada uno de los elementos particulares (las formas de interacción) forman parte de los cuatro canales de interacción identificados, que a su vez forman parte de la categoría general “canales”. Se trata de una red que contiene tanto relaciones topológicas como semánticas y que utiliza las relaciones predeterminadas que ATLAS.ti incluye.

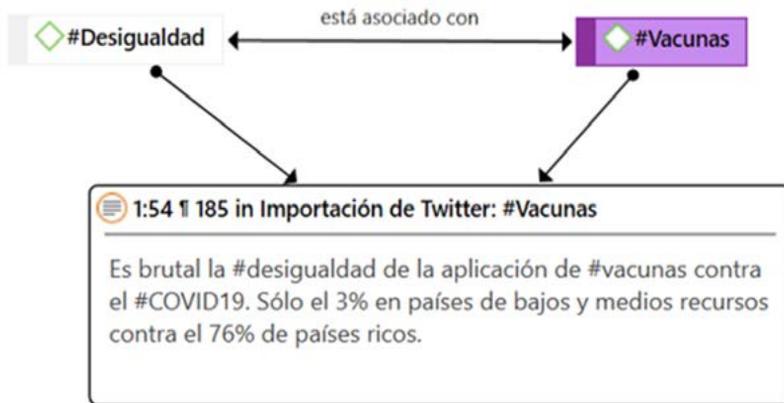
La entidad *Redes* permite la presentación, que como señalan Miles y Huberman (2000), es necesaria para observar, reflexionar y afinar el análisis de los datos cualitativos. La representación en red que grafica ATLAS.ti puede ser muy atractiva, sin embargo, es muy importante señalar aquí que cualquier producto que se obtenga del programa, a modo de resultado, requiere ser revisado conceptualmente. No basta con que algunos vínculos entre entidades se representen, lo relevante es que a través de esta entidad que permite la presentación se puedan observar las respuestas a las preguntas de investigación.

La entidad *Vínculos* permite utilizar tanto estas relaciones predeterminadas como crear nuevas relaciones. Las relaciones predeterminadas de ATLAS.ti en las primeras versiones se basaron en matemáticas discretas, describiendo relaciones simétricas, asimétricas y transitivas entre conjuntos, que fundamentalmente describían pertenencia, propiedades, causalidad, asociaciones y contradicciones. En la versión 9 de ATLAS.ti se han agregado nuevas relaciones como roles, menciones, localizaciones. Quien investiga tiene la posibilidad de desarrollar una tipología propia para sus problemas y objetos de estudio específico, por lo que se trata de una herramienta analítica flexible y de gran versatilidad.

En la red 2 se muestra un ejemplo en el cual se incluye una cita directa y se muestran relaciones entre códigos, para ejemplificar otras posibilidades de mapeo conceptual y presentación de resultados con las entidades *Redes* y *Vínculos*. Las posibilidades de trabajo con estas entidades son muy diversas y en conjunto permiten la elaboración de mapas y representaciones de alto valor analítico.

Junto con otras herramientas analíticas del programa, estas entidades construyen resultados del proceso de trabajo con ATLAS.ti hasta el nivel de reconstrucción y síntesis de los datos cualitativos.

Red 2. Red con Cita textual y relaciones entre Códigos



Fuente: elaboración propia a partir de una búsqueda en Twitter sobre vacunas para covid-19 realizada en octubre de 2021

Reconstrucción y síntesis

Como paso final en un proceso de trabajo con ATLAS.ti se incluye esta etapa de reconstrucción y síntesis de resultados. Al igual que en otras fases, no existe una sola manera de mostrar los hallazgos que se encontraron con ATLAS.ti, pero dos de las maneras más importantes de presentar los hallazgos suelen ser las *Citas* y las *Redes*, en las que se representan las relaciones y vínculos entre entidades.

Las *Citas* constituyen el material de primera mano que ilustra, textualmente, los distintos hallazgos. Su valor fundamental es descriptivo y resulta indispensable cuando se trata de dar voz a grupos o informantes clave. Por su parte, las *Redes* permiten la síntesis de hallazgos y elementos, pues presentan las entidades de forma resumida, así como sus relaciones conceptuales. Ambas entidades permiten la presentación de resultados de investigación. Cuando se ha llegado a este punto en el proceso de trabajo, también pueden revisarse algunas otras herramientas del programa, para enriquecer el análisis cualitativo.

Otras herramientas de ATLAS.ti

Las entidades que describimos hasta ahora no son las únicas herramientas que tiene ATLAS.ti. Además de las entidades descritas como parte de un potencial proceso de trabajo, el programa ofrece otras funciones y herramientas analíticas.

Una herramienta que merece un lugar especial, dado que juega un papel fundamental tanto en todo el proceso de la investigación como en el analítico, es la entidad *Memos*. Si bien la mencionamos como parte del proceso de trabajo, es una herramienta que tiene muchas más posibilidades de uso.

Normalmente el proceso de análisis cualitativo es caótico: observamos, identificamos y reflexionamos sobre diversos aspectos de nuestra investigación en espacios de tiempo fragmentados. Por ejemplo, cuando estamos analizando una imagen puede emerger una fuerte relación con un algún segmento de una entrevista. De igual manera, al releer las notas sobre el marco teórico de la investigación encontramos un vínculo con las respuestas a una encuesta que acabamos de analizar, lo que abre nuevas perspectivas en la indagación que no estaban en principio contempladas. La generación de relaciones entre nuestro marco teórico y los materiales es un proceso dinámico e intenso que tiene que documentarse. Asimismo, se debe de tener registro de las diversas tomas de decisiones metodológicas. Los *Memos* nos pueden asistir en estas importantes tareas.

Los *Memos* no son solo ideas (Corbin y Strauss, 1990). No son tampoco espacios para hacer comentarios, para eso hay opciones en las principales entidades del software (*Documentos, Códigos, Citas, Memos* y *Redes*). Los *Memos* son una herramienta que ofrece el programa para desarrollar teoría y argumentos, para documentar relaciones entre los materiales, para responder preguntas de investigación. De esta manera, los *memos* pueden acompañar todo el proceso de investigación: desde la documentación de primeras impresiones en las entrevistas, la creación de nuestra estructura de códigos, las conexiones con la literatura, las relaciones entre los diversos materiales, hasta los hallazgos que vamos observando. Se pueden crear entonces *memos* de varios tipos: teóricos, metodológicos o para responder preguntas de investigación (Friese, 2019) o utilizando otras tipologías. Se puede también crear un *Memo* y utilizarlo como una bitácora cuya función es documentar paso a paso el proceso analítico (Hernández *et al.*, 2010). Esta bitácora después se vuelve el documento base para escribir el capítulo metodológico.

Por último, los *Memos* también pueden usarse para desarrollar *tiny texts* (textos breves) como estrategia de escritura (Kamler y Thomson, 2014). Todos esos textos breves producidos van formando una narrativa que al final toma forma de manuscritos. Esta estrategia es útil para superar el miedo a escribir en la pantalla en blanco.

ATLAS.ti también tiene varias herramientas analíticas que pueden utilizarse una vez que el proceso de codificación, categorización y vinculación de nuestros diversos materiales ha llegado a su término. Entre ellas podemos mencionar las *Tablas Código-Documento*, que permiten observar cómo se comportan los *Códigos* en uno o todos los *Documentos* o en *Grupos de Documentos*; el *Explorador de Coocurrencias* entre *Códigos*, que permite explorar el material y generar nuevas hipótesis sobre sus relaciones; o la *Herramienta de consulta*, que permite interrogar el material codificado con consultas específicas utilizando operadores booleanos o de conjunto, semánticos o de proximidad para rastrear relaciones entre *Códigos* o para recuperar *Citas* que cumplan varias características de manera simultánea. A través de las *Consultas* es posible crear *Super Códigos* y hacer más compleja la codificación. Todas estas herramientas de análisis cobran sentido únicamente cuando el material ya ha sido codificado y relacionado, pues no pueden operarse sin enraizamiento y densidad de los *Códigos*.

Adicionalmente, la versión 9 ha agregado una serie de funcionalidades atractivas, en colaboración con otras interfaces: búsquedas e importación de contenidos en Twitter vía hashtags; importación de archivos de Evernote; lectura de archivos de Excel para codificación de preguntas abiertas en encuestas; importación de documentos de gestores bibliográficos como EndNote, Zotero, Mendeley y Reference Manager. También ha incluido herramientas de *machine learning*, que las personas usuarias con conocimientos avanzados pueden utilizar para configurar funciones de reconocimiento automatizado de conceptos o temas, así como herramientas para codificación de grupos focales. En este sentido, ATLAS.ti ofrece muchos más recursos de los que suelen utilizarse en un solo proceso de trabajo. La clave al recurrir a ellos es que tengan sentido para la investigación y que permitan observar aquellos hallazgos que quien o quienes investigan desean destacar.

Algunas opciones para la triangulación con ATLAS.ti

Un aspecto que hasta ahora no hemos abordado es la cuestión de la validez y fiabilidad en los estudios cualitativos, tema ampliamente discutido en la literatura especializada (Denzin y Lincoln, 2018; Miles y Huberman, 2000). Además de procesos de trabajo transparentes y fieles al sentido original del corpus de investigación, una propuesta para lograr diseños y procesos de análisis más robustos es la triangulación (Patton, 2002), es decir, la combinación de múltiples enfoques, fuentes o recursos (teóricos y/o metodológicos) para estudiar un mismo objeto de investigación. La hipótesis que subyace a la idea de que la triangulación permite mayor validez es que el valor de las estrategias o técnicas de investigación se puede sumar y permite observar un problema desde ángulos distintos. Como ejemplo, revisaremos dos formas de triangulación que pueden implementarse en ATLAS.ti.

Triangulación a través de un corpus ampliado

El corpus de investigación puede conformarse con distintos tipos de *Documentos*. Por ejemplo, en un caso de estudio puede incluir distintas fuentes de información permitiendo la triangulación por fuentes. Si el caso fuese la indagación de los procesos de cambio organizacional en una empresa que implementó un proceso de innovación, podríamos triangular incluyendo: a) entrevistas a informantes clave de la empresa, b) reportes internos de la empresa y c) notas periodísticas que documentan el caso (si tuviera impacto público). Si analizáramos las políticas de CTI en un país o un conjunto de países, el corpus ampliado podría contener los documentos de política pública, los informes de evaluación de los programas y entrevistas a informantes de interés.

Un corpus diverso puede ser un mecanismo de triangulación siempre y cuando se haga explícita la pertinencia de cada *Documento* para los objetivos de investigación.

Triangulación a través del trabajo colaborativo

Desde sus primeras versiones ATLAS.ti consideró que un solo proyecto podía ser codificado o intervenido por varios usuarios, lo que puede

ayudar a codificar u operar analíticamente proyectos con grandes corpus. Además de esa opción de trabajo colaborativo, cuando el análisis lo realizan múltiples codificadores se pueden implementar procesos de doble o triple codificación, que constituyen otra forma de triangulación. Realizar doble o triple codificación implica un proceso de verificación intersubjetiva entre los analistas de altísimo rigor, pues permite comparar si dos o más personas codifican de la misma manera el mismo material, lo que en teoría serviría para controlar algunos sesgos en la codificación.

El programa actualmente incluye la modalidad *intercodificadores* como herramienta de fiabilidad, que autoriza la codificación simultánea de un proyecto de ATLAS.ti y ofrece una revisión en tiempo real del grado según quienes codifican. Si bien es una herramienta interesante, en los estudios cualitativos se reconoce el papel de la persona que investiga como sujeto/a inmerso/a en la investigación. Una desventaja es que la modalidad *intercodificadores* amplía el tiempo de uso del programa y aunque ofrece una mayor fiabilidad, no es frecuente encontrar que haya sido utilizada en los estudios publicados que emplearon ATLAS.ti.

Hacia la práctica con ATLAS.ti

A modo de conclusión, reiteramos que ATLAS.ti es un programa de cómputo que asiste los procesos de trabajo en investigación cualitativa. Si bien cuenta con distintas herramientas que colaboran en la clasificación y organización de un corpus de investigación, el programa no hace elecciones teóricas ni toma decisiones sobre la estrategia analítica que se utilizará. En este sentido, aunque facilita los procesos de trabajo y análisis de datos cualitativos, solamente la o las personas que investigan pueden definir diseños de investigación y estrategias de uso del programa.

Esperamos que este texto despierte en quienes analizan datos cualitativos la curiosidad por conocer el programa y experimentar su uso. Especialmente, a quienes están en las primeras etapas del aprendizaje sobre el análisis de datos cualitativos, les recomendamos tener paciencia en el trabajo con el programa, pues muchos momentos de confusión pueden ser frecuentes hasta que se logren decisiones firmes sobre un proceso de análisis. Aprender a usar el programa brindará diversos aprendizajes sobre el trabajo concreto de análisis de datos cualitativos y puede ser el punto de partida para el desarrollo de nuevas metodologías, específicas

para nuestra región latinoamericana y nuestros problemas concretos en el campo de la CTI.

Recursos sobre ATLAS.ti 9

1. Guía rápida de ATLAS.ti 9:
 - Windows: <https://doc.atlasti.com/QuicktourWin.v9/index.html>.
 - Mac: <https://doc.atlasti.com/QuicktourMac.v9/index.html>.
2. Manual del usuario de ATLAS.ti 9:
 - Windows: <https://doc.atlasti.com/ManualWin.v9/index.html>.
 - Mac: <https://doc.atlasti.com/ManualMac.v9/index.html>.
3. Tutoriales en video (en inglés y español): <https://atlasti.com/video-tutorials/atlas-ti-9-videos/>.
4. Proyectos de ejemplo de ATLAS.ti: <https://atlasti.com/learning/sample-projects/>.

Bibliografía

- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Carvajal Llamas, D. (2001). "Herramientas informáticas para el análisis cualitativo". *Nómadas (Col)*, n.º. 14, pp. 252-259. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105115268019>
- Corbin, J. y Strauss, A. (1990). "Grounded Theory Research: Procedures, Canons, and Evaluative Criteria". *Qualitative Sociology*, vol. 13, n.º 1, pp. 3-21.
- Davidson, J. y di Gregorio, S. (2011). "Qualitative research and technology in the midst of a revolution". En Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S.

- (eds.), *The SAGE Handbook of Qualitative Research*, pp. 627-643. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- De Fuentes, C. y Dutrénit, G. (2012). "Best channels of academia-industry interaction for long-term benefit". *Research Policy*, vol. 41, n° 9, pp. 1666-1682.
- Denzin, N. K. y Lincoln, Y. S. (eds.) (2018). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: SAGE. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11229-017-1319-x>.
- Friese, S. (2014). "Implementing different analysis approaches with ATLAS.ti". *Theory of Social Behaviour*, vol. 25, n° 2, pp. 171-188. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4790.6164>.
- _____ (2019). *Qualitative Data Analysis with ATLAS.ti*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M-P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Kamler, B. y Thomson, P. (2014). *Helping Doctoral Students Write Pedagogies for supervision*. London: Routledge.
- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica*. Barcelona: Paidós.
- Martínez-Salgado, C. (2012). "El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias". *Ciencia e Saude Coletiva*, vol. 17, n° 3, pp. 613-619. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000300006>.
- Mayring, P. (2000). "Qualitative Content Analysis". *Forum: Qualitative Social Research*, vol. 1, n° 2, pp. 1-10.
- Miles, M. y Huberman, M. (1994). *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- _____ (comps.) (2000). "Métodos para el manejo y el análisis de datos". En Denman, C. A. y Haro, J. A. (eds.), *Por los rincones: Antología de métodos cualitativos en la investigación social*, pp. 253-301. México: El Colegio de Sonora.
- Muhr, T. (1991). "ATLAS/ti - A prototype for the support of text interpretation". *Qualitative Sociology*, vol. 14, n° 4, 349-371. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00989645>.

- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Pérez-Luco Arenas, R.; Lagos Gutiérrez, L.; Mardones Barrera, R. y Sáez Ardura, F. (2018). “Taxonomía de diseños y muestreo en investigación cualitativa. Un intento de síntesis entre las aproximaciones teórica y emergente”. *Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación*, n° 39, p. 11.
- Ronzani, C. M.; Rezende da Costa, P.; Ferreira da Silva, L.; Pigola, A.; y Martins de Paiva, E. (2020). “Qualitative methods of analysis: an example of ATLAS.ti™ software usage”. *Revista Gestão e Tecnologia*, vol. 20, n° 4, pp. 284-311.
- Saldaña, J. (2013). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- San Martín Cantero, D. (2014). “Teoría fundamentada y ATLAS.ti: recursos metodológicos para la investigación educativa”. *Revista electrónica de investigación educativa*, vol. 16, n° 1, pp. 104-122.
- Silver, C. y Rivers, C. (2016). “The CAQDAS Postgraduate Learning Model: an interplay between methodological awareness, analytic adeptness and technological proficiency”. *International Journal of Social Research Methodology*, vol. 19, n° 5, pp. 593-609. DOI: <https://doi.org/10.1080/13645579.2015.1061816>.
- Sosa, A. (2019). “Analytic induction as a sociological method from a historical perspective”. *Cinta de moebio*, vol. 64, pp. 11-30. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2019000100011>.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case research*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación científica. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Woods, M.; Macklin, R. y Lewis, G. K. (2016). “Researcher reflexivity: exploring the impacts of CAQDAS use”. *International Journal of Social Research Methodology*, vol. 19, n° 4, pp. 385-403. DOI: <https://doi.org/10.1080/13645579.2015.1023964>.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research. Design and Methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE.

Capítulo 5.

Innovación y desarrollo desde un enfoque sistémico y contextualizado

El enfoque de los arreglos productivos locales en Brasil

José Cassiolato, Helena Lastres, Marcelo Matos
y Micaela Mezzadra

Introducción

El programa de investigación de la Red de Investigación sobre Sistemas Productivos e Innovadores Locales (RedeSist), centrado en el referencial de los Arranjos¹ Productivos Locales (APL), se ha propuesto examinar las dicotomías que residen en la dialéctica de una globalización de la producción opuesta al carácter localizado de la actividad productiva e innovadora. La utilización de este referencial, desarrollado por la RedeSist a finales del decenio de 1990, requirió el detalle de una metodología de investigación capaz de captar las especificidades de los procesos económicos y sociales de carácter complejo, dada su naturaleza sistémica. A lo largo de los años esta fue siendo gradualmente trabajada y mejorada, por medio de su utilización en más de doscientos estudios empíricos, constituyendo una base sólida de evidencias empíricas sobre los procesos de creación de capacidades y desarrollo local (Cassiolato *et al.*, 2017, 2018; Martins Lastres, Cassiolato y Pessoa de Matos, 2020).

¹ Hemos elegido usar el término portugués *arranjo*. La traducción directa al español sería *arreglo*, pero el significado de este término difiere de su significado en el portugués, ya que no es algo que se haya arreglado. El término *arranjo* en su sentido original se refiere a estructuras con diferentes grados de complejidad.

El objetivo de este capítulo es presentar una síntesis del esfuerzo metodológico realizado por la RedeSist y acumulado a lo largo de las diferentes vueltas de revisión y maduración. El capítulo está organizado de la siguiente manera. En el primer apartado se presentan las repercusiones de los principales elementos del enfoque de los APL de RedeSist para su metodología de análisis en dos niveles: el contexto externo a los APL y las estructuras y procesos intrínsecos al entorno local. En el segundo apartado se examinan los criterios utilizados para la selección de los casos estudiados por la RedeSist y en el tercer apartado se examina la caracterización o el diseño del arreglo o sistema productivo e innovador local. El cuarto apartado muestra la definición de los actores a entrevistar y la construcción del Plan de Muestras y el quinto se centra en los instrumentos de investigación de campo. En el sexto apartado se examina el tratamiento de la información obtenida y finalmente se presentan las conclusiones.

Elementos del marco teórico y evolución de la metodología de análisis

Existen varios desafíos para la caracterización de los procesos de creación de competencias locales. La base de conocimientos es compleja y heterogénea, así como sus fuentes, medios de adquisición, utilización y difusión. Incluso en actividades similares, las especificidades de los diferentes territorios hacen prácticamente imposible caracterizarlos de manera homogénea y estandarizada. Existen diversas fuentes, formas variables, sistémicas y no lineales a partir de las cuales se desarrollan, adquieren, utilizan y difunden los conocimientos. Estas diferentes fuentes y formas son complementarias y a menudo simultáneas. Como se ha consolidado ampliamente en la literatura de los sistemas de innovación, es fundamental considerar el contexto en el que se genera, adquiere y difunde el conocimiento, así como quién lo posee, lo utiliza y lo difunde, desde los individuos hasta las instituciones. Por lo tanto, la evaluación de las especificidades personales, organizacionales, institucionales y otras se considera importante en el análisis de los procesos de construcción de competencias e innovación (Freeman, 1982, 1987; Lundvall, 1985, 2007; Nelson, 1993; Martins Lastres, Cassiolato y Pessoa de Matos, 2014; Dutrénit y Sutz, 2017).

El concepto de Arranjos Productivos Locales (APL) deriva de la noción de sistemas productivos e innovadores locales² y fue desarrollado por RedeSist en el decenio de 1990 (Martins Lastres y Cassiolato, 2005a; Martins Lastres, Cassiolato y Pessoa de Matos, 2020).

Los sistemas o *arranjos* productivos e inovativos locales representan fundamentalmente un marco de referencia, a partir del cual se procura comprender los procesos de generación, difusión y utilización de los conocimientos y la dinámica productiva e innovadora. El enfoque abarca conjuntos de agentes económicos, políticos y sociales y sus interacciones, entre ellos: empresas productoras de bienes y servicios finales y proveedores de materias primas, equipo y otros insumos; distribuidores y comerciantes; trabajadores y consumidores; organizaciones centradas en la capacitación y la educación de los recursos humanos, la información, la investigación, el desarrollo y la ingeniería; el apoyo, la reglamentación y la financiación; cooperativas, asociaciones, sindicatos y otros órganos representativos. Esta visión sistémica abarca agentes y actividades productivas e innovadoras: i) con diferentes dinámicas y trayectorias, desde las más intensivas en conocimientos hasta las que utilizan conocimientos endógenos o tradicionales; ii) de diferentes tamaños y funciones, procedentes de los sectores primario, secundario y terciario, que operan a nivel local, nacional o internacional. (Pessoa de Matos, Borin y Cassiolato, 2015: 23-24)

El enfoque de los APL sugiere una investigación: 1) de las articulaciones entre las empresas y entre estas y otros actores; 2) de los flujos de conocimiento (en particular, en su dimensión tácita); 3) de las bases de los procesos de aprendizaje para la creación de capacidad productiva, organizativa e innovadora; 4) de las formas en que la proximidad geográfica y la identidad histórica, institucional, social y cultural pueden constituir fuentes de diversidad y ventajas competitivas sostenidas y 5) de la comprensión de la forma en que los procesos de articulación entre las

² Dado el imaginario consolidado en la literatura de que las estructuras deben presentar un cierto grado de complejidad para ser consideradas como “sistemas”, el enfoque que aquí se discute optó por el término *arranjo*, precisamente para hacer explícito que cualquier tipo de estructura puede y debe ser analizada desde un referencial sistémico. Al mismo tiempo, este referencial fue adoptado finalmente por las organizaciones de política en su forma más breve, suprimiendo el término “innovador”, aunque los procesos de creación de competencias y de innovación siguen siendo su núcleo analítico.

diferentes escalas territoriales afectan el desarrollo y las posibilidades de los APL (Britto, 2004).

Subrayamos la importancia no solo de conocer en profundidad las especificidades de los APL, sino también su papel dentro de los sistemas productivos en los que se insertan, a nivel regional, nacional e internacional. Las posibilidades y perspectivas de transformación de un arreglo están condicionadas por elementos que se encuentran en dos niveles que están interrelacionados. El primero se refiere a todo el entorno y contexto fuera de los APL, entendiéndolo no como una estructura cerrada sino como un sistema abierto con interconexiones diversificadas y complejas con actores y dimensiones que van más allá de lo local. De este modo, se supera la conocida crítica al “localismo” señalada por varios observadores que advierten correctamente sobre el riesgo de que los análisis de desarrollo local se limiten a los factores internos, ignorando que el territorio es parte integrante del sistema mundial. El segundo nivel se refiere a las estructuras y procesos intrínsecos al entorno local y sus especificidades. En los puntos siguientes se esbozan los principales aspectos relacionados con estos dos niveles analíticos.

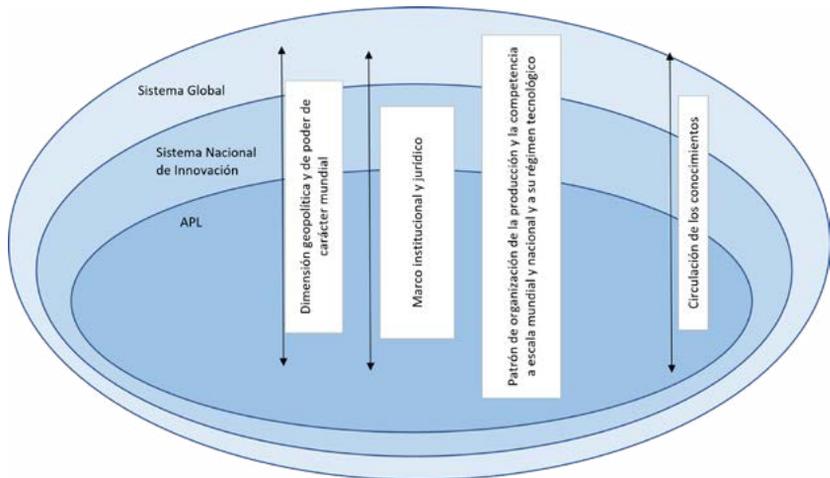
Los contextos internacional y nacional, junto con los locales

A pesar de la centralidad de los procesos de creación de capacidad local, los actores de un APL tienen que tratar con sistemas sociales, técnicos, culturales, institucionales y políticos extralocales, en lugar de capas regionales, nacionales y mundiales. Así pues, en todas las localidades, los procesos locales pueden aprovechar las oportunidades derivadas de las corrientes internacionales de conocimientos y tecnología, siempre y cuando se hayan desarrollado previamente las aptitudes básicas necesarias para aprovecharlas. Por otra parte, los procesos locales suelen estar subordinados a los procesos regionales, nacionales y/o mundiales (Santos, 2001; Cassiolato, Martins Lastres y Maciel, 2003; Brandão, 2012; Szapiro *et al.*, 2015; Pessoa de Matos, Borin y Cassiolato, 2015).

En la figura 1 se presenta un intento esquemático de representar los diversos estratos territoriales desde el local hasta el global y cómo un sistema de producción e innovación territorial se articula con el sistema social del Estado-nación al que está subordinado y cómo ambos se articulan con el sistema-mundo. En el esquema analítico establecido por la RedeSist se hace absolutamente crucial comprender cómo se producen

estas articulaciones y cómo afectan a la evolución y a la dinámica del desarrollo productivo de los APL.

Figura 1. APL en el contexto del Sistema Nacional de Innovación y el Sistema Global



Fuente: elaboración propia según Humbert (2003)

Por lo tanto, el instrumental metodológico incorpora una serie de dimensiones analíticas externas al APL. Así pues, la *dimensión geopolítica y de poder de carácter mundial* es particularmente pertinente para la comprensión de los procesos productivos e innovadores locales. En el nivel más alto de complejidad tenemos un sistema industrial mundial que está formado por la interacción de empresas e industrias, gobiernos y diversas instituciones que son relevantes y los actores estratégicos del campo de batalla en el que acontece la competencia global. Las posibilidades de transformación de las estructuras territoriales de producción que dependen de estas interacciones pueden verse limitadas por diversas limitaciones establecidas a este nivel.³

³ Varios estudios elaborados por la RedeSist a principios de la década de 2000 ya señalaban que los APL que intentaban mejorar sus capacidades de innovación y aprendizaje mediante la exportación en las cadenas globales veían sus esfuerzos sofocados por relaciones de poder desiguales o por grandes empresas transnacionales que dominan estas cadenas o por políticas proteccionistas de países más avanzados que dificultan el acceso

Una segunda dimensión analítica que tiene un impacto significativo en las dinámicas territoriales se refiere al *marco institucional y jurídico*, en particular, en lo que se refiere a las políticas aplicadas y definidas por diferentes organizaciones a diferentes escalas territoriales (mundial, nacional, regional). Así pues, en el plano internacional, las disposiciones de acuerdos internacionales como el Convenio de Basilea, o los de propiedad intelectual (TRIPS) que instituyó la Organización Mundial del Comercio, firmados en los últimos veinte años, afectan considerablemente a las posibilidades de acceso de los agentes a las fuentes de financiación, la información, la tecnología y los mercados, respectivamente, restringiendo y condicionando sus posibilidades de transformación productiva e innovadora (Arocena y Sutz, 2003).

A nivel nacional es importante comprender los impactos, problemas y oportunidades asociados con el régimen de políticas que afectan a los APL. En particular, el medio ambiente y las políticas explícitamente dirigidas al desarrollo productivo, innovador y territorial. Así, inspirada en la contribución de los académicos latinoamericanos (Herrera, 1971; Katz, 1996; Coutinho, 2003), la metodología de APL considera el impacto de la política macroeconómica y otras políticas implícitas, como la comercial, la de capital extranjero, la de regulación, la de defensa de la competencia, la social y la ambiental, sobre el territorio y sus capacidades.

Los APL también están condicionados y subordinados a una tercera dimensión analítica, que se refiere al *patrón de organización de la producción y la competencia a escala mundial y nacional y a su régimen tecnológico*. En el universo de la globalización dominado por las finanzas, las grandes empresas transnacionales concentran y dominan cada vez más el poder económico, político y tecnológico, controlando los flujos de conocimientos e información y las posibilidades que se abren para las empresas a diferentes escalas. Por lo tanto, es necesario, en esta dimensión, analizar cuáles son las estrategias de las grandes empresas, las barreras de entrada a los diferentes niveles de los sistemas productivos e innovadores y qué tendencias tecnológicas y bases de conocimiento condicionan el dinamismo del arreglo. Esto abarca la naturaleza de los procesos de innovación, las principales características de las innovaciones y las formas en que se apropian y difunden.

a sus mercados de productos con mayor valor agregado (Vargas y Alievi, 2003; Villaschi 2003; Tahim y Araújo Jr., 2014).

El contexto local y sus determinantes endógenos

Junto con los determinantes extralocales mencionados, el análisis de los APL privilegia varias dimensiones endógenas al territorio. La primera de ellas, por supuesto, se refiere al *proceso de innovación*, que implica la búsqueda, el descubrimiento, la experimentación, el desarrollo, la imitación y la introducción de nuevos productos y procesos de producción y formas de organización.

Así pues, la referencia analítica de los APL pone de relieve las siguientes dimensiones relacionadas con el proceso innovador:

1. Esfuerzos/búsqueda innovadora: actividades y esfuerzos deliberados de organizaciones pertenecientes a diversos segmentos productivos para promover cambios en los procesos de producción y en los aspectos organizativos, así como para desarrollar, producir e introducir productos en los mercados.
2. Fuentes de recursos y papel del financiamiento en las estrategias: empleo de recursos propios y de terceros, especificando los diferentes instrumentos de apoyo existentes, las estructuras de capital y la influencia de las diferentes estructuras e instituciones financieras en las estrategias productivas e innovadoras.
3. Introducción de innovaciones: despliegue más directo de esfuerzos innovadores.
4. Impactos monetarios: reducción de los costos y del uso de los insumos y aumento de la facturación proporcionados por las innovaciones introducidas.
5. Impactos amplios: consecuencias duraderas de la introducción de innovaciones, como la conquista de nuevos mercados, la expansión de las capacidades, la diversificación estratégica, una mayor visibilidad/notoriedad y reconocimiento, etc.
6. Obstáculos: factores que constituyen obstáculos, que hacen que los esfuerzos de innovación sean difíciles o imposibles.

La segunda dimensión, relacionada con la anterior, se refiere a *los procesos de capacitación productivos e innovadores*. La construcción de competencias en los APL está condicionada por la historia y la capacidad de aprendizaje interno del arreglo en relación con las posibilidades y limitaciones

externas señaladas anteriormente. Particularmente relevante es el conocimiento como tácito, el que está compuesto por habilidades, competencias, creencias, valores de los actores y organizaciones.

En la metodología de análisis de RedeSist se explicitan varias formas de aprendizaje: las de carácter interno a la empresa (aprendizaje con la propia experiencia, en los procesos de producción, comercialización y utilización, en la búsqueda de nuevas soluciones internas, etc.) y las de carácter externo, que incluye los procesos de compra, cooperación e interacción. Este aprendizaje puede tener lugar en articulación con diferentes interlocutores como los agentes productivos de un mismo segmento (interacción horizontal), de segmentos anteriores y posteriores de los sistemas productivos (interacción vertical), incluidos los usuarios finales, y otros segmentos complementarios y proveedores de servicios, de la infraestructura de la ciencia, la tecnología y la capacitación. Por lo tanto, las dimensiones analíticas de este referencial abarcan:

- Procesos internos de aprendizaje: procesos de aprendizaje dentro de las organizaciones, ya sea a partir de la circulación rutinaria de la información y la interacción entre los equipos o a partir de esfuerzos dirigidos a fomentar la interacción, incluyendo a los profesionales asociados con diferentes funciones/departamentos.
- Incorporación de conocimientos y capacitación a través de los recursos humanos, lo que implica: esfuerzos de capacitación, absorción de personal calificado y circulación de profesionales en el entorno local.
- Procesos de aprendizaje externos/interactivos: relevancia del aprendizaje a través de la interacción con empresas de diferentes segmentos, instituciones de enseñanza, investigación, certificación y otras organizaciones y espacios de interacción, contemplando su carácter formal y/o informal, así como las múltiples ubicaciones geográficas de los interlocutores. Esto da lugar a la posibilidad de trazar un mapa de la red de interacciones establecidas a partir de los agentes productivos del sistema local.
- Perfil, desempeño y contribución de las organizaciones del subsistema de ciencia, tecnología y capacitación en lo que respecta a la generación y difusión de información, la educación y la formación profesional.

- Impactos, incluyendo: expansión de las capacidades productivas e innovadoras, capacidades organizativas, conocimiento y capacidad de actuar en nuevos mercados, etc.

Otra dimensión analítica relacionada con la interacción entre los agentes se centra en los procesos de cooperación, que son una forma importante de intensificar y ampliar los posibles efectos de la interacción entre los agentes en los APL. La cooperación en estos puede ocurrir a través de:

1. Intercambio sistemático de información productiva, tecnológica y de comercialización (con clientes, proveedores, competidores y otros).
2. Interacciones de varios tipos, involucrando a empresas y otras instituciones, a través de programas comunes de capacitación, eventos/ferias, cursos y seminarios, entre otros.
3. Integración de competencias, mediante la realización de proyectos conjuntos, incluso desde la mejora de productos y procesos hasta la investigación y el desarrollo propiamente dichos, entre empresas y con otras instituciones.

También hay que destacar las dimensiones analíticas relacionadas con la territorialización, el arraigo y la gobernanza. El análisis de los factores relacionados con la territorialización se centra en las articulaciones entre los agentes y el “entorno local” y, concretamente, con el variado conjunto de organizaciones y factores que conforman un sistema innovador local. Trata de comprender en qué medida las características del entorno local, la mano de obra, los agentes productivos, la infraestructura física, financiera y de conocimientos, las instituciones de representación y promoción, así como las demás facetas del territorio, influyen y contribuyen al desarrollo de las capacidades productivas e innovadoras, la forma en que se organizan las relaciones, la competitividad/attractivo y el desarrollo de la región.

El grado de territorialización está asociado a los activos específicos del lugar que pueden contribuir a asignar diferenciales virtuosos a las organizaciones que operan en este espacio local. La proximidad geográfica que permite compartir visiones y valores económicos, sociales y culturales constituye una fuente de dinamismo local, así como de diversidad y ventajas competitivas en relación con otras regiones.

El grado de arraigo se refiere a las articulaciones y la participación de los diferentes agentes de los APL con la capacitación y los recursos humanos, naturales, técnico-científicos, empresariales y financieros, así como con otras organizaciones y la estructura social local. Entre los elementos determinantes del grado de arraigo figuran: el nivel de agregación de valor, el origen y el control (local, nacional y extranjero) de las organizaciones y el destino de la producción, la tecnología y otros insumos.

Por último, la gobernanza se refiere a los diferentes mecanismos que caracterizan y guían los procesos interactivos y de toma de decisiones en las esferas colectivas de los APL y se refiere a los modos de coordinación entre los diferentes actores: el Estado en sus diferentes niveles, las empresas locales, las organizaciones de representación y promoción, los ciudadanos y los trabajadores, etc., y sus actividades. En este sentido, la gobernanza no debe entenderse como un simple arreglo institucional (entre las alternativas posibles) que favorece la buena coordinación de las relaciones y actividades. Debe entenderse como la manifestación del ejercicio del poder por parte de organizaciones e individuos, así como la disputa sobre las diferentes formas de poder, lo que eventualmente resulta en una desigualdad de oportunidades y de propiedad de los beneficios.

En estas dimensiones analíticas destaca el papel que desempeña el conjunto de organizaciones públicas y privadas de representación, apoyo y promoción, que pueden ejercer una importante influencia, ya sea creando o fortaleciendo espacios de diálogo y construcción de estrategias colectivas, influyendo en las orientaciones y prioridades en el ámbito de estas acciones colectivas, movilizándolo y dirigiendo mecanismos de promoción, actuando sobre dimensiones de infraestructura y/o apoyando indirectamente las estrategias. Esto incluye:

1. Importancia de los diferentes factores inherentes al entorno local para la competitividad de las empresas.
2. Grado de articulación con la economía local en cuanto a la intensidad de las transacciones con los diferentes actores productivos de la red/complejo.
3. Grado de articulación con la economía local a través de las relaciones de subcontratación.
4. Morfología de la estructura productiva y organizativa y el poder ejercido por los diferentes actores.

5. Papel desempeñado por las organizaciones representativas y la promoción.

Por último, los siguientes son también elementos centrales de la metodología: 1) La comprensión de la dinámica interna de los APL centrada en el *rendimiento reciente y las estrategias competitivas*, observando la calificación de la fuerza de trabajo, la producción, la facturación, los mercados regionales, nacionales e internacionales (incluidos el destino de las exportaciones y el origen de las importaciones), así como las principales estrategias competitivas; 2) *Un análisis de las políticas de promoción*; las políticas que afectaron y afectan a la formación y/o desarrollo del arreglo, identificando el ámbito gubernamental o privado que las aplicó, el tipo, alcance, nivel y naturaleza de las políticas. En este contexto, se debe analizar el papel de los organismos de promoción y las políticas de financiación existentes, a fin de identificar sus efectos en la dinámica del arreglo y 3) una sistematización de las perspectivas y la propuesta de políticas para promover el arreglo, con miras a estimular trayectorias virtuosas de desarrollo local.

Definición del caso

Tradicionalmente, los estudios de casos en la esfera de la economía de la innovación se han centrado más en sectores y regiones de gran dinamismo tecnológico, especialmente en la industria manufacturera. Solo con el cambio de milenio comienza a consolidarse una literatura que se centra en la especificidad de la innovación en los servicios. También en este período se empiezan a consolidar los estudios que exploran la aplicación del punto de referencia de los sistemas de innovación en los desafíos de los países en desarrollo (López y Lugones, 1999; Arocena y Sutz, 2003; Cassiolato, Martins Lastres y Maciel, 2003, Cassiolato y Martins Lastres, 2005a, 2008). Por el mismo camino, la investigación de APL ha avanzado buscando ampliar el foco de análisis y adaptar el enfoque conceptual a la realidad de la estructura productiva brasileña. Se han analizado casos en todas las regiones del país, desde actividades manufactureras (Cassiolato, Martins Lastres y Maciel, 2003), actividades agroindustriales (Cassiolato y Martins Lastres, 2006), servicios (Cassiolato y Soares, 2015) y actividades culturales (Cassiolato, Martins Lastres y Pessoa de Matos, 2008; Pessoa de Matos, 2011); desde actividades cercanas a la frontera

tecnológica hasta actividades de tecnología madura basadas en el conocimiento tradicional (Pessoa de Matos, Borin y Cassiolato, 2015). Como el referencial de los APL es ante todo una forma (un método) de análisis y orientación normativa, se entiende que cualquier actividad productiva puede ser tratada con él.

No obstante, todavía existe la tendencia a seleccionar los APL considerados como los más desarrollados, estructurados o virtuosos. Ciertamente, esos criterios de selección inducen a análisis que describen arreglos con intensas relaciones de interacción entre los agentes, complejas infraestructuras organizativas y de conocimientos y actividades innovadoras de impacto significativo. Sin embargo, se argumenta que esta práctica puede restringir las posibilidades de análisis, sin tener en cuenta el gran universo de arreglos no estructurados que, por el mero hecho de estar caracterizados de esta manera, pueden ser los que merecen más atención. El desarrollo del concepto de APL busca ampliar la definición del objeto de análisis, con la inclusión de diversas realidades. Por lo tanto, se incluye cualquier forma de estructura productiva, incluidos los casos no convencionales en los estudios económicos y aquellos en los que no existe una interacción y articulación significativa entre los actores. Así, el referencial de los APL se contrapone al referencial análogo, que define un conjunto de características virtuosas a “ver”, como es el caso del referencial de los sistemas regionales de innovación o de los medios innovadores.⁴

Se han desarrollado varias técnicas para identificar los APL utilizando datos estadísticos (restringidos a la economía formal). Pueden citarse indicadores construidos a partir de datos georreferenciados, como el coeficiente de localización (QL), el índice de concentración de HHI, etc., así como la aplicación de técnicas econométricas espaciales. Tales esfuerzos se basan en algunos supuestos erróneos que no tienen en cuenta la complejidad de las diferentes estructuras productivas. En primer lugar, es necesario recordar que, además de los datos estadísticos disponibles, se excluyen los agentes y las actividades informales,⁵ que se centran en las actividades sectoriales de manera abstracta y descontextualizada. Y, a lo sumo, están cortadas espacialmente en municipios, microregiones,

⁴ Las convergencias y divergencias entre enfoques similares se examinan, entre otros, en Lemos (2003) y Martins Lastres y Cassiolato (2005b).

⁵ En Brasil, a pesar de las imprecisas estimaciones disponibles, no es erróneo señalar que cerca de la mitad de la población económicamente activa opera de manera informal (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2005).

Estados, regiones y países. Aquí se reafirman las ventajas de la visión sistémica, que por definición es transectorial y no siempre respeta las demarcaciones geográficas, políticas e institucionales. En segundo lugar, esas técnicas suponen que, tanto para la aplicación de las políticas de apoyo como para la selección de los casos que se tienen que estudiar, una cierta representatividad (o peso relativo) de un sector de actividad en un espacio geográfico constituye un criterio coherente para distinguir lo que es un APL y lo que no. Por el contrario, el enfoque de los APL no considera tal supuesto. Donde hay alguna actividad productiva, hay un arreglo alrededor de ella; por muy fragmentado y desestructurado que sea.⁶

Otra crítica se refiere a las unidades territoriales adoptadas, como los municipios o las microrregiones, a las que se refieren los datos secundarios empleados. La delimitación de posibles APL a estas unidades no tiene en cuenta la complejidad de las diferentes estructuras productivas. Trascienden las unidades políticas (de los municipios y los Estados) y pueden llevar a la exclusión, la fragmentación y la desconsideración de partes importantes de ellas.

Por lo tanto, el referencial de los APL parte del entendimiento de que no hay criterios determinantes para la selección de los arreglos locales productivos e innovadores que se deben estudiar o como objeto de las políticas de apoyo y promoción. La amplitud del concepto adoptado permite analizar los APL de la más diversa índole, sin limitarse a los casos y espacios en los que los posibles indicadores presentan valores elevados. Se reafirma, por lo tanto, que esa plasticidad capaz de abarcar toda y cualquier estructura productiva es uno de los diferenciales de este enfoque.

La prioridad se define desde el punto de vista de la elección política, dependiendo de si el objetivo es la formación para la innovación y la mejora tecnológica, la inserción en el mercado, la inclusión productiva, la creación de empleo e ingresos, la promoción del desarrollo local, etc. En lo que respecta a la delimitación de los APL, se hace hincapié en la importancia del conocimiento de las realidades locales por parte de los investigadores, de modo que se eviten las demarcaciones o exclusiones arbitrarias en lo que respecta al espacio, los sectores y los agentes

⁶ Para más detalles, ver Cassiolato, Martins Lastres y Maciel (2003), Cassiolato y Martins Lastres (2008); Martins Lastres, Cassiolato y Arroio (2005); Pessoa de Matos, Borin y Cassiolato y (2015).

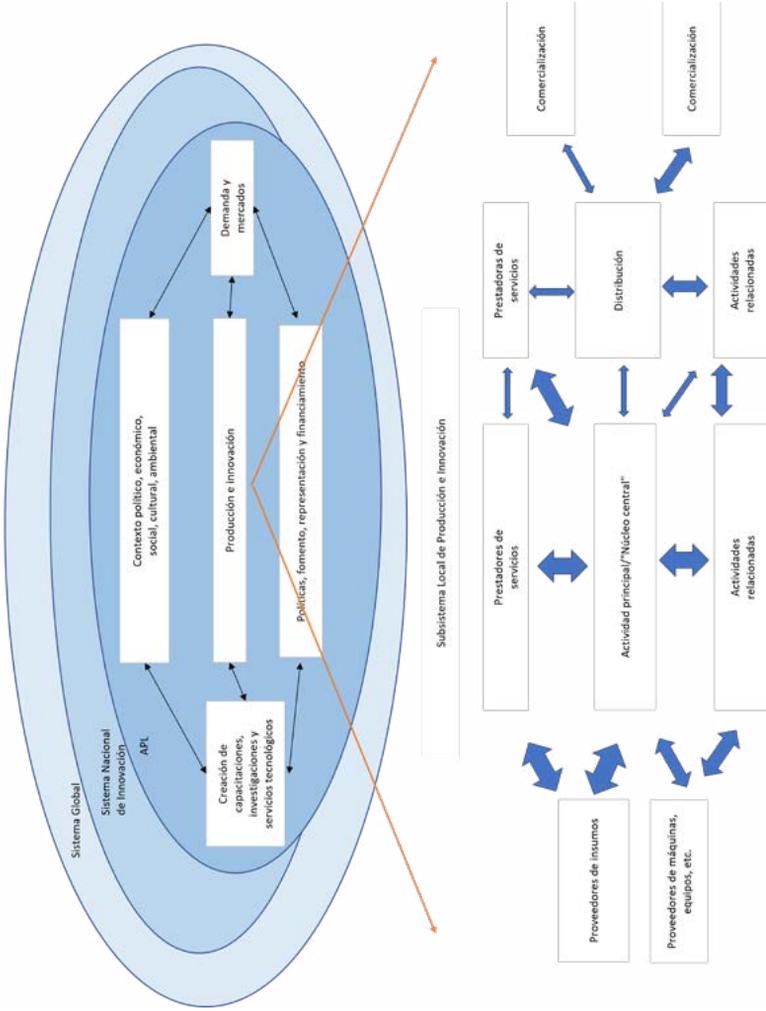
pertinentes. La etapa de caracterización de estos, que se examina a continuación, contribuye sustancialmente al ajuste gradual de la delimitación apropiada.

Caracterización de los APL

Como se ha visto, el enfoque representa una unidad de análisis que va más allá de la visión basada en la organización individual (organización o empresa), sector o cadena productiva, permitiendo establecer un puente entre el territorio y las actividades económicas. Se supone que la noción de APL abarca tanto la noción de cadena como la de complejo productivo, y puede extenderse a una amplia gama de espacios geográficos en los que se realiza la producción de un conjunto interrelacionado de bienes y servicios. La visión sistémica incluye también una multiplicidad de actores económicos, políticos y sociales que contribuyen a dar contornos específicos a las actividades desarrolladas en este entorno.

Por lo tanto, seleccionando el caso a examinar, el siguiente paso de la metodología es la caracterización estilizada (esquema) del APL. En este diseño se tienen en cuenta las principales actividades que orientan la producción en los APL; el conjunto de actividades de apoyo, prestación de servicios y suministro de materias primas y bienes de capital; las organizaciones de apoyo, representación, enseñanza, capacitación, investigación y promoción; los agentes locales o externos que desempeñan el papel de coordinación de las actividades y las instituciones públicas. En otras palabras, el análisis debe abarcar todos los agentes que interactúan directa o indirectamente con los agentes productivos locales. El diseño de un APL debe tener en cuenta las especificidades locales, regionales, nacionales e internacionales, incluido el contexto geopolítico o político, social, cultural y ambiental en estas diferentes esferas, como se sugiere en la figura 1. La figura 2 complementa la primera al detallar el posible conjunto de actores presentes en el subsistema de producción e innovación a nivel local.

Figura 2. ASPIL y el Subsistema de Producción e Innovación



Fuente: elaboración propia a partir de Cassiolato y Lastres (2008) y Matos y Stallivieri (2009)

Las figuras explican que un ASPIL no solo abarca la cadena y el complejo de producción, sino también otros actores sociales, políticos y económicos activos en el campo. En relación con la cadena/complejo productivo, se destaca la importancia de identificar y analizar los diversos flujos tangibles e intangibles. Una dimensión central del análisis se refiere a la multiplicidad de actividades productivas que constituyen el núcleo de los APL, considerando la forma en que se realiza la producción de bienes y servicios y, en consecuencia, los tipos e intensidad de las relaciones que se establecen entre estos agentes y con otros agentes locales. Esas relaciones pueden ser formales o informales, activas o solo burocráticas. Se hace especial hincapié en las actividades y agentes que generan y difunden conocimientos e innovaciones. Para ello es esencial tener una noción detallada de las redes productivas e innovadoras; de qué proveedores y prestadores de servicios están presentes *in situ*, de sus formas de interacción y de qué segmentos están indirectamente relacionados y sus redes productivas. Por último, hay que observar las actividades de distribución y los diferentes canales de comercialización, los agentes que actúan en esas actividades y las formas de interacción que se desarrollan con los demás componentes del sistema.

En ciertos APL, el diseño abarca un mayor número de agentes, principalmente en lo que respecta a los proveedores, como productores de equipo que interactúan en gran escala con los productores de bienes finales locales, generando mayores sinergias. En cuanto a las actividades productivas del núcleo central, en muchos casos existe una densa red de relaciones de subcontratación y división del trabajo; en otros casos las propias empresas realizan diferentes etapas o solo algunas etapas se llevan a cabo localmente. Y, por supuesto, estas características se maximizan cuando estudiamos los APL referidos a industrias distintas.

En cuanto al marco institucional, la representación esquemática debería identificar todas las organizaciones públicas y privadas centradas en: la formación y el fomento de la capacidad de los recursos humanos, la investigación y el desarrollo y la ingeniería; los sindicatos y las representaciones empresariales; las políticas de reglamentación, promoción y financiación, las organizaciones no gubernamentales y las organizaciones de la sociedad civil. El análisis debe considerar las organizaciones presentes en el lugar, así como las extralocales, pero con interfaz con el lugar, y su grado de articulación con los demás agentes que integran el sistema.

Una vez más, cabe señalar que la metodología tiene en cuenta las características específicas de cada espacio local y la forma en que se inserta en los espacios regionales, nacionales e internacionales. En este sentido, es esencial tener claro que el diseño de cada APL puede asumir especificidades y configuraciones únicas. Se observa, a través de la experiencia acumulada por diversos estudios empíricos desarrollados, que incluso en el caso de los APL relacionados con la misma actividad la configuración (diseño) del sistema puede asumir configuraciones únicas.

A partir del estudio de los agentes, actividades, relaciones, productos y estructuras existentes y del esbozo del diseño del sistema, es posible inferir qué es lo que debe ser priorizado, estudiado y explorado y cuáles son los agentes relevantes a entrevistar. El paso que sigue en la preparación del estudio de campo es la construcción de un plan de muestreo.

Definición de los actores a entrevistar y construcción del plan de muestreo⁷

Como se ha destacado en la sección anterior, los APL pueden asumir diferentes configuraciones. Por lo tanto, podemos tener una idea inicial de la gama de actores que deben ser entrevistados en la investigación de campo. Esto debería incluir la aplicación de cuestionarios con las empresas que operan en la actividad central (núcleo principal) del APL, así como con sus proveedores y prestadores de servicios y otros actores relacionados con las redes productivas e innovadoras.

La identificación de las empresas que operan en los diversos segmentos y otras organizaciones se puede hacer a partir de bases de datos secundarias e información primaria. Para este estudio se pueden utilizar diferentes fuentes de información que caracterizan las estructuras productivas formales.⁸ Los registros elaborados por organizaciones y servicios de apoyo que actúan a nivel local, federaciones industriales o comerciales, organismos de desarrollo y departamentos gubernamentales estatales y municipales son también fuentes pertinentes para complementar el análisis anterior. Especialmente en los casos en que el grado

⁷ Sección basada en la contribución de Campos y Nicolau (2003).

⁸ En Brasil, el Informe Anual de Información Social (RAIS) del Ministerio de Trabajo y Empleo ofrece una buena caracterización de la estructura del empleo formal con detalles a nivel municipal.

de informalidad es elevado, estas fuentes pueden ser fundamentales para obtener una visión más real y completa de la realidad.

Las técnicas de muestreo pueden ser probabilísticas (con selección aleatoria de individuos) o no probabilísticas (técnica que no utiliza la selección aleatoria sino el juicio del investigador para la selección de los actores a entrevistar).⁹ En la mayoría de las investigaciones sobre APL, los procedimientos de muestreo no probabilísticos han demostrado ser más útiles y/o instrumentales, debido a dos factores. En primer lugar, un primer acercamiento del investigador al objeto de estudio permite a menudo identificar a los actores que desempeñan papeles clave, por ejemplo, coordinando las etapas productivas, teniendo diferencias competitivas, influyendo en las instancias colectivas de gobierno, etc. Esto sugiere que se debe inducir la construcción de la muestra para incluir a estos importantes actores. En segundo lugar, en los casos en que hay una gran homogeneidad dentro de un subconjunto de actores (por ejemplo, los subcontratados en los APL de ropa), un gran número de entrevistas en este subconjunto puede aportar poca información adicional al estudio. En tercer lugar, dadas las posibles dificultades para obtener un registro completo y actualizado de los agentes productivos, las respuestas obtenidas de los entrevistados permiten identificar nuevos agentes importantes que se incluirán en la muestra (muestreo en bola de nieve).

Por lo tanto, con cierto grado de flexibilidad, se sugiere que se construya una muestra representativa de los diferentes tipos de agentes presentes en el APL, de manera que los resultados obtenidos sean relativamente representativos y permitan señalar posibles vías de evolución de los APL, en consonancia con sus características específicas y su capacidad para promover el desarrollo de su región o país. Por otra parte, en relación con las organizaciones presentes en el APL se sugiere que se las entreviste en su totalidad, ya que por lo general se presentan en pequeño número.

Instrumentos de investigación de campo

Los instrumentos utilizados en las encuestas de campo de las LPA consisten en cuestionarios y guiones de entrevistas. El cuestionario está dirigido a los agentes productivos, mientras que los guiones de las entrevistas

⁹ Para más detalles sobre los tipos de muestreo, ver Barbetta (2002) y Malhotra (2001).

aportan preguntas específicas relacionadas con el desempeño y la participación de otras organizaciones.¹⁰

El cuestionario se diseñó para ser compatible con las principales investigaciones sobre innovación, así como para abordar otras cuestiones destacadas en el ámbito del programa de investigación. El cuestionario se divide en cinco bloques:

1. El primer bloque está dirigido a identificar la empresa, investigando cuestiones como el tamaño, el origen y la estructura del capital y las personas empleadas. Además de estas preguntas, se incluyó un grupo específico de preguntas dirigidas a las pequeñas y microempresas. Estas preguntas tratan de captar el origen, el desarrollo, las características de los socios fundadores, las dificultades asociadas al funcionamiento de las pequeñas empresas, en la línea de los estudios sobre el espíritu empresarial.
2. En el segundo bloque se investigan cuestiones relacionadas con el proceso de producción, la calificación de la fuerza de trabajo y la capacidad competitiva, además de tratar de identificar la evolución en el tiempo de la facturación, el número de empleados y el destino de las ventas (origen o ubicación de los clientes, en actividades de servicio).
3. En el tercer bloque se insertan las preguntas que evalúan los procesos de generación, difusión y utilización de los conocimientos y su evolución en actividades innovadoras. Se abordan cuestiones tales como los esfuerzos innovadores de la empresa, los gastos que conlleva, los resultados que se atribuyen a esos esfuerzos, las actividades de aprendizaje y cooperación con diversos agentes y los efectos de esos procesos interactivos en las capacidades de la empresa.
4. El cuarto bloque se centra en características específicamente vinculadas al entorno local, investigando aspectos relacionados con la estructura productiva, la base sociocultural y la gobernanza, así como identificando ventajas y barreras específicas.

10 El cuestionario (así como el sistema de tabulación), los guiones de las entrevistas y los guiones analíticos están disponibles en la página web de RedeSist (<http://www.redesist.ie.ufrj.br/resultados/publicacoes-questionarioapls>) y pueden utilizarse libremente, siempre que se indique la fuente.

5. El quinto bloque de temas se centra en las políticas públicas dirigidas a las actividades productivas e innovadoras. Se investiga si hay conocimiento y participación y cuál es la evaluación de los programas o acciones específicas para el segmento en el que actúan, promovidos por los gobiernos nacional, provincial y municipal y otras organizaciones públicas y privadas. Además, se exploran las iniciativas de política que podrían contribuir al desarrollo de los APL.

En vista de la riqueza y el detalle que puede tener un estudio empírico de este tipo, se sugiere que la aplicación del cuestionario no se limite únicamente al mercado de los espacios destinados a él. En muchos casos, es interesante registrar los detalles comunicados por el entrevistado al responder una pregunta, enriqueciendo la entrevista y el informe sobre el caso estudiado con información no incluida explícitamente en las preguntas. En muchos casos, este tipo de información ha sido fundamental para la comprensión de los procesos y dinámicas propios de un APL, como por ejemplo las características específicas de un nuevo producto que pueden referirse a programas de cooperación para su desarrollo y la participación de universidades, asociaciones, etc. El examen de esos detalles puede, por ejemplo, proporcionar información específica sobre las líneas de crédito utilizadas y las políticas públicas, correlacionando las preguntas formuladas en diferentes partes del cuestionario y dando así mayor materialidad al análisis.

Además del cuestionario que se aplicará a los agentes productivos que componen los APL, se emplean tres guiones de entrevista que se aplicarán a otros agentes.

- El primero está dirigido a instituciones de enseñanza e investigación como escuelas técnicas, universidades, centros tecnológicos, etc. El guion sugiere preguntas que buscan identificar las principales actividades y líneas de investigación, las características de los cursos ofrecidos y los principales socios y clientes.
- El segundo se centra en las entidades representativas, evaluando su desempeño con los agentes productivos y los organismos de política, como intermediación y, posiblemente, coordinación de las diversas acciones de promoción. Se destacan los esfuerzos de la organización por estimular la calificación tecnológica de sus

miembros, superar las necesidades identificadas, desarrollar los APL y sugerir políticas para su promoción.

- El tercero está dirigido a las organizaciones de promoción, evaluando las acciones de tal índole (como la formación profesional y la capacitación técnica, la participación en ferias y exposiciones, el apoyo a la consultoría técnica, las líneas de crédito, los incentivos fiscales, las becas, el apoyo a las empresas emergentes o incubadoras, etc.) dirigidas al APL. Se examinan los objetivos y metas, los participantes y sus funciones, la metodología adoptada, el origen y la aplicación de los recursos financieros y la etapa de desarrollo de los proyectos.

Los itinerarios de las entrevistas son guías con algunas preguntas básicas consideradas relevantes. Se propone que estas preguntas básicas conduzcan a otras específicas para cada caso, contribuyendo a profundizar la discusión y dándole más detalles. Además, cabe señalar que muchas de las preguntas formuladas en los tres itinerarios de las entrevistas complementan las preguntas del cuestionario descrito anteriormente, ya que abordan los mismos temas desde ambas perspectivas. En el cuestionario desde la perspectiva de los empresarios y en los itinerarios de las entrevistas desde la perspectiva de las instituciones educativas y de investigación, los organismos de promoción y representación, etc. La composición y/o contraposición de estas dos visiones permite una identificación más precisa de los posibles éxitos y debilidades de las acciones, proyectos y políticas, permitiendo ofrecer sugerencias de política para la promoción de los APL con mayores posibilidades de éxito.

Tratamiento de la información

Desde las primeras investigaciones realizadas por RedeSist, los análisis de los APL, basados en los datos y la información recogidos sobre el terreno se han basado principalmente en un enfoque cualitativo, tratando de comprender la dinámica productiva, la innovación y los procesos interactivos de los agentes de los APL en un contexto amplio, influido por las trayectorias históricas y factores sociales, culturales e institucionales, más allá del propio contexto macroeconómico.

En un segundo momento, apoyado por el aprendizaje acumulado, se ha avanzado en la identificación de la información cuantitativa que puede extraerse de la investigación y en la construcción de indicadores capaces de identificar los procesos productivos, innovadores y de interacción que se producen en los APL. Estos indicadores se construyen a partir de las respuestas a las preguntas del cuestionario, utilizando una escala de likert para identificar la importancia o la intensidad con que se producen determinados procesos enumerados en el primer apartado.¹¹ A partir de la construcción de estos indicadores, se emplean técnicas de análisis de datos que contribuyen a dimensionar los procesos mencionados y a desarrollar una perspectiva comparativa entre diferentes APL y del mismo APL a lo largo del tiempo.

A fin de contemplar las dimensiones analíticas antes mencionadas, se propone una estructura analítica para incorporar, de manera sistematizada, los diversos datos de carácter primario y secundario recogidos a lo largo de la investigación:

- Panorama internacional y nacional: análisis de la dinámica productiva e innovadora de un APL en el contexto económico, tecnológico, social, político-institucional y ambiental del que forma parte, constituyendo así el puente entre lo local, lo nacional y lo mundial, centrándose en particular en la estructura de la oferta, el padrón de competencia y los regímenes tecnológicos en los planos nacional e internacional.
- Perfil del arreglo o sistema productivo e innovador local: características del APL y de los diferentes agentes que lo integran, su origen y desarrollo, la caracterización de los principales actores del segmento productivo, las organizaciones de coordinación y representación, la infraestructura en general y, en particular, el conocimiento. El reciente desempeño de APL y las estrategias de desarrollo adoptadas, así como las políticas de promoción existentes.
- Creación de capacidad productiva e innovadora: análisis de los mecanismos formales e informales para la adquisición, incorporación y utilización de los conocimientos y los procesos de innovación en

11 Queda fuera del alcance de este capítulo detallar la construcción algebraica de los indicadores y explorar las diversas técnicas analíticas empleadas, pero las principales referencias están disponibles en los trabajos de La Chroix y otros (2003), Stallivieri (2009), Souza y otros (2010), Matos (2011), Matos y otros (2013) y Matos y otros (2016).

la ordenación y los vínculos con el sistema de innovación local, nacional y mundial.

- Perspectivas y propuesta de políticas para promover el arreglo: conclusiones del estudio, centrándose en las principales potencialidades y desafíos que se enfrentan y en las propuestas de políticas que pueden dirigir y estimular la evolución del arreglo, haciendo hincapié en los estímulos para la capacitación productiva y la innovación a fin de contribuir al desarrollo del territorio, la región y el país donde se encuentra.

Las principales cuestiones de investigación planteadas por el marco analítico propuesto pueden responderse combinando la información reunida. Aunque el enfoque de los cuestionarios y los itinerarios de las entrevistas se centran en cada empresa individual (o agente productivo de otro tipo) y agente no empresarial, el tratamiento y la conjugación de los resultados tratan de privilegiar la dimensión y los procesos colectivos y sistémicos que existen en un APL. Además de la información obtenida de la investigación de campo, convergen datos secundarios y otros datos extraídos de publicaciones específicas complementarias para dicha caracterización y análisis.

La *caracterización de los agentes* económicos y no económicos constituye uno de los principales ejes de análisis. El cuestionario aplicado a los agentes del segmento productivo aporta una serie de preguntas relacionadas con el tamaño de la empresa, la estructura de su capital, las características específicas de sus socios fundadores, los proveedores de insumos y equipos, las características de los mercados de consumo, así como la evolución a lo largo del tiempo del número de personas empleadas, el volumen de negocios y el destino de las ventas. Las cuestiones relacionadas con las dificultades que se enfrentan en la producción y los factores considerados determinantes para el mantenimiento de su capacidad innovadora y competitiva convergen con las anteriores, permitiendo trazar un perfil de la estructura productiva y las estrategias de desarrollo. A partir de la información obtenida mediante entrevistas con instituciones educativas y de investigación, entidades representativas, organizaciones de promoción, etc., es posible perfilar el marco institucional y la infraestructura de conocimientos presentes en los APL, evaluando la relación de estos agentes con las actividades productivas y los impactos en las estrategias y el desempeño productivo e innovador.

Los *procesos de capacitación e innovación productiva* constituyen un foco central de análisis. El enfoque es el *aprendizaje interno dentro de la empresa* de temas que investigan la importancia de las diferentes áreas de la empresa (como producción, ventas e I+D) como fuentes internas de información (pregunta 4, bloque 3 del cuestionario).

Otra dimensión pertinente en el análisis de los procesos de aprendizaje se refiere al *aprendizaje por interacción*. Este énfasis pone de relieve la visión de los APL como una “red de relaciones” que mejora la generación y difusión de conocimientos. Las cuestiones que investigan la importancia de la interacción con diferentes agentes permiten una aproximación al aprendizaje por procesos de interacción. Se destacan las preguntas que tratan de evaluar la importancia de los agentes económicos, las instituciones de enseñanza e investigación y otros tipos de agentes como fuentes de información para el aprendizaje (pregunta 6, bloque 3), así como socios en las relaciones de cooperación (pregunta 8, bloque 3). Otro punto relativo a la interacción con esos agentes se refiere a su ubicación, partiendo de la premisa de que la existencia de esos agentes a nivel local o cerca de los APL favorece una interacción más estrecha, permitiendo procesos más intensos de generación, asimilación, utilización y difusión de conocimientos, especialmente los de carácter tácito y específicos de ese entorno.

Cuando se analizan los procesos de aprendizaje por interacción, se destaca la importancia de la infraestructura institucional local, con énfasis en la orientada al conocimiento. La combinación de la información relativa a la interacción obtenida mediante entrevistas con estos agentes y la obtenida de las empresas permite evaluar el grado de articulación existente en el APL. En este sentido, un punto específico se refiere a la relevancia de la interacción universidad-empresa para la generación y difusión de nuevas tecnologías y la adecuación de la infraestructura de conocimientos en relación con las exigencias que plantean las estrategias tecnológicas de las empresas.

Otra forma importante de adquisición de información para la innovación se relaciona con los procesos de capacitación y *calificación de los recursos humanos* en los APL. A fin de identificar esos esfuerzos, el cuestionario (pregunta 5, bloque 3) investiga si las empresas han invertido en la capacitación de los recursos humanos. Dicha información puede contrastarse con la relativa al nivel de educación de la mano de obra local (pregunta 2, bloque 2) y los requisitos presentados por las empresas en materia de calificación (pregunta 3, bloque 4), lo que permite evaluar

la calidad y la adecuación de la mano de obra en relación con el nivel de especialización productiva y tecnológica de las empresas del APL, así como la estrategia de las empresas en este aspecto. Además, la información obtenida de las entrevistas con instituciones de enseñanza e investigación permite determinar la forma en que la infraestructura de enseñanza puede contribuir a la labor de capacitación.

Esa información puede combinarse con la obtenida en entrevistas con instituciones educativas y de investigación. Así pues, es posible evaluar la contribución que ofrece el sistema educativo local a la formación de las personas, así como el grado de articulación existente entre el sector empresarial y la infraestructura educativa.

Además, se señala la importancia de los *procesos estructurados de búsqueda innovadora*. En relación con estos procesos se destacan varias cuestiones pertinentes para la evaluación empírica. Una dimensión importante es el grado de formalización del esfuerzo de innovación (pregunta 4, bloque 3). Teniendo en cuenta que los esfuerzos de búsqueda continuos y sistemáticos pueden dar lugar a resultados más expresivos, el cuestionario aporta una pregunta (pregunta 2, bloque 3) que investiga las diversas actividades desarrolladas, evaluando si se llevan a cabo de forma rutinaria u ocasional. Dado el carácter esencialmente sistémico de los esfuerzos tecnológicos, el cuestionario investiga si los agentes participan en relaciones de cooperación formales o informales que se traducen en esfuerzos tecnológicos conjuntos, como el desarrollo de nuevos productos y procesos (pregunta 9, bloque 3). El análisis de los diferentes socios que participan en las relaciones de cooperación, su ubicación, el grado de formalización de las relaciones establecidas (pregunta 8, bloque 3), las estrategias adoptadas, así como la articulación con la infraestructura de conocimiento, permite identificar el grado de asimetría, convergencia o complementariedad de las estrategias tecnológicas desarrolladas en los APL y su potencial para generar efectos positivos en el conjunto.

Además de investigar los procesos de generación, asimilación, uso y difusión del conocimiento, este programa de investigación busca identificar los posibles impactos de estos esfuerzos en términos de *aumento de las habilidades y la eficiencia*. Para ello se investigan los posibles efectos de los procesos de aprendizaje y capacitación, en cuanto al aumento del acervo de conocimientos pertinentes para el desempeño de la empresa, así como el mejor uso de las técnicas productivas, el equipo, etc. (pregunta 11, bloque 3). Asimismo, se investiga si los procesos de cooperación condujeron a la adquisición y utilización de nuevos conocimientos, así

como si esos esfuerzos permitieron un mejor desempeño de la empresa en cuanto a su proceso productivo, innovador, de comercialización, etc. (pregunta 10, bloque 3).

Como se destaca en el marco conceptual y analítico de los APL, un elemento central del análisis es el desempeño innovador de los agentes. El objetivo es captar esta amplia dimensión de la actuación innovadora, presentando preguntas (pregunta 1, bloque 3) que abordan la introducción de nuevas innovaciones solo para la empresa, para el mercado nacional y para el mercado internacional o el sector de operación. En cuanto a los impactos de la introducción de innovaciones en el desempeño de las empresas, en el análisis se consideran medidas tanto cuantitativas (participación en las ventas de productos nuevos o significativamente mejorados) como cualitativas (evaluación de los posibles impactos en relación con el aumento de la eficiencia, los impactos en la participación en el mercado, la reducción de los costos de los factores, etc.) (preguntas 2 y 3, bloque 3). El objetivo es obtener información sobre los resultados y repercusiones que van más allá de los que se suelen tener en cuenta en las investigaciones sobre innovación, como los indicadores bibliométricos y de patentes.

Además, se señala la importancia de identificar los *vínculos entre los agentes y el entorno local* y, concretamente, con el sistema de innovación local. Se trata de analizar la importancia de la dimensión local para el desarrollo de la capacidad productiva e innovadora y las relaciones entre el entorno innovador y el rendimiento económico de la región. En un sentido amplio, se trata de identificar qué aspectos del entorno local se consideran ventajas para la ubicación de los APL (pregunta 1, bloque 4) y cuál es la intensidad de las transacciones comerciales realizadas localmente (pregunta 2, bloque 4). Otros aspectos investigados, como las relaciones interactivas descriptas anteriormente y las relaciones de subcontratación establecidas con agentes locales (preguntas 4-6, bloque 4), contribuyen a la comprensión de los vínculos de los agentes productivos con el entorno local, lo que permite evaluar su grado de arraigo en ese territorio.

Por último, el objetivo es explorar las implicaciones para las *políticas de apoyo*. Los itinerarios de entrevistas aplicados a las instituciones de promoción y representación, así como a los organismos públicos, permiten identificar las políticas que han afectado y afectan a la formación y/o desarrollo de un APL identificando su tipo, alcance, nivel y naturaleza. Los efectos y la eficacia de esas medidas pueden determinarse, directamente, mediante la información obtenida de los agentes productivos y, en general, mediante la evaluación de las diversas cuestiones examinadas

anteriormente. El cuestionario presenta una serie de preguntas que evalúan la visión de las empresas sobre el desempeño de estas organizaciones y tratan de identificar las principales demandas políticas (preguntas 1-3, bloque 5). La evaluación de toda la información obtenida en la encuesta, con énfasis en las relacionadas con el desempeño productivo e innovador de los agentes individuales y de los APL en su conjunto, permite identificar el impacto y las políticas aplicadas, así como las posibles deficiencias.

Conclusión

El espacio disponible en este texto no permite el necesario detalle de cada uno de los elementos e instrumentos (cuestionarios, guiones de entrevistas, tabulaciones, etc.) que constituyen la referencia analítica de los Arranjos Productivos Locales. Por lo tanto, varias referencias a lo largo del texto apuntan a los lugares en que se puede acceder a ellas y utilizarlas para orientar futuras investigaciones.

Desde el punto de vista normativo, se hace más difícil dar formato y aplicar las políticas destinadas a los APL, ya que se requiere un conocimiento profundo de cada caso. No basta con elaborar indicadores y mapas para identificar la cantidad de sistemas existentes y sus diferentes configuraciones y grados de desarrollo. De igual modo, al basarse en el reconocimiento de las especificidades de los distintos sistemas, las políticas para su promoción son incompatibles con los modelos genéricos que utilizan ideas *de referencia* y *mejores prácticas*.

Por último, cabe señalar que el marco analítico y metodológico de los APL debe considerarse como un programa de investigación de composición abierta con un amplio potencial de avance. Desde esta perspectiva, cabe destacar algunos aspectos relacionados con las transformaciones geopolíticas, sociotécnicas e institucionales en todo el mundo, que aún no se han incorporado adecuadamente a la literatura de los sistemas de innovación en lo que respecta a la metodología de la investigación:

- La dinámica de creación de capacidades y el desarrollo local en un contexto de creciente financiarización de la economía mundial.
- Modificación de las pautas de organización, producción, consumo, financiación y política a partir de las actuales tecnologías de vanguardia (IO, inteligencia artificial, etc.).

- Cambios en el desarrollo regional y territorial, en los estilos de vida y en la dinámica de las ciudades, así como en las relaciones sociales de producción.
- Modelos alternativos de organización socioeconómica.
- Producción, circulación, deshecho e innovación en un paradigma multidimensional de desarrollo sostenible.
- El poder económico, político y simbólico en la determinación de prioridades, la movilización de recursos, la apropiación y la orientación de las dinámicas de desarrollo.

Bibliografía

- Arocena, R. y Sutz, J. (2003). "Learning divides, social capital and the roles of universities". Presentado en la *First Globelics Conference*. Brazil, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
- Barbetta, P. A. (2002). *Estatística Aplicada às Ciências Sociais*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- Brandão, C. (2012). *Território e desenvolvimento: as múltiplas escalas entre o local e o global*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Britto, J. (2004). "Cooperação e aprendizado em arranjos produtivos locais: em busca de um referencial analítico". *Rede de Pesquisa em Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (REDESIST)*. Disponible en: www.redesist.ie.ufrj.br.
- Campos, R. R. y Nicolau, J. A. (2003). "Questionário e procedimentos para trabalho de campo da pesquisa de micro e pequenas empresas em arranjos produtivos locais". *Rede de Pesquisa em Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais (REDESIST)*. Disponible en: www.redesist.ie.ufrj.br.
- Cassiolato, J. E.; Martins Lastres, H. M. y Maciel, M. L. (2003). "Systems of innovation for development in the knowledge era: an introduction". *Systems of development and innovation: evidence from Brazil*, pp. 1-36. Cheltenham: Edward Elgar.
- _____ (orgs.) (2003). *Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.

- Cassiolato, J. E.; Pessoa de Matos, M. P. y Martins Lastres, H. M. (2008). *Arranjos Produtivos Locais uma alternativa para o desenvolvimento: Criatividade e Cultura*, vol. 1. Rio de Janeiro: E-papers.
- _____ (2014). "Innovation systems and development". En Currie-Alder, B.; Kanbur, R.; Malone, D. M. y Medhora, R. (eds.), *International Development Ideas, Experience and Prospects*. Oxford: Oxford University Press.
- _____ (2020). "Innovación, territorio y desarrollo: implicaciones analíticas y normativas del concepto de arranjos y sistemas productivos e innovativos locales". En Barletta, F.; Erbes, A. y Suárez, D. (orgs.), *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje*, pp. 477- 508. Los polvorines/Madrid: UNGS/Complutense.
- Cassiolato, J. E. y Soares, M. (2015). *Health innovation systems, equity and development*. Rio de Janeiro: E-Papers.
- Cassiolato, J. E. y Stallivieri, F. (2010). "Indicadores de inovação: dimensões relacionadas à aprendizagem". En Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), *Bases conceituais em pesquisa, desenvolvimento e inovação: implicações para políticas no Brasil*, pp. 119-164. Brasília: CGEE.
- Cassiolato, J. E.; Martins Lastres, H. M.; Szapiro, M. y Pessoa de Matos, M. P. (2017). "Local Production and Innovation Systems in Brazil: A Balance of 20 years". *15th Globelics International Conference*. Atenas, Grecia.
- _____ (2018). "Local Innovation and Production Systems: RedeSist's conceptual framework and analytical methodology". *16th Globelics International Conference*. Accra, Ghana.
- Cassiolato, J. E.; Podcameni, M. G. y Soares, M. (orgs.) (2015). *Sustentabilidade socioambiental em um contexto de crise políticas estratégicas de inovação e mudança estrutural*. Rio de Janeiro: E-papers.
- Coutinho, L. G. (2003). "Macroeconomic Regimes and Business Strategies: An Alternative Industrial Policy for Brazil in the Wake of the 21st Century". En Cassiolato, J. E.; Martins Lastres, H. M. y Maciel, M. L. (orgs.), *Systems of innovation and development: evidence from Brazil*, vol. 1, pp. 311-329. Sussex: Sussex University.

- de Guimarães e Souza, G. J.; Stallivieri, F. y Britto, J. (2010). “Processos Interativos de Empresas Localizadas em Arranjos Produtivos Locais: um estudo sobre os determinantes do desempenho inovativo”. En *Anais do XXXVIII Encontro Nacional de Economia ANPEC*. Salvador: ANPEC.
- Dutrénit, G. y Sutz, J. (eds.) (2017). *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo: la experiencia latinoamericana. Foro consultivo científico y tecnológico*. México: Lalics.
- Freeman, C. (1982). “Innovation and long cycles of economic development”. Presentado en el *International Seminar on Innovation and Development at the Industrial Sector*. Campinas, Departamento de Economía da Universidade de Campinas.
- _____ (1987). *Technology policy and economic performance: lessons from Japan*. London: Frances Pinter.
- Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. México: Siglo XXI.
- Humbert, M. (2003). “Globalization and glocalization: problems for developing countries and policy (supranational, national and subnational) implications”. En Cassiolato, J. E.; Martins Lastres, H. M.; Maciel, M. L. (orgs.), *Systems of development and innovation: evidence from brazil*, pp. 1-36. Cheltenham: Edward Elgar.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2005). *Economia Informal Urbana 2003*. Rio de Janeiro: IBGE. Disponible en: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6150.pdf>.
- Katz, J. (coord.) (1996). *National innovation systems in Latin America*. Santiago de Chile: ECLAC. [Inédito].
- La Croix, L.; Britto, J.; Rapini, M. y Santiago, A. (2003). “Measurement and differentiation of knowledge and information flows in brazilian local productive arrangements”. Presentado en el *1st Globelics Conference. Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium*, 2-6 de noviembre. Rio de Janeiro.
- Lemos, C. R. (2003). *Micro, pequenas e médias empresas no brasil: novos requerimentos de políticas para a promoção de sistemas produtivos locais*. Tesis de doctorado. Ciências, Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro.
- López, A. y Lugones, G. (1999). “Los sistemas locales en el escenario de la globalización”. En Cassiolato, J. E. y Martins Lastres, H. M.

(orgs.), *Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no MERCOSUL*. Brasília: IBICT.

Lundvall, B.-Å. (1985). *Product innovation and user-producer interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.

____ (2007). “Innovation system research and policy: where it came from and where it might go”. Presentado en el *CAS Seminar*, Oslo.

Malhotra, N. K. (2001). *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman.

Martins Lastres, H. M. y Cassiolato, J. E. (2005a). “Innovation systems and local productive arrangements: new strategies to promote the generation, acquisition and diffusion of knowledge”. *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, n° 2-3.

____ (2005b). “Systems of innovation, clusters and industrial districts: analytical and policy implications of convergence and differences in the approaches”. Presentado en el *3rd Globelics Conference*, 1 de noviembre. South Africa, Pretoria.

____ (2008). “Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?”. *GLOBELICS Working Paper Series*, n° 08-02. USA: Georgia Institute of Technology.

____ (orgs.) (2006). *Estratégias para o desenvolvimento - Um enfoque sobre arranjos produtivos locais do Norte, Nordeste e Centro-Oeste brasileiro*. Rio de Janeiro: E-papers.

Martins Lastres, H. M.; Cassiolato, J. E. y Arroio, A. (orgs.) (2005). *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto.

Martins Lastres, H. M. y Ferraz, J. C. (1999). “Economia da informação, do conhecimento e do aprendizado”. En Albagli, S. y Martins Lastres, H. M. (orgs.), *Informação e globalização na era do conhecimento*, pp. 27-57. Rio de Janeiro: Campus.

Nelson, R. (1993). *National innovation systems*. Oxford university press, oxford.

Pessoa de Matos, M. (2011). *Economia da cultura e desenvolvimento: teoria e evidências a partir da análise de arranjos e sistemas produtivos e*

inovativos locais culturais no brasil. Tesis de doctorado. Faculdade de Economia, Universidade Federal Fluminense, Brasil.

Pessoa de Matos, M.; Borin, E. y Cassiolato, J. E. (2015). *Uma década de evolução dos arranjos produtivos locais*. Rio de Janeiro: E-papers.

Pessoa de Matos, M.; Cassiolato, J. E.; Marcellino, I. S. y Podcameni, M. G. (2015). "The myth of upgrading and development through insertion in global value chains: a critique based on the innovation system literature". Presentado en el *13th Globelics Conference*. La Habana, Cuba.

Pessoa de Matos, M.; Podcameni, M. G.; Szapiro, M.; Cassiolato, J. E. y Marcellino, I. S. (2016). "Capacity building and strategic market insertion in local innovation and production systems in brazil". Presentado en el *14th Globelics Conference*. Bandung, Indonesia.

Pessoa de Matos, M. y Stallivieri, F. (2009). "Considerações sobre a metodologia de pesquisa implementada pela RedeSist". Rio de Janeiro: IE/RedeSist.

Pessoa de Matos, M.; Stallivieri, F. y Britto, J. (2013). "Construção de capacitações e inovação em arranjos produtivos locais: segmentos industriais e culturais em perspectiva comparativa". En *Anais do XLI Encontro Nacional de Economia ANPEC*. Foz do Iguaçu: ANPEC.

Rede de Pesquisa em Sistemas e Arranjos Produtivos e Inovativos Locais (RedeSist) (2008). *Glossário de arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais*. Rio de Janeiro: RedeSist/UFRJ. Disponible en: www.redesist.ie.ufrj.br.

Santos, M. (2001). *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal*. Rio de Janeiro: Record.

Stallivieri, F. (2009). *Ensaio sobre aprendizagem, cooperação e inovação em aglomerações produtivas na indústria brasileira*. Tesis de doctorado. Faculdade de Economia, Universidade Federal Fluminense.

Szapiro, M.; Vargas, M. A.; Brito, M. M. y Cassiolato, J. E. (2015). "Global Value Chains and National Systems of Innovation: policy implications for developing countries". Presentado en el *13th Globelics Conference*. La Habana, Cuba.

- Tahim, E. F. y Fernandes de Araújo Jr., I. (2014). “A carcnicultura do nordeste brasileiro e sua inserção em cadeias globais de produção: foco nos APLs do Ceará”. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vol. 52, n° 3, pp. 567-586.
- Vargas, M. A. y Alievi, R. M. (2003). “Trajetórias de aprendizado e estratégias de capacitação no arranjo produtivo coureiro-calçadista do Vale dos Sinos (RS)”. *Parcerias Estratégicas (Brasília)*, n° 17.
- Villaschi, A. (2003). “Competitividade finlandesa e fomento a pequenas e médias empresas: raízes históricas para sucessos no presente”. En Cassiolato, J. E.; Maciel, M. L. y Martins Lastres, H. M. (orgs.). *Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.

Capítulo 6.

El estudio de caso múltiple para el análisis de las proximidades en entramados locales de América Latina¹

María Eugenia Castelao Caruana, Pablo Lavarello
y Mariel de Vita

Introducción

El renovado interés por la dimensión espacial de la innovación a fines de la década de 1990 impulsó el desarrollo del enfoque de las proximidades en Europa para analizar las tensiones derivadas de la creciente internacionalización de la producción y las configuraciones geográficas de las firmas en el territorio. El surgimiento de redes globales de producción puso en discusión la importancia de la proximidad geográfica como condición para el desarrollo de los territorios a partir de economías de aglomeración o entramados locales. Bajo diferentes abordajes teóricos, la literatura sobre el tema analizó experiencias en países desarrollados en los que la proximidad geográfica constituyó una condición necesaria para el surgimiento de entramados productivos locales, como los distritos tecnológicos y clústers científicos y tecnológicos (Breschi y Lissoni, 2001; Bresnahan, Gambardella y Saxenian, 2001; Cooke, 2001; Niosi y Banik, 2005). Recientemente, Gorenstein y Gutman (2016) describieron las dinámicas territoriales generales presentes en la Argentina a partir

¹ Este documento desarrolla resultados de la investigación realizada en el marco del Proyecto Unidad Ejecutora del Centro de Estudios Urbanos y Regionales “Tecnologías transversales, actividades difusoras de conocimiento y políticas de desarrollo en el territorio: biotecnología, TIC y metalmecánica para la diversificación regional”, financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina y publicado en 2021 en un formato resumido en la revista *Ensayos de Economía*, vol. 31, n° 59.

de la tensión entre la difusión de las tecnologías transversales y las dinámicas locales.

Los aportes de la nueva geografía económica brindan elementos teórico-metodológicos útiles para identificar las condiciones de proximidad que explican los procesos de aprendizaje requeridos para hacer efectiva la difusión de estas tecnologías. En sus orígenes, el denominado “enfoque de las proximidades” fue más allá de la proximidad geográfica para explicar el desarrollo de entramados productivos, incorporando el concepto de proximidad organizativa (Rallet y Torre, 1999). Así, en los años dos mil surge una nueva vertiente que plantea que la proximidad geográfica no es condición necesaria ni suficiente para impulsar procesos de aprendizaje tecnológico (Boschma, 2005). A diferencia del enfoque original, esta línea de investigación tuvo mayor interacción con las teorías de la economía de la innovación y la organización industrial, como la literatura evolucionista de la geografía económica y los abordajes neoinstitucionalistas de las firmas.

El crecimiento de esta literatura tuvo un significativo correlato en términos metodológicos, incluyendo diseños de investigación que aplican el análisis por inferencia estadística a partir de encuestas y datos de registro hasta estudios de caso en profundidad. Sin embargo, no existen, salvo excepciones, trabajos que hayan discutido el potencial teórico-metodológico que posee el enfoque de las proximidades para aprehender el rol que juegan distintas configuraciones geográficas en el desarrollo de los entramados tecnoproductivos en los países de América Latina. Este trabajo discute este potencial desde una perspectiva crítica, considerando que el diseño de investigación adoptado para el análisis de estos procesos en los países desarrollados debe ser revisado al momento de aplicarlo en los países de la región. En particular, es necesario dar cuenta de la difusión asimétrica e incompleta de la tecnología y de las dinámicas idiosincráticas que asumen los aprendizajes en los distintos entramados locales. En el marco de la internacionalización del capital, la adopción de nuevas tecnologías frente a trayectorias tecnoproductivas e institucionales preexistentes plantea reconfiguraciones espaciales en las que las proximidades asumen no solo un carácter dinámico sino desigual entre regiones.²

2 En los países en desarrollo, estos procesos resultan de la coexistencia de empresas o institutos tecnológicos locales débilmente articulados en los espacios nacionales o regionales con filiales de grupos nacionales y extranjeros que operan a escala nacional o mundial (Lavarello, 2004).

Teniendo en cuenta esta discusión, el artículo analiza el diseño de investigación adoptado por cuatro artículos (Broekel y Boschma, 2012; Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose, 2016; Davids y Frenken, 2017; Nilsen y Lauvås, 2018) para abordar el papel de las proximidades en los procesos de colaboración y transferencia de tecnología en países desarrollados, con el objetivo de identificar sus aportes y limitaciones para el análisis de estos procesos en América Latina. A partir de este análisis, el trabajo propone recuperar un abordaje metodológico adaptado al análisis de estos procesos en los países de la región.

El artículo propone primero un recorrido por las definiciones teóricas de las proximidades que adoptan distintas escuelas, reponiendo de manera sucinta las conceptualizaciones más relevantes y echando luz sobre aquellas cuestiones que se consideran aún inexploradas. En el tercer apartado se realiza una revisión crítica de los artículos citados en el párrafo anterior que abarca el diseño y estrategia de investigación, la definición y operacionalización de las dimensiones de proximidad y la ausencia o presencia de un enfoque analítico temporal y territorial de estas. Seguidamente, se propone un abordaje metodológico que atiende las particularidades de los sistemas de innovación en América Latina, incluyendo un diseño de investigación, así como definiciones y modos de operacionalización de las proximidades, que favorece la captación de la complejidad de los procesos de innovación en la región. Por último, se exponen las conclusiones del trabajo.

La confluencia de las proximidades con la literatura evolucionista y neoinstitucionalista

El enfoque de las proximidades brinda un marco conceptual útil para analizar las condiciones que facilitan el aprendizaje interactivo y la innovación de las firmas en el marco de redes de conocimiento y el desarrollo de entramados productivos locales. Su origen puede encontrarse en la literatura francesa sobre proximidades (Kirat y Lung, 1999; Rallet y Torre, 1999; Torre, 2010), la cual plantea que la interacción económica de los y las agentes y la coordinación de sus acciones requieren, por un lado, proximidad geográfica y, por el otro, proximidad de carácter organizado. La geografía económica evolucionista (Boschma, 2005, Boschma y Lambooy, 1999, Martin y Sunley, 2006) sugiere que la proximidad geográfica no es una condición necesaria ni suficiente para el desarrollo de

aprendizajes por interacción, ya que es posible que distintos/as agentes tengan una alta proximidad geográfica y, sin embargo, no logren articular actividades de colaboración o transferencia de conocimiento. Otras condiciones pueden impulsar la coordinación de procesos de aprendizaje sin que exista colocalización (Boschma, 2005). De esta forma, la literatura sobre proximidades deja de prestar importancia explicativa a la proximidad geográfica incorporando una serie más amplia de proximidades que posibilitan la emergencia y coordinación de distintos tipos de entramados productivos locales.

Sintetizando los abordajes evolucionistas, neoinstitucionalistas, de la sociología económica y del institucionalismo americano, se describen las distintas dimensiones de proximidad:

- La proximidad cognitiva (o tecnológica) sostiene que, dado el carácter heterogéneo y localizado del conocimiento, es necesario que los y las agentes posean bases de conocimiento complementarias con cierto grado de similitud que facilite la absorción de nuevos conocimientos. Esta noción supone que los y las agentes tienen suficiente capacidad de asimilación para identificar, interpretar y explotar el conocimiento de otros (Cohen y Levinthal, 1990; Antonelli, 2000). Sin embargo, existe una relación de compromiso entre la distancia cognitiva y la comunicación y transferencia de conocimiento que estimula el surgimiento de nuevas ideas (Broekel y Boschma, 2012).
- La proximidad organizacional, inspirada en la literatura neoinstitucionalista, refiere a la medida en que las relaciones de colaboración forman parte de un arreglo organizacional (Boschma, 2005). Estos arreglos pueden expresarse en transacciones de mercado totalmente descentralizadas o en relaciones jerárquicas (Williamson, 1985), pero también en redes, consorcios o acuerdos de colaboración. Desde un enfoque evolucionista, la proximidad organizacional refleja condiciones de colaboración en el marco de rutinas explícitas o implícitas compartidas, que coordinan el comportamiento de los y las agentes y sus mecanismos de resolución de problemas productivos cotidianos y excepcionales (Rallet y Torre, 1999). Mientras que Boschma enfatiza que la proximidad organizacional reduce los costos de transacción, Rallet y Torre

destacan que es clave para comprender la coordinación remota de ciertas actividades de investigación e innovación.

- La proximidad social es entendida como el enraizamiento de los individuos en relaciones interpersonales parentesco, amistad, laboral y de las organizaciones en relaciones de colaboración asentadas en la confianza, que facilitan la interacción y coordinación de las partes (Granovetter, 1985). En estos términos, la interacción cara a cara asociada a la proximidad geográfica puede condicionar la existencia de proximidad social. Además, si bien las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) no sustituyen el contacto en persona, facilitan nuevas formas de contacto social y la construcción de redes sociales basadas en la confianza, cuestionando el carácter permanente de la proximidad geográfica y debilitando las barreras espaciales y temporales (Rallet y Torre, 1999).
- La proximidad institucional refleja la relevancia de compartir un conjunto de normas, reglas o valores comunes que posibiliten la acción colectiva, reduciendo los costos de deliberación y la incertidumbre de los procesos de innovación (Edquist y Johnson, 1997).

Una baja proximidad en estas dimensiones –por ejemplo, el mercado como forma de coordinación exclusiva– puede dar lugar a comportamientos oportunistas y conflictos por la apropiación de las rentas de la innovación que bloquean los procesos de aprendizaje colectivo. En contraste, una excesiva proximidad en todas las dimensiones puede generar un encerramiento (*lock-in*) de los y las agentes en las capacidades tecnológicas existentes, desaprovechando oportunidades de complementación con otras tecnologías. De esta forma, el aprendizaje y la innovación dependen de patrones de proximidad en los que el encerramiento en ciertas dimensiones esté compensado por niveles de interacción bajos y medios en otras dimensiones. Con este objetivo, el diseño de políticas de entramados productivos debe asegurar patrones de proximidad que permitan resolver/posponer la tensión entre la disputa por la apropiación de la renta y el encerramiento tecnológico.

Si bien el marco conceptual de las proximidades permite analizar las condiciones que inciden en las relaciones de colaboración de agentes con bases de conocimiento, intereses, valores e instituciones diferentes, su carácter estático no explica por qué en territorios con potencialidades similares se desarrollan, en algunos casos, lógicas de rendimientos

crecientes y, en otros, bloqueos a estos desarrollos. Diversos autores/as sostienen que las proximidades son un potencial y, como tal, pueden quedar inactivas si las empresas o la política pública no las movilizan. Por ejemplo, la cercanía geográfica entre un instituto tecnológico y una firma que pertenecen a una misma red, con visiones e instituciones similares, no necesariamente resulta en aprendizajes conjuntos (Torre, 2010).

Este aspecto ha quedado inexplorado en la mayor parte de los estudios empíricos sobre proximidades que analizan la manera en que las dimensiones de proximidad se configuran e inciden en los procesos de innovación de las empresas, *ceteris paribus* las estrategias de los y las agentes, limitando la explicación a cambios en el tipo de conocimiento que se pone en juego en esta relación tácito o codificado, o bien simbólico, analítico o sintético (Onsager *et al.*, 2007; Aguiléra, Lethiais y Rallet, 2012; Steinmo y Rasmussen, 2016; Davids y Frenken, 2017; Nilsen y Lauvås, 2018). Menos atención analítica recibieron las proximidades como condiciones que pueden ser movilizadas por las empresas y los patrones de cambio de estas a lo largo del ciclo de innovación (Balland, De Vaan y Boschma, 2013).

El diseño de investigación de una selección de estudios empíricos

La literatura actual sobre el papel de las proximidades en la coordinación de los y las agentes económicos puede resumirse en tres grandes líneas de trabajo sobre: a) la relación entre las proximidades y la formación de redes de colaboración; b) el impacto de las proximidades en el desempeño económico de las firmas y regiones y, especialmente, en su capacidad de innovación y c) la incidencia de las proximidades geográficas y no geográficas en la producción e intercambio de conocimiento (Aguiléra, Lethiais y Rallet, 2012). Ciertos estudios adoptan un enfoque transversal basado en la inferencia estadística (Steinmo y Rasmussen, 2016), utilizando encuestas que recopilan información de una de las partes de la relación de colaboración (Meier, 2011) o registros administrativos de proyectos, patentes, publicaciones, productos, etc. Estos estudios analizan la incidencia que tienen las proximidades en los procesos de colaboración, creación y transferencia de conocimiento. Sin embargo, no explican los mecanismos y procesos subyacentes, por lo que la dinámica e interacción de las proximidades permanece relativamente inexplorada (Balland, 2012). Recientemente, algunos trabajos avanzaron en el análisis

de los procesos de colaboración mostrando su emergencia y desarrollo en el tiempo, apoyados esencialmente en estudios de caso e históricos en profundidad (por ejemplo, Steinmo y Rasmussen, 2016; Davids y Frenken, 2017; Nilsen y Lauvås, 2018).

A fin de discutir el diseño de investigación adoptado en esta literatura, se presenta un análisis comparativo de cuatro artículos que analizan la incidencia de las proximidades en las relaciones de colaboración entre profesionales, firmas o entidades de ciencia y técnica (CyT) localizadas en países desarrollados. El diseño de investigación constituye la lógica que asocia el trabajo empírico con los interrogantes iniciales del estudio (Yin, 2009). Es una suerte de plan lógico, en el que el punto de partida son los interrogantes de la investigación y el punto final, sus respuestas.

Esta sección analiza los interrogantes que guían estos artículos y su relación con la estrategia de investigación adoptada, el alcance del objetivo de estudio y su incidencia en la construcción de la unidad de análisis, así como la definición y operacionalización de las proximidades aplicadas en el análisis empírico (figura 1). Esta revisión incluye trabajos de publicación reciente, seleccionados a partir de la correspondencia de su marco teórico con el enfoque de las proximidades, su relevancia académica y la representatividad de distintos diseños de investigación (Broekel y Boschma, 2012; Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose, 2016; Davids y Frenken, 2017; Nilsen y Lauvås, 2018). Si bien no todos los artículos brindan información acabada y precisa sobre su diseño de investigación, su análisis permitió identificar elementos claves para comprender sus decisiones metodológicas.

Figura 1. Aspectos del diseño de investigación analizados



Fuente: elaboración propia

Correspondencia entre preguntas y estrategias de investigación

Una estrategia de investigación es una manera lógica de organizar la recolección y análisis de la evidencia empírica (Cea D’Ancona, 1996). Su elección se encuentra íntimamente ligada a la pregunta de investigación, pero es independiente del alcance de la investigación (Yin, 2009). Así, mientras las estrategias basadas en el análisis de fuentes documentales y encuestas se orientan a responder preguntas como “¿qué o quién incide en el proceso de innovación?” o “¿cuánto impacta la proximidad geográfica en este proceso?”, los estudios de caso e históricos permiten responder “¿cómo ocurre el proceso de innovación?” o “¿cómo inciden las proximidades en este proceso y por qué su incidencia varía (o no) a lo largo del tiempo?”.

No obstante, la estrategia de investigación debe ser consistente con el grado de control que posee el o la investigadora sobre los eventos (su capacidad de manipular variables) y su carácter más o menos contemporáneo (figura 1). La estrategia de investigación histórica es adecuada cuando no hay control sobre los eventos ni posibilidad de acceso a información mediante técnicas de observación y entrevistas. En el extremo, esta estrategia se aplica a estudios que trabajan con el pasado “muerto”, cuando las personas relevantes no están vivas para hacer un informe, aun retrospectivo, de lo que ocurrió y debe recurrirse a documentos o datos de registro como fuentes secundarias. Es posible, sin embargo, aplicar estrategias de investigación históricas para analizar eventos contemporáneos (Yin, 2009). En este caso, se debe definir si esta estrategia se ajusta mejor a la pregunta de investigación y los objetivos del método del estudio de caso.

El estudio de caso se utiliza mayormente para analizar eventos contemporáneos cuyas condiciones no pueden ser manipuladas. Si bien incorpora las fuentes de evidencia del método histórico, también utiliza fuentes de evidencia como la observación y entrevistas a informantes que forman (o formaron) parte del objeto de estudio. Por otra parte, los experimentos se realizan cuando no es posible controlar ciertas variables de forma directa, precisa y sistemática y el estudio se focaliza en un conjunto acotado de estas. Así, mientras en el experimento existe una perfecta separación entre el contexto (las variables controladas) y las variables del fenómeno a estudiar, en el estudio de caso la interacción entre el contexto y las variables de estudio es continua. Este aspecto es particularmente relevante para el estudio de dinámicas de internacionalización

y de trayectorias tecnoproductivas que ponen en tensión el patrón de proximidades. Cuando el contexto y su dinamismo forman parte del fenómeno estudiado, el método histórico, el estudio de caso y ciertos tipos de “cuasi” experimentos son las estrategias más adecuadas de investigación (cuadro 1).

Cuadro 1. Principales estrategias de investigación en las ciencias sociales y clasificación de los artículos seleccionados

| Pregunta de investigación | Control sobre los eventos | Eventos actuales | Estrategia de investigación | Artículos seleccionados |
|-----------------------------|---------------------------|------------------|---------------------------------------|---|
| ¿Cómo, por qué? | No | Sí | Estudio de caso | Nilsen y Lauvås (2018) |
| | | No | Histórico | Davids y Frenken (2017)* |
| ¿Quién, qué, dónde, cuánto? | No | No | Encuesta | Broekel y Boschma (2012) |
| | | Sí/ No | Análisis documental | Davids y Frenken (2017) |
| | | Sí | Cuasiexperimento (análisis sintético) | Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose (2016) |

Fuente: elaboración propia según Yin (2009)

* Si bien la estrategia de investigación es definida como un estudio de caso exploratorio, el trabajo estudia un proceso de innovación no contemporáneo y aplica, según el o la autora, técnicas de análisis biográficas e históricas.

El interrogante central de los artículos seleccionados gira en torno a la manera en que las proximidades geográficas y no geográficas condicionan las relaciones de colaboración, pero cada uno indaga aspectos específicos de estos procesos y, por lo tanto, adopta diseños de investigación diferentes.

Por un lado, Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose analizan las condiciones individuales agrupadas en diferentes tipos de proximidad que comparten quienes integran equipos de investigación, en el marco de una tendencia global a la invención colaborativa. Los autores utilizan una base de datos de panel de patentes registradas para identificar procesos de colaboración y caracterizar a sus participantes, y aplican un cuasiexperimento, utilizando técnicas de análisis econométrico, para identificar patrones de proximidad entre los inventores. Nielsen y Lauvås

profundizan en la configuración de las proximidades que facilitan la colaboración universidad-empresa en una región periférica de Noruega, focalizando su análisis en los factores que limitan y promueven este tipo de relación. Aplican una estrategia de estudio de caso a tres proyectos de I+D financiados por el programa nacional “Nordsatsing” de fortalecimiento industrial regional. La información proviene de fuentes secundarias y entrevistas a referentes de empresas y organizaciones de CyT durante la implementación del proyecto y una vez que este se encuentra cerrado.

Por otro lado, Broekel y Boschma evalúan el impacto de las proximidades en la configuración de las redes de conocimiento tecnológico de la industria de la aviación de los Países Bajos y su relevancia en la probabilidad de que las empresas interactúen y esto modifique su desempeño innovativo. Su estrategia de investigación fue la encuesta, pero el instrumento de recolección de datos fue la entrevista (semiestructurada) a referentes de empresas y organizaciones de la industria. La información recolectada fue sistematizada para la construcción de variables cuantitativas y analizada mediante técnicas basadas en el análisis de redes sociales y la econometría.

Por último, Davids y Frenken se interrogan sobre la manera en que se configuran y articulan las diferentes proximidades en cada una de las etapas del proceso de innovación. Plantean que la jerarquía de las proximidades cambia según la base de conocimiento propia de la etapa de innovación. Su estrategia de investigación adopta el método histórico, dado que construye la biografía del proceso innovativo de un producto desarrollado por una firma multinacional. La información proviene de fuentes secundarias que caracterizan cada una de las etapas de investigación, desarrollo y marketing y entrevistas semiestructuradas a expertos que participaron en la innovación (cuadro 2).

Los artículos que adoptan estrategias de encuestas o datos de registro buscan contrastar empíricamente las hipótesis a partir de muestras representativas (Broekel y Boschma y Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose) y los que aplican estrategias de estudios de caso o análisis históricos realizan inferencias analíticas para cualificar la teoría. En otras palabras, mientras los primeros buscan la generalización estadística, los segundos buscan la generalización teórica. Por otra parte, las investigaciones con base en encuestas y experimentos no iluminan sobre la manera en que el peso de las proximidades cambia frente a tensiones entre las trayectorias tecnológicas previas y la creciente internacionalización de los procesos de innovación.

Cuadro 2: Enfoque metodológico de los trabajos seleccionados

| Artículos | Preguntas | Estrategia de investigación | Instrumentos de recolección y análisis de datos |
|---|--|-----------------------------|---|
| Broekel y Boschma (2012) | "¿Cuánto inciden las proximidades en la red de conocimiento de la industria de la aviación? ¿Qué proximidades determinan su desempeño innovador?" | Encuesta | Entrevistas semiestructuradas. Análisis mediante técnica de regresión de redes y el coeficiente de correlación de Pearson. |
| Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose (2016) | ¿Qué proximidades comparten los inventores que trabajan en equipo? | Cuasiexperimento | Base de datos de panel de patentes registradas y otras bases de datos. Análisis econométrico. |
| Davids y Frenken (2017) | ¿Cómo cambia el papel de las proximidades con la base de conocimiento predominante en cada etapa del proceso de innovación? | Estudio histórico | "Documentos de la firma y de otras entidades, registros auditivos. Entrevistas semiestructuradas. Análisis biográfico e histórico." |
| Nilsen y Lauvås (2018) | "¿Cómo las proximidades afectan las relaciones de colaboración innovativas? ¿Cómo cambia el papel de las proximidades a lo largo del proceso de innovación?" | Estudio de caso múltiple | Entrevistas semiestructuradas |

Fuente: elaboración propia sobre la base de los textos citados

El proceso de innovación como objeto de estudio

Los procesos de innovación pueden ser entendidos como aprendizajes tecnológicos basados en la interacción formal e informal en el interior de la firma, entre proveedores y usuarios, y entre firmas y organismos de CyT, entre otros y otras agentes (Lundvall, 1992; Edquist y Johnson, 1997). Si bien esta definición considera que la innovación es un proceso

resultante de aprendizajes sistémicos, el análisis de las proximidades que facilitan su coordinación requiere demarcar el alcance de este objeto de estudio. Esta tarea, sin embargo, presenta algunos desafíos asociados al alcance del proceso de innovación y la existencia de condiciones previas a su implementación.

Así, como objeto de estudio, el proceso de innovación puede ser definido como un proceso delimitado por la interacción entre filiales de una multinacional (Davids y Frenken) u organizaciones de distinta naturaleza en el marco de un programa público (Nilsen y Lauvås) o por un acuerdo entre firmas. También puede ser definido como un proceso difuso que refleja vínculos formales o informales delimitados por sus resultados tangibles (publicaciones, patentes, productos, etc.) (Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose) o intangibles como la transferencia de conocimiento (Broekel y Boschma).

Definir el alcance del proceso de innovación, sus aspectos claves o los tipos de producto que expresan su desempeño es un paso necesario para establecer la unidad de análisis. Esta noción metodológica hace referencia a un tipo de evento o entidad, más o menos abstracta (individuos, decisiones, programas, procesos, etc.), delimitado por el o la investigadora y posicionado en un espacio y tiempo precisos (Yin, 2009). Por ejemplo, el objeto de estudio de Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose es la interacción entre los miembros de equipos de investigación, que encuentra su expresión en una patente, como dato captado estadísticamente. Mientras tanto, para Davids y Frenken, el proceso de innovación incluye no solo el patentamiento del producto sino también las etapas de analítica, desarrollo y marketing. Por su parte, Nilsen y Lauvås consideran como procesos de innovación los proyectos de investigación (consorcios públicos-privados) financiados por el programa nacional “Nordsatsing” y desarrollados en el norte de Noruega, y focalizan su análisis en las etapas iniciales y resultados de cada proyecto. Por último, el trabajo de Broekel y Boschma delimita el alcance de un proceso innovativo a las relaciones interfirma, focalizándose en los mecanismos externos de aprendizaje y, en particular, en las relaciones de colaboración que dan forma a la red de conocimiento tecnológico bajo análisis.

Las formas de aprehender el proceso de innovación son sumamente heterogéneas, por lo que el análisis de las interacciones que lo alimentan y configuran exigen su delimitación como objeto de estudio. Sin embargo, existe una relación de compromiso entre la posibilidad de abordar el proceso de innovación en toda su complejidad y la precisión en el análisis

de cada una de sus etapas y de las relaciones intra e interfirma que se despliegan en su interior.

Definición y medición de las proximidades

El análisis de la evidencia empírica es uno de los aspectos más difíciles de comparar entre los trabajos seleccionados, debido a que no todos explicitan las técnicas de investigación utilizadas.³ Esta situación se presenta en forma particular en los estudios de caso y en los estudios históricos. Existen distintas técnicas para analizar los datos en este tipo de diseños de investigación, desde la búsqueda de coincidencia de los patrones (*pattern matching*) que surgen de la teoría con los identificados empíricamente hasta la técnica de construcción de explicaciones (Yin, 2009).

Como discutiremos en las secciones siguientes, uno de los principales problemas que enfrentan estas técnicas es la precisión. Ya sea que se trate de un análisis con varias variables dependientes o independientes de proximidad o un estudio de caso longitudinal o múltiple, ninguna variable tiene una varianza, teniendo cada una solo un dato. Los bajos grados de precisión pueden dar lugar a sesgos de interpretación al comparar los patrones de proximidad teóricos y empíricos. De esta forma, revisar el alcance de cada una de las proximidades y sus formas de medición puede contribuir a incrementar la validez interna y externa de los trabajos, especialmente de aquellos que desarrollan estudios de caso.

Los trabajos revisados presentan acuerdos y disidencias respecto de la definición de las proximidades (cuadro 3). En primer lugar, estos trabajos coinciden en que la proximidad geográfica refleja la colocalización de los y las agentes (su distancia física) y consideran que no es una condición necesaria ni suficiente para explicar los procesos de innovación frente a la constitución de espacios globales de producción. Rallet y Torre (2005) y Davids y Frenken (2017) incluso señalan que la proximidad geográfica puede adoptar un carácter temporal y estar mediada por la infraestructura de transporte y las TIC. En este marco, la colocalización es una situación complementaria que fortalece la incidencia de las proximidades no espaciales en la transferencia de conocimiento (Boschma, 2005) o una

³ Las técnicas de investigación de las operaciones manipulativas específicas de búsqueda y análisis de datos, tales como la lectura de fuentes documentales, la observación, la aplicación de entrevistas y cuestionarios, y su análisis mediante estudios de redes, estadísticos, estructurales, interpretacionales, de contenido, etc. (Cea D'Ancona, 1996).

condición relevante en las primeras etapas del proceso que luego puede ser reemplazada por otras proximidades (Rallet y Torre, 1999; Torre y Rallet, 2005; Torre, 2008).

Al mismo tiempo, es de común acuerdo que la proximidad social refleja relaciones de confianza entre las personas involucradas en procesos de colaboración, asentadas en lazos de amistad, familiares, laborales o en experiencias de trabajo previas. Asimismo, la proximidad cognitiva es entendida por todos los autores como un alto nivel de coincidencia en las bases de conocimiento de los y las agentes vinculados/as. No obstante, estas bases de conocimiento son captadas a partir de la clasificación de las tecnologías aplicadas, el tipo de formación de los recursos humanos, el tipo de actividad económica de las firmas o el tipo de conocimiento compartido entre las partes.

Cuadro 3. Definición y variables utilizadas para operacionalizar las proximidades según trabajos seleccionados

| Tipo de proximidad | Definición y variables | Broekel y Boschma (2012) | Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose (2016) | Dauids y Frenken (2017) | Nilsen y Lauvås (2018) |
|--------------------|------------------------|--|---|---|---|
| Geográfica | Definición | Colocalización de las firmas que integran una relación de colaboración | Colocalización de los inventores que registraron una patente | Colocalización de las partes involucradas en el proyecto | Colocalización de la universidad y las firmas que integran el proyecto |
| | Variables | Distancia en kilómetros entre organizaciones | Distancia lineal entre las "cuencas de empleo" en las que trabajan los inventores | Radio de distancia entre las partes superior o inferior a 25 km | Distancia entre la universidad y el socio industrial |
| Social | Definición | Existencia de relaciones de amistad, confianza o experiencias laborales previas entre referentes de las firmas | Distancia "social" entre inventores en el registro conjunto de patentes en los últimos cinco años | Existencia de relaciones personales entre las partes | Existencia de confianza basada en relaciones de amistad, afinidad o experiencias personales |
| | Variables | Si las personas estuvieron empleadas en una firma central y actualmente integran la alta dirección de otras firmas | Número de coautores que han intermediado entre los inventores en los últimos cinco años | Identificación de relaciones de amistad, familiares o de colaboración previa entre las partes | Identificación de experiencias colaborativas previas entre las partes |

| | | | | | |
|----------------|------------|--|---|---|---|
| Cognitiva | Definición | Grado de similitud en la base de conocimiento tecnológica de dos entidades | Distancia entre el campo tecnológico de los inventores que patentan en conjunto | Grado de similitud entre la disciplina científica o campo tecnológico de los colaboradores | Grado de similitud en la base de conocimiento profesional entre las entidades que integran el proyecto |
| | VARIABLES | "1) Área tecnológica de la firma 2) Área de actividad económica según: a) el tipo de conocimiento transferido y b) los sectores tecnológicos desde los que reclutan a sus empleados claves" | Si los inventores han registrado previamente una patente bajo el mismo campo tecnológico o no | Identificación del tipo de conocimiento de base que manejan las partes (analítico, sintético o simbólico) | Identificación del área de expertise de la empresa, el grupo de investigación o el gerente del proyecto |
| Organizacional | Definición | Si las organizaciones comparten rutinas y mecanismos de incentivo similares | Si los inventores comparten un mismo contexto organizacional | Si los y las agentes forman parte de la misma organización | Si las entidades poseen similitudes o coincidencias en sus incentivos y rutinas |
| | VARIABLES | Distingue entre organizaciones con fines de lucro y sin fines de lucro | Si los inventores comparten la misma filiación institucional (empresa privada o centro de investigación) o no | Si la relación es intraorganizacional o extraorganizacional | Distingue entre firmas y universidad o centros de investigación |

Fuente: elaboración propia sobre la base de textos seleccionados

Se evidencian definiciones menos precisas para la proximidad organizacional e institucional. La primera, en general, se traduce en incentivos y rutinas análogas en el interior de las organizaciones. Esta definición lleva a clasificar a las entidades según su contexto organizacional, distinguiendo, por lo general, entre empresas privadas y universidades o centros de investigación (Nilsen y Lauvås; Broekel y Boschma). Sin embargo, en trabajos más en línea con los abordajes de Coase (1937) y Williamson (1985), la proximidad organizacional se asocia a la pertenencia o no a una misma relación jerárquica, es decir, a situaciones de colaboración entre personas o equipos que pertenecen a una misma firma (Davids y Frenken; Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose).

Por último, la proximidad institucional presenta algunas divergencias en su definición. Por un lado, Nilsen y Lauvås la consideran parte de la proximidad organizacional, argumentando que esta implica restricciones que estructuran la interacción política, social y económica. Por otro lado, Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose y Boschma y Broekel la definen como un sistema cultural, étnico o religioso compartido de alcance

nacional. No obstante, mientras que el primer artículo se centra en el origen étnico-cultural-lingüístico de los inventores, omitiendo que esta condición no se corresponde con las fronteras nacionales; el segundo artículo asume que la proximidad institucional es alta e idéntica para todas las firmas debido a que se localizan en un mismo país. Por otra parte, Davids y Frenken señalan que la proximidad institucional es el conjunto de códigos culturales e instituciones económicas ampliamente compartido en un espacio geográfico.

Aunque acotada, esta revisión muestra que existe un relativo consenso en la literatura acerca de la definición de las proximidades geográficas y no geográficas, aunque su conceptualización no siempre logra evitar su superposición analítica. Esto representa un obstáculo para evaluar el efecto directo de estas dimensiones en el aprendizaje y la innovación, y la manera en que las proximidades no geográficas sustituyen o complementan a la geográfica y cómo estas interactúan (Boschma, 2005). Una baja proximidad geográfica, por ejemplo, puede ser compensada por una alta proximidad organizacional o social (Boschma, 2005; Torre y Rallet, 2005), pero la proximidad social se asienta en la confianza y esta puede estar reforzada por la colocalización o la proximidad organizacional o, incluso, institucional. No obstante, la falta de acuerdo sobre la proximidad institucional desdibuja el papel del Estado como actor central en la configuración y adecuación de las condiciones económicas, políticas y tecnológicas necesarias para el desarrollo de procesos de innovación a escala nacional.

Dinámica y tensión en las proximidades

En línea con la perspectiva evolucionista, la incidencia de las proximidades en la innovación, así como la sustitución y complementariedad entre estas, puede cambiar a lo largo del tiempo (Boschma, 2005). Sin embargo, la literatura sobre proximidades presenta, mayormente, estudios transversales que recopilan información sobre las partes involucradas y sus relaciones de colaboración en un momento dado. Como Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose y Broekel y Boschma, los trabajos recurren, por ejemplo, a información de períodos previos para dar cuenta de la existencia de proximidad social al inicio del proceso de innovación, sin detenerse en la importancia relativa que adquiere esta dimensión a lo largo de este.

Estos documentos adoptan un enfoque estático en el que las proximidades y sus jerarquías no están condicionadas ni por las tensiones que operan entre agentes en distintas escalas ni por sus relaciones de cooperación o rivalidad. De esta manera, se pierde de vista, por ejemplo, que la pérdida de peso de la proximidad geográfica responde a la necesidad de las empresas multinacionales de centralizar el conocimiento y controlar el proceso innovativo, poniendo en tensión las políticas científicas y tecnológicas implementadas por el Estado nación. Este límite analítico se revela en la falta de atención que otorga la literatura a la incidencia del Estado y los organismos públicos internacionales en la configuración de las redes de colaboración, al no indagar en la manera en que las proximidades inciden y cambian su peso relativo a lo largo del proceso de innovación debido a tensiones entre las dinámicas a nivel global y nacional.

Aun así, Nilsen y Lauvås destacan la incidencia del contexto global y de las empresas multinacionales en los proyectos de innovación. Su análisis advierte que, en la fase inicial de estos proyectos, los incentivos del Estado nacional, de las empresas multinacionales y de las universidades se encuentran alineados, pero esta condición cambia con la dinámica global.⁴ No obstante, el artículo no ahonda en la tensión entre las estrategias de las multinacionales y los agentes nacionales y locales en las siguientes etapas del proyecto.

Por su parte, el trabajo de Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose no explora el entorno institucional, político y económico en el que se desarrollan las relaciones de colaboración. Empero, enmarca su caso en una tendencia mundial a la colaboración traccionada por la globalización, las políticas públicas orientadas a instalar sistemas de innovación, la internacionalización de las firmas y su creciente trabajo con socios locales en actividades intensivas de conocimiento. Sin embargo, por el objeto de estudio y la estrategia de investigación adoptada, estos autores no indagan en la dinámica de las proximidades a nivel internacional.

Davids y Frenken, por otra parte, estudian la manera en que las dimensiones de proximidad cambian en el tiempo traccionadas por la propia naturaleza de las bases de conocimiento que operan en las distintas fases de innovación de un producto. Si bien la dimensión temporal es algo que estos autores se proponen evaluar, la evolución de las proximidades finalmente se explica por los tipos de conocimiento utilizados en

⁴ En esta etapa, además, el Estado nacional actúa como mediador entre las políticas suprarregionales y las universidades locales.

cada etapa del proceso. No obstante, los autores advierten que las actividades de lobby y marketing, propias de la última etapa de innovación, ocurren en un marco institucional particular. Así, el conocimiento simbólico necesario para que los consumidores acepten el nuevo producto se construyó atendiendo a costumbres, normas, instituciones y regulaciones de alcance nacional. La dimensión institucional, sin embargo, aparece como un dato exógeno, aun cuando los autores señalan que la firma multinacional debió adecuar su lógica a las particularidades de cada país a través de sus filiales.

Este análisis muestra que la interacción de las dinámicas globales y nacionales tiene un rol en los procesos de colaboración estudiados, aun cuando los autores no la consideran como un aspecto inherente a estos procesos. En los países de América Latina, donde estas tensiones son evidentes, el Estado posee un papel central como mediador de las lógicas económicas globales y nacionales/locales, homologando reglas informales, estableciendo marcos de referencia y coordinando y promoviendo líneas de innovación y estrategias de desarrollo. El papel del Estado nacional y, en cierta medida, subnacional resulta clave para entender las condiciones en las que se desarrollan los procesos de innovación en la región.

Aportes al estudio de las proximidades en los procesos de innovación en América Latina

A lo largo de este trabajo sostuvimos que para estudiar las proximidades en los países de América Latina es necesario pensar un diseño metodológico que considere las características de los sistemas de innovación de la región y sus diferencias con los sistemas en los países desarrollados. En los países de América Latina, el Estado nacional posee un papel clave en la configuración de los procesos de innovación mediante políticas de financiamiento y generación de capacidades (Cassiolatto, Szapiro y Martins Lastres, 2002; Silveira, Tidei y Levy, 2003; Bianchi, 2013). Sin embargo, la configuración de los entramados locales cambia según estos se articulen en torno a estrategias de firmas multinacionales o del Estado nacional, ya sea que este adopte la forma de una empresa pública o mixta, participe en consorcios público-privados o establezca políticas de compra pública.

En este marco, es pertinente plantear preguntas de investigación sobre la manera en que los sistemas regulatorios y las instituciones condicionan las relaciones de colaboración en particular, frente a la presencia o

ausencia de grupos económicos internacionales y el aprendizaje tecnológico, y la forma en que las jerarquías de las proximidades se modifican según la escala espacial en la que operan los procesos de innovación. Para abordar estas preguntas es necesario elaborar un diseño de investigación adecuado a las características del objetivo de estudio.

El estudio de caso múltiple y longitudinal como estrategia de investigación

Para abordar los interrogantes propuestos se propone aplicar una estrategia de investigación de estudio de caso comparativo y, eventualmente, también longitudinal recurriendo a fuentes de información primaria y secundaria que permitan la triangulación de los datos (Rohlfing, 2012). Esta estrategia permite abordar fenómenos sociales complejos reteniendo características holísticas y relevantes de la realidad, especialmente cuando los límites entre estos fenómenos y el contexto no son evidentes (Yin, 2009).

Cuando se adopta un estudio de caso múltiple la primera cuestión a definir es si la comparación se realizará entre casos, lo cual aporta a la generalización de los resultados, o entre diferentes etapas de un mismo caso, lo que mejora la comparabilidad. Si la comparación, además, adopta un carácter longitudinal, es necesario definir si se aplicará una dimensión temporal cronológica o teórica en el análisis. Con la variante de tiempo cronológico los casos se comparan considerando exactamente el año, mes o unidad temporal seleccionada (Rohlfing, 2012). Por el contrario, cuando se utiliza el tiempo teórico la comparación de los casos se relaciona con fenómenos temporales relevantes en función de la hipótesis bajo escrutinio, pero que no necesariamente ocurren en una misma fecha o punto en el tiempo (ibídem).

El uso de un tiempo teórico es más adecuado para los estudios de caso múltiples que buscan dar cuenta de cambios en los patrones de proximidades y su impacto en los procesos innovativos en los entramados tecnoproductivos. Por ejemplo, la innovación asociada a tests de diagnóstico desarrollados en el entramado universitario del Gran Buenos Aires en la Argentina entre los años 2012 y 2017 es comparable con la innovación en radares que ocurrió en el país en el período 2007-2010 (Lavarello, Minervini y Robert, 2017). Aun si los casos no coinciden cronológicamente comparten una hipótesis común sobre la manera en que los cambios en

las proximidades afectan la convergencia entre las tecnologías genéricas y las trayectorias sectoriales preexistentes. El aspecto central del análisis es que ambos casos comparten un diseño “antes-después” que permite identificar dos etapas temporales teóricas. Delimitar las condiciones iniciales resultantes de trayectorias previas al inicio del proyecto y la dinámica que ocurre en su desarrollo hasta el final posibilita indagar sobre los mecanismos causales de los procesos de innovación.

Un segundo aspecto de los estudios de caso múltiples y longitudinales es la caracterización del proceso de innovación como un fenómeno de aprendizaje interactivo y acumulativo, liderado por uno o más agentes específicos y financiado por distintas fuentes a lo largo del tiempo. El carácter acumulativo de este proceso exige analizar un período de tiempo lo suficientemente largo para poder captar la influencia de los agentes involucrados en sus distintas fases, ya que en general, los procesos de innovación son el resultado de la sucesión y convergencia de múltiples proyectos⁵ que responden a diferentes criterios y fuentes de financiamiento.

En América Latina este rasgo es aún más relevante debido, entre otras cuestiones, a la dispersión, inestabilidad y el bajo volumen de financiamiento público disponible para este tipo de proyectos, y la baja inversión en I+D del sector privado. En este sentido, los programas públicos de financiamiento y los criterios de promoción que establecen los Estados nacionales son centrales para impulsar procesos colaborativos público-privados y orientar la I+D. Por otro lado, aunque involucran a una variedad más o menos amplia de agentes, estos procesos generalmente están liderados por unas pocas organizaciones, mayormente empresas multinacionales o grupos económicos nacionales, y presentan jerarquías en su estructura o en sus relaciones que condicionan la producción de conocimiento.

Un tercer aspecto para considerar al abordar los interrogantes propuestos con un estudio de caso múltiple es la construcción de una unidad de análisis lo suficientemente abierta como para captar al conjunto de entidades que conforman la red de colaboración que impulsa el proceso de innovación. Esta red puede tener un alcance geográfico local enmarcada en ciertos límites político-administrativos subnacionales o estar inserta, al menos parcialmente, en dinámicas globales. La recopilación

⁵ Se entiende como proyecto un conjunto de actividades interrelacionadas y coordinadas para alcanzar resultados o metas específicas dentro de los límites que impone un presupuesto, un resultado o un lapso previamente definido.

de información a partir de estas redes, a diferencia de los estudios a nivel de la firma, permite captar procesos de interacción entre una variedad de agentes habilitados por distintas condiciones de proximidad y su desempeño (Steinmo y Rasmussen, 2016). La elección de estas redes de colaboración como unidad de análisis presenta importantes desafíos derivados de complejidad. Por un lado, una misma red puede impulsar simultáneamente diversos proyectos de innovación en distintas etapas de desarrollo. Por otro lado, el nivel de participación de las organizaciones en la red puede variar a lo largo del tiempo, según la etapa de los proyectos y su interés por estos.

En cuarto lugar, la estrategia de investigación propuesta exige incluir fuentes de información cualitativas, que den cuenta del enfoque dinámico de las proximidades y de su incidencia en el proceso de innovación, a medida que se modifican las condiciones internas y externas de los proyectos de I+D. Las fuentes e instrumentos de recolección de datos deben, por lo tanto, ser adecuadas para captar este dinamismo. La literatura sobre proximidades coincide, por un lado, en que las bases de datos de publicaciones y patentes presentan limitaciones como fuente de información para evaluar la incidencia de las proximidades en los procesos de aprendizaje, producción de conocimiento e innovación (Heringa *et al.*, 2014; Crescenzi, Nathan y Rodríguez-Pose, 2016), especialmente en los países en desarrollo. Estas bases pueden ser representativas del conocimiento codificado que se deriva de actividades de I+D de las grandes firmas, pero no captan las innovaciones que no son ni patentadas ni patentables debido a su naturaleza, el tipo de entidad que la coordina o simplemente las prácticas existentes en torno al sistema de patentamiento, las cuales cambian sustancialmente con el tiempo, entre países y entre sectores tecnológicos (Aldieri, 2011; Heringa *et al.*, 2014). Sin información complementaria, las patentes y publicaciones pueden dar una imagen incompleta del efecto de las proximidades, dado que, por lo general, consideran un grupo relativamente homogéneo de agentes y tienden a centrarse en ciertos tipos de invenciones. Sin embargo, la incidencia de las proximidades puede diferir en espacios donde se conjugan personas con diferentes tipos de conocimiento o de organizaciones disímiles en relación con un campo relativamente homogéneo.

Por otro lado, la encuesta es una estrategia que permite recolectar información relativamente homogénea y elaborar indicadores asociados a diferentes dimensiones de proximidad, pero presenta limitaciones para caracterizar relaciones que se construyen diádicamente y captar

resultados intangibles que, muchas veces, no son los esperados. Además, esta estrategia es inadecuada para comprender el desenvolvimiento de los procesos de innovación y la interacción subyacente de las proximidades en cada etapa.

Proximidades: hacia una definición precisa de las variables

Por último, para definir y operacionalizar las variables de proximidad se adoptan elementos de los estudios empíricos analizados en la sección anterior y se proponen otros elementos que buscan facilitar la validación interna y externa de las investigaciones (cuadro 4). En primer lugar, la proximidad geográfica refleja la manera en que la colocación posibilita el desarrollo de aprendizajes interactivos y conocimientos tácitos que no serían posibles sin la cercanía física. Para la mayoría de los autores esta condición puede ser captada midiendo la distancia física de las organizaciones o referentes que participan como colaboradores en el proceso de innovación. Aun si, es posible sostener que dicha colocación no depende de la distancia absoluta entre las partes sino de la distancia relativa,⁶ la proximidad geográfica se define por la distancia física entre los distintos miembros de una red o trama.

El debate planteado por Rallet y Torre (1999) sobre la incidencia de las TIC en el papel de la proximidad geográfica, debido a las posibilidades que brindan estas tecnologías para la coordinación de actividades distantes y transferencia de conocimiento codificado, da cuenta de la importancia que tiene la distancia física en estos procesos y la barrera que representa para las grandes firmas internacionalizadas.

Asimismo, coincidimos con la literatura en definir la proximidad social como una relación de colaboración basada en la confianza que existe entre las partes. Esta dimensión es captada a partir de la existencia de una historia de colaboración previa entre las organizaciones o de relaciones de trabajo, amistad o familiares entre sus referentes, ya sean directivos o integrantes de grupos de I+D o de desarrollo de proyectos. Si bien Boschma (2005) advierte que un proceso de innovación asentado principalmente en la confianza puede ser contraproducente ante la

⁶ El término *distancia relativa* hace referencia a la existencia de condiciones de transporte e infraestructura que afectan la distancia y el tiempo que demanda la movilidad de un punto a otro.

ausencia de otro tipo de acuerdos que eviten comportamientos oportunistas, una alta proximidad social también puede facilitar el desarrollo de mecanismos efectivos para resolver conflictos en el curso de un proceso innovativo (Nilsen y Lauvås, 2018: 325).

Si bien la proximidad geográfica puede reforzar las relaciones de confianza, la cercanía física no es condición necesaria ni suficiente para que exista proximidad social entre las partes, pues la confianza puede desarrollarse independientemente de la colocalización. Desde un enfoque dinámico, si la colocalización aumenta la posibilidad de interacción entre las partes, las TIC podrían ser el medio que, *a posteriori*, facilita la construcción de confianza y, por ende, el intercambio de conocimiento.

La proximidad cognitiva refleja el grado de similitud en la base de conocimiento o campo tecnológico de las organizaciones. Para recolectar esta información proponemos identificar, por un lado, técnicas, equipos y procesos productivos, como proxy del tipo de técnicas utilizadas, y la formación disciplinar de quienes integran los proyectos o grupos de I+D, como proxy de su *expertise* en distintas áreas de conocimiento.

Para evitar la superposición analítica entre la proximidad organizacional e institucional como ocurre en el estudio de Nilsen y Lauvås (2018) y poner en evidencia las tensiones global-nacional/local asociadas a la transferencia de tecnología definimos la proximidad organizacional como el grado de coordinación y dependencia que existe entre las partes que integran una relación de colaboración. Por un lado, el nivel de dependencia puede definirse a partir de tres variables (Aguilera, Lethiais y Rallet, 2012): el tipo de arreglo organizacional, ya sea formal (alianza, acuerdo, convenio, filial) o informal (colaboración, competidor); la incidencia de cada una de las partes en el desempeño económico de la otra y la existencia de inversiones específicas o acuerdos (licencias) que condicionan la relación. En particular, resulta relevante identificar el grado de dependencia que poseen las filiales de la casa matriz y de las firmas locales del grupo económico que integran, así como el nivel de inserción de estas firmas en dinámicas locales, nacionales o globales. Por otro lado, los mecanismos de coordinación que posee la red pueden caracterizarse analizando la manera en que se toman las decisiones, se resuelven los conflictos y se financian los proyectos y cómo estas cuestiones inciden en la apropiación de los resultados del proceso de innovación.

Cuadro 4. Variables para recolectar información sobre el nivel de proximidad

| Proximidad geográfica | Proximidad social | Proximidad cognitiva | Proximidad organizacional | Proximidad institucional |
|--|---|---|--|---|
| Colocalización (distancia física relativa o entre las áreas político-económicas en las que se localizan) | ** Existencia de colaboración previa * Existencia de relaciones de trabajo, de amistad o familiares" | ** Técnicas, equipos y procesos productivos aplicados * Formación disciplinar de quienes integran el proyecto" | Tipo de arreglo organizacional, toma de decisiones, participación en el financiamiento, distribución de responsabilidades, apropiación de los resultados | Normas, incentivos y prácticas compartidas a nivel supranacional, nacional, subnacional |

Fuente: elaboración propia

Por último, desde nuestra perspectiva, la proximidad institucional refleja la existencia o ausencia de regulaciones, incentivos y prácticas de orden político y económico que condicionan el proceso de innovación. Se trata de regulaciones (normas de calidad, ley de patentes, ley de semillas, etc.), incentivos (programas de financiamiento, políticas sectoriales, etc.) y prácticas más o menos informales (secreto industrial, criterios de evaluación de las entidades académicas) avaladas por la acción u omisión del Estado nacional y, en algunos casos, subnacional.

En los países de América Latina, las instituciones económicas y políticas son claves para entender los procesos de adopción y adaptación de tecnología, la incorporación de normas internacionales, los condicionamientos al comercio exterior, el acceso al financiamiento y la inserción de las firmas locales en cadenas globales de valor. En este marco, el Estado nacional válida, homóloga y codifica acuerdos, formales e informales, que dan lugar a instituciones, en algunos casos como resultado de procesos de abajo hacia arriba y, en otros, como respuesta a los desafíos que impone cada estrategia de desarrollo en el contexto internacional.

Luego es posible plantear que la escala nacional opera más sobre la proximidad institucional; la escala mundial, sobre la proximidad organizacional y la escala local, esencialmente sobre la proximidad social. Además, la proximidad geográfica interactúa con todas estas escalas sustituyendo unas y complementando (y reforzando) otras. Así, por ejemplo, mientras una alta proximidad geográfica puede reforzar las relaciones de confianza entre distintos ingenieros asentados en una localidad metal-mecánica, la adopción de rutinas organizacionales en el interior de una

empresa multinacional hace menos necesaria la proximidad geográfica, o la validación del Estado nacional de un estándar por sobre otro resulta en una alta proximidad institucional.

Una definición precisa de las proximidades y de sus proposiciones teóricas es una condición ineludible para el análisis de los resultados de un estudio de caso múltiple. Como se mencionó en el tercer apartado, una técnica analítica adecuada a esta estrategia es el *pattern matching* (coincidencia de patrones) que, a grandes rasgos, propone contrastar los patrones teóricos derivados de la teoría con los patrones empíricos elaborados a partir de la información recopilada en la investigación. Las teorías postulan relaciones estructurales entre variables y estas relaciones expresan patrones teóricos de comportamiento con distintos niveles de generalidad. Con esta técnica analítica se enfatiza la importancia de la teoría en el proceso de investigación (Trochim, 1989).

Esta técnica analítica puede ser utilizada para otorgar validez interna al estudio de caso cuando la investigación busca testear hipótesis derivadas de la teoría. Por ejemplo, la literatura sobre clústers tecnológicos en países desarrollados plantea la hipótesis de que la convergencia tecnológica se corresponde con un patrón de baja proximidad organizacional (por ejemplo, alta variedad de empresas de software y servicios independientes en AgTech) y alta proximidad social (por ejemplo, fuerza de trabajo calificada que pertenece a una misma comunidad de programadores). Si en los casos de estudio se valida esta hipótesis es posible obtener una conclusión acerca de la proximidad como determinante de la convergencia tecnológica entre el agronegocio y las TIC. No obstante, si los resultados no son consistentes, la proposición inicial es puesta en duda.

La lógica del *pattern matching* supone que los patrones teóricos más complejos, si se corroboran, proporcionan una base más sólida para una inferencia válida. En particular, cuando se trata de estudios de caso que buscan cualificar las hipótesis teóricas existentes, esta técnica posibilita un ejercicio de inferencia teórica que permite el desarrollo de nuevas proposiciones. Volviendo al ejemplo anterior, podría ocurrir que el primer caso valide la hipótesis planteada y que el segundo caso no muestre convergencia tecnológica, sino que las empresas de AgTech utilizan paquetes cerrados provistos por sus casas matrices, en un patrón en el que la proximidad organizacional es alta (por ejemplo, la filial de una multinacional de AgTech) y la proximidad social es baja. Estos hallazgos permitirían cualificar la hipótesis y fortalecer al marco teórico sobre el

rol de los patrones de proximidad en la convergencia tecnológica. En este caso se logra una replicación teórica entre casos.

Por el contrario, también podría ocurrir que otros patrones de proximidad estén asociados a procesos de convergencia tecnológica. Esto pondría en duda la validez interna del abordaje. Por ejemplo, es posible que tanto un patrón de alta proximidad organizacional, social e institucional como uno de proximidades intermedias limiten la convergencia tecnológica. En ese caso, sería necesario ampliar el análisis hacia otros tipos de determinantes. En estudios previos, se ha podido verificar la existencia de dos casos polares de patrones de proximidad en países en desarrollo: uno más orientado por el mercado en un abordaje *bottom-up* con patrones de proximidades bajas o intermedias y otro de tipo *top-down* con altas proximidades. Ninguno de ellos muestra la existencia de convergencia tecnológica, ya sea porque la fase exploratoria de la I+D no se tradujo en innovaciones en el mercado o porque no se pudo ampliar la base de conocimientos más allá de la trayectoria previa del clúster. Un análisis de la evolución de los patrones de proximidades permitió identificar que fueron los cambios de la política científica y tecnológica hacia una “apertura” de las alianzas interestatales los que posibilitaron una mayor convergencia tecnológica en el caso *top-down* y el desarrollo de esquemas de compra gubernamental lo que permitió traducir las potenciales convergencias en productos de mercado en el caso *bottom-up* (Lavarello, Minervini y Robert, 2017).

Uno de los mayores riesgos asociados a este enfoque es la falta de precisión en la definición de los conceptos y relaciones que integran el patrón teórico y cómo estos se traducen en variables empíricas y se operacionalizan para la posterior construcción de patrones empíricos. Esta etapa representa un gran desafío para las estrategias de investigación basadas en el estudio de casos y, en particular, para aquellas que adoptan un abordaje cualitativo de las proximidades debido a la falta de precisión en sus definiciones que muestra la literatura (por ejemplo, si la proximidad organizacional entre dos firmas está asociada al control vertical o a la similitud de sus rutinas organizacionales).

Teniendo en cuenta los esfuerzos necesarios para superar estos límites, el estudio de caso múltiple y longitudinal permite analizar cómo diferentes condiciones, estrategias empresariales y políticas públicas particulares dan lugar a distintas variaciones empíricas respecto del patrón teórico. Por ejemplo, en un contexto dado, el patrón teórico podría indicar el pasaje de una situación de alta proximidad geográfica y baja

proximidad organizacional e institucional a una situación de proximidades intermedias, y el estudio empírico podría confirmar este patrón o proponer uno diferente. La utilización de una técnica explicativa, como forma más desarrollada del *pattern matching*, permitiría incorporar un análisis fundado teóricamente que explique los procesos subyacentes a estas dinámicas de proximidades. Se trata de iluminar, a partir de este enfoque metodológico, un proceso que no es lineal y que encarna tensiones propias de los procesos de difusión de nuevas tecnologías en el marco de la internacionalización de la I+D y su adecuación a la escala local frente a trayectorias tecnoproductivas e institucionales preexistentes y específicas de cada territorio.

Conclusiones

En los países desarrollados la globalización y la difusión de tecnologías transversales (como las TIC) cuestionan la relevancia de la proximidad geográfica como condición necesaria para motorizar procesos de innovación. Al mismo tiempo, en los países de América Latina, estas tendencias profundizan las tensiones por el control de los paquetes tecnológicos y la fragmentación y desarticulación de los espacios nacionales como ámbitos de producción de tecnología. Estas tensiones plantean la necesidad de delinear estrategias de investigación que estudien cómo, mientras las proximidades cognitiva y organizacional se refuerzan con el proceso de globalización, la proximidad institucional está estrechamente asociada a trayectorias institucionales específicas del espacio nacional, mediadas por la política, y la proximidad social se refuerza por la presencia de vínculos de confianza en el espacio local.

En este sentido, la escala nacional asume un rol central en la medida en que actúa como espacio en el que se plasma la proximidad institucional. La existencia de un conjunto compartido de normas e incentivos homologados (e impuestos) por el Estado o la coexistencia de normas e incentivos diversos pueden dar lugar a procesos de aprendizaje en un conjunto reducido de tecnologías o en una variedad de trayectorias tecnológicas. Luego, la incorporación de las escalas geográficas en el análisis de proximidades puede tener un enorme potencial teórico-metodológico para estudiar los entramados productivos y tecnológicos en América Latina. La evolución de las proximidades resultaría de las tensiones entre los procesos de difusión de tecnología a nivel internacional y los procesos de

aprendizaje por interacción que se dan en los entramados locales. La dinámica es histórica, surge de esta tensión y no del mero paso del tiempo.

En esta línea, el estudio de las proximidades en América Latina requiere poner el foco no solo en la importancia de cada proximidad sino en su evolución a lo largo del proceso, interrogándose sobre la manera en que sus jerarquías cambian debido a la tensión entre las estrategias de los grupos internacionales y los espacios nacionales. Este abordaje permite estudiar las proximidades atendiendo a las diferentes fases del ciclo de la tecnología y la tendencia a la codificación del conocimiento por parte de las empresas multinacionales a partir de lógicas globalizantes, y sus adecuaciones particulares a los territorios nacionales.

Según estos elementos teórico-empíricos es posible concluir que el estudio de caso constituye una estrategia de investigación consistente con una visión dinámica de las proximidades en la medida que posibilita analizar cómo y por qué estas van mutando en forma indisoluble del contexto. Para ello resulta crucial una definición de la unidad de análisis y de su contexto que dé cuenta de esta inseparabilidad. La dinámica de las proximidades en un entramado dado es inseparable de las estrategias de las empresas y del entorno político, a diferencia de los análisis econométricos o estadísticos que hacen abstracción del contexto, aunque lo incorporan como “variable de control”.

De esta manera, el estudio de caso múltiple permitiría cualificar la teoría de proximidades de los países desarrollados más que analizar estadísticamente la frecuencia con que sus proposiciones son confirmadas/no rechazadas por los hechos. Más que contrastar estadísticamente un marco conceptual, permitiría expandir su potencial explicativo, proponiendo un abordaje teórico-empírico de sus factores explicativos. No obstante, aún existe un gran camino por avanzar en la definición de las proximidades y en la especificación de las técnicas analíticas más adecuadas para asociar los datos a ciertas proposiciones, evitando las sutilezas que impiden la validación interna y externa de los diseños de investigación basados en estudios de caso.

Bibliografía

Aguilera, A.; Lethiais, V. y Rallet, A. (2012). “Spatial and Non-Spatial Proximities in Inter-Firm Relations: An Empirical Analysis”. *Industry and Innovation*, vol. 19, n° 3, pp. 187-202.

- Aldieri, L. (2011). "Technological and Geographical Proximity Effects on Knowledge Spillovers: Evidence from the US Patent Citations". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 20, n° 6, pp. 597-607.
- Antonelli, C. (2000). *The Microeconomics of Localized Technological Change*. London: McMillan.
- Balland, P.-A. (2012). "Proximity and the Evolution of Collaboration Networks: Evidence from Research and Development Projects within the Global Navigation Satellite System (GNSS)". *Industry, Regional Studies*, vol. 46, n° 6, pp. 741-756.
- Balland, P.-A.; De Vaan, M. y Boschma, R. (2013). "The dynamics of interfirm networks along the industry life cycle: The case of the global video game industry, 1987-2007". *Journal of Economic Geography*, vol. 13, n° 5, pp. 741-765.
- Bianchi, C. (2013). "The Role of Innovation Policies in the Brazilian Health Biotechnology Regime". *Latin American Business Review*, vol. 14, n° 3-4, pp. 309-332.
- Boschma, R. (2005). "Proximity and innovation: a Critical Assessment". *Regional Studies*, vol. 39, n° 1, 61-74.
- Boschma, R. y Lambooy, J. (1999). "Evolutionary economics and economic geography". *Journal of evolutionary economics*, vol. 9, n° 4, pp. 411-429.
- Breschi, S. y Lissoni, F. (2001). "Localised knowledge spillovers vs. innovative milieux: Knowledge 'tacitness' reconsidered". *Papers in regional science*, vol. 80, pp. 255-273.
- Bresnahan, T.; Gambardella, A. y Saxenian, A. (2001). "'Old Economy' Inputs for 'New Economy' Outcomes: Cluster Formation in the New Silicon Valleys. Clusters, networks and innovation". *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 4, pp. 835-860.
- Broekel, T. y Boschma, R. (2012). "Knowledge networks in the Dutch aviation industry: The proximity paradox". *Journal of Economic Geography*, vol. 12, n° 2, pp. 409-433.
- Cassiolato, J. E.; Szapiro, M. y Martins Lastres, H. (2002). "Local system of innovation under strain: the impacts of structural change in the

- telecommunications cluster of Campinas, Brazil”. *International Journal of Technology Management*, vol. 24, n° 7, pp. 680-704.
- Cea D’Ancona, M. A. (1996). *Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social*. Madrid: Síntesis Sociológica.
- Coase, R. H. (1937). “The Nature of the Firm”. *Economica*, vol. 4, pp. 386-405.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, pp. 128-152.
- Cooke, P. (2001). “Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy”. *Industrial and corporate change*, vol. 10, pp. 945-974.
- Crescenzi, R.; Nathan, M. y Rodríguez-Pose, A. (2016). “Do inventors talk to strangers? On proximity and collaborative knowledge creation”. *Research Policy*, vol. 45, n° 1, pp. 177-194.
- Davids, M. y Frenken, K. (2017). “Proximity, knowledge base and the innovation process: towards an integrated framework”. *Regional Studies*, vol. 52, n° 1, pp. 23-34.
- Edquist, C. y Johnson, B. (1997). *System of innovation: overview and basic concepts. Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. Abingdon-on-Thames, Oxford: Routledge Press.
- Gorenstein, S. M. y Gutman, G. E. (2016). “Desarrollo y territorio: clusters tecnológicos en la periferia”. *Revista Política e Planejamento Regional*, vol. 3, n° 1, pp. 1-18.
- Granovetter, M. (1985). “Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness”. *American Journal of Sociology*, vol. 91, pp. 481-510.
- Heringa, P.; Horlings, E.; van den Besselaar, P.; van der Zouwen, M. y van Vierssen, W. (2014). “How do dimensions of proximity relate to the outcomes of collaboration? A survey of knowledge-intensive networks in the Dutch water sector”. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 23, n° 7, pp. 689-716.
- Kirat, T. y Lung, Y. (1999). “Innovation and proximity: territories as loci of collective learning processes”. *European Urban and Regional Studies*, vol. 6, pp. 27-39.
- Lavarello, P. (2004). “Estrategias empresariales y tecnológicas de las firmas multinacionales de las industrias agroalimentarias argentinas

durante los años noventa”. *Desarrollo Económico*, vol. 44, n° 174, pp. 231-260.

- Lavarello, P.; Minervini, M. y Robert, V. (2017). “From collaboration networks for innovation to the development of science and technology clusters. Two case studies at the National University of San Martin in Argentina”. *Revista brasileira de inovação*, vol. 16, n° 2, pp. 299-324.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National systems of innovation: An analytical framework*. London: Pinter.
- Martin, R. y Sunley, P. (2006). “Path dependence and regional economic evolution”. *Journal of economic geography*, vol. 6, n° 4, pp. 395-437.
- Meier, M. (2011). “Knowledge management in strategic alliances: A review of empirical evidence”. *International Journal of Management Reviews*, vol. 13, n° 1, pp. 1-23.
- Nilsen, T. y Lauvås, T. (2018). “The Role of Proximity Dimensions in Facilitating University-Industry Collaboration in Peripheral Regions: Insights from a Comparative Case Study in Northern Norway”. *Arctic Review on Law and Politics*, vol. 9, pp. 312-331.
- Niosi, J. y Banik, M. (2005). “The evolution and performance of biotechnology regional systems of innovation”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29, pp. 343-357.
- Onsager, K., Isaksen, A., Fraas, M., & Johnstad, T. (2007). “Technology cities in Norway: Innovating in glocal networks”. *European Planning Studies*, 15(4), 549-566.
- Rallet, A. y Torre, A. (1999). “Is Geographical Proximity Necessary in the Innovation Networks in the Era of Global Economy?”. *GeoJournal*, vol. 49, pp. 373-380.
- Rohlfing, I. (2012). *Case Studies and Causal Inference. An Integrative Framework*. London: Palgrave Macmillan.
- Silveira, A.; Tidei, C. y Levy, C. (2003). “Fábrica de Empresas”. *Valor Econômico*.
- Steinmo, M. y Rasmussen, E. (2016). “How firms collaborate with public research organizations: The evolution of proximity dimensions in successful innovation projects”. *Journal of Business Research*, vol. 69, n° 3, pp. 1250-1259.

- Torre, A. (2008). "On the role played by temporary geographical proximity in knowledge transmission". *Regional Studies*, vol. 42, n° 6, pp. 869-889.
- _____ (2010). "Jalons pour une analyse dynamique des Proximités". *Revue d'Economie Regionale Urbaine*, vol. 3, pp. 409-437.
- Torre, A. y Rallet, A. (2005). "Proximity and localization". *Regional Studies*, vol. 39, n° 1, pp. 47-59.
- Trochim, W. (1989). "Outcome, Pattern Matching and program theory". *Evaluation and Program Planning*, vol. 12, n° 355-366.
- Williamson, O. (1985). *The Economic Institutions of Capitalism*. New York: The Free Press.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research and applications: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE.

Capítulo 7.

Propuesta metodológica desde el enfoque de sistemas sociotécnicos

El caso de la biotecnología aplicada a la salud en México*

Luis Jiménez, José Miguel Natera y Daniel Villavicencio

Introducción

El análisis de la innovación en biotecnología implica una dificultad metodológica al tratarse de un campo de estudio emergente. Además de involucrar diversas disciplinas científicas, tiene aplicaciones en varios sectores como la agroindustria, la salud, la protección del medio ambiente, entre otros. Asimismo, la producción y explotación del conocimiento relacionado con la biotecnología comprende distintos actores como centros de investigación, empresas productivas y de servicio. Lo anterior nos exige alejarnos de un análisis tradicional de sectores y reclama la búsqueda de un enfoque cuya propuesta metodológica nos acerque a una comprensión holística en la medida de lo posible; un enfoque que permita dilucidar la dinámica de las interacciones entre actores heterogéneos, los vectores y las trayectorias de creación, desarrollo y aplicación del conocimiento y el influjo de las reglas institucionales bien sea para incentivar o inhibir las actividades innovadoras.

La cuestión se complica más cuando investigamos sobre la innovación en biotecnología aplicada a la salud humana. Aunque una parte de lo que podríamos llamar el “sistemas de salud” de un país está inmersa en la dinámica de los mercados, en los que se venden y compran productos

* Agradecemos el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) a través del proyecto “Marco analítico y metodológico para estimar distancias cognitivas, institucionales, sociales y geográficas en la movilización del conocimiento basado en investigación”, fundado por el Fondo de Ciencia Básica” (A1-S-22942).

(fármacos, dispositivos médicos) y servicios (atención hospitalaria), una segunda parte tiene que ver con la producción de conocimiento acorde a los cambios en los tratamientos terapéuticos, vacunas y medicamentos para enfermedades nuevas (por ejemplo, el SARS-CoV-2), etc. Finalmente, una tercera parte del sistema tiene que ver con la regulación gubernamental sobre salubridad, cobertura de la población y expectativa ciudadana, aprobación de fármacos y tratamientos, dinámica de las enfermedades, etc.

La complejidad de la biotecnología y del sistema de salud nos exige buscar un enfoque metodológico cuyas herramientas permitan analizar los microniveles, mesoniveles y macroniveles en los que interactúan los actores relevantes, caracterizar esas interacciones, las pautas que regulan sus comportamientos en los distintos niveles de agregación, así como los vectores que determinan la evolución del conjunto y aquellos que conducen a procesos de transición. En este sentido, proponemos retomar el enfoque de los sistemas sociotécnicos (SST) cuya propuesta metodológica es multinivel y multiactor, y además ayuda a explicar la forma en que una innovación puede o no ser difundida en el interior del sistema y trascender hasta llegar a modificar la dinámica de este.

Seguido a esta introducción, presentamos un apartado que resume las principales definiciones y niveles de análisis del enfoque SST, para dar paso al ejercicio metodológico con el que operacionalizamos sus conceptos y categorías a partir del caso de biotecnología aplicada a la salud humana en México. Al final presentamos unas breves conclusiones.

El sistema sociotécnico

Dentro de los autores que han abordado y desarrollado el concepto de sistema sociotécnico, retomamos a Geels (2004) y Geels y Schot (2007) porque su propuesta permite estudiar la coevolución de la tecnología y diversas relaciones económicas y sociales como un proceso dinámico, que además está inmerso y afectado por el contexto general en el que se encuentran.

Los autores proponen que el análisis de los SST debe centrarse en las acciones que involucran producción, difusión y uso de tecnología bajo un marco institucional que regula y coordina las relaciones entre los factores. El sistema se divide en tres dimensiones con la finalidad de entender la dinámica de trayectorias tecnológicas a través de las reglas que se establecen en distintos niveles de agregación. Las dimensiones propuestas van desde el micronivel en el que tenemos el régimen de nicho;

el mesonivel en el que encontramos el régimen sociotécnico y el macro-nivel que define el régimen del paisaje o contexto general que comprende características agregadas, como por ejemplo un país.

Régimen sociotécnico

El régimen sociotécnico representa la dimensión más estable del sistema que determina la relación entre tecnología y sociedad. Este concepto se apoya en el planteamiento del régimen tecnológico de Nelson y Winter (1982), en el que existen rutinas compartidas en una comunidad tecnológica. Estas generan patrones de respuesta a la solución de problemas y necesidades sociales, que en conjunto producen lo que se denomina trayectoria tecnológica.

Al régimen sociotécnico se le asocian también los conceptos de *path dependence* y *lock-in*, puesto que las rutinas productivas y cognitivas involucran un camino recorrido en cual se generan capacidades orientadas al régimen. Ello puede impedir la acumulación de otras capacidades que son potencialmente ventajosas ante situaciones novedosas en el futuro.

Dentro del régimen sociotécnico a su vez se encuentran diferentes grupos sociales autónomos, pero interdependientes entre ellos. Esta interrelación está coordinada por reglas que proveen estabilidad al conjunto y guían las acciones de los actores dentro del régimen. Entonces el régimen sociotécnico se entiende como un espacio de rutinas cognitivas y reglas compartidas por diferentes grupos sociales dentro de una comunidad referida a una tecnología. Asimismo, el régimen sociotécnico se encuentra relacionado los regímenes tecnológico, político, sociocultural y con los usuarios y el mercado.

Régimen tecnológico

Está definido como el conjunto de reglas incrustadas en un complejo de prácticas de ingeniería, tecnologías de procesos de producción, características del producto, habilidades, procedimientos, formas de manejar artefactos, formas de definir problemas; todos ellos integrados en instituciones e infraestructuras (Geels, 2004). En el régimen tecnológico se generen trayectorias resultantes de una acumulación de pasos en direcciones particulares dependientes de la ruta recorrida.

Régimen político

Brevemente apuntaremos que se trata de la relación del Estado con la sociedad, la ciencia y la tecnología, a través de instrumentos selectivos de política pública que coadyuven a la solución de problemas sistémicos dentro del mercado y la competencia entre las empresas. Asimismo, las políticas gubernamentales deben procurar la creación de condiciones y oportunidades para que surja la innovación como apuntan Chaminade y Edquist (2010).

Régimen sociocultural

En esta dimensión del régimen sociotécnico importa entender cómo es que los valores determinan la relación de la sociedad con la tecnología. Lundvall (1988) estudia la relación entre usuario y tecnología partiendo del supuesto de que las innovaciones son colisiones entre oportunidad tecnológica y necesidades de los usuarios. Para determinar esto último intervienen distintos factores socioculturales como los códigos de conducta, o aspectos como la confianza o la responsabilidad.

Usuario y mercado

Es relevante entender la naturaleza del mercado como un espacio social y no únicamente como un espacio de intercambio entre oferentes y demandantes. La sociología económica plantea que los intercambios están fuertemente influenciados por las relaciones sociales de los agentes, que facilitan, cambian o restringen las interacciones económicas como puede ser una amistad de largo plazo (Smelser y Swerberg, 1994). Asimismo, hay factores socioculturales que afectan las elecciones de los compradores como las tradiciones, la moda, incluso la filiación a determinados grupos de la sociedad y sus respectivas creencias.

El régimen de nicho

El nicho tecnológico se refiere al espacio donde surgen innovaciones. Es donde los actores (empresas o centros de investigación) se encuentran

en un proceso de aprendizaje para desarrollar tecnologías. Por lo tanto, en el nicho encontramos capacidades tecnológicas incipientes o en desarrollo que pueden o no llegar a difundirse en el SST. Si el desarrollo del nicho resulta exitoso y alcanza madurez, podrá convertirse en un actor más del sistema. Este éxito produce tensiones entre los actores y las reglas vigentes del régimen sociotécnico, lo que provoca alteraciones en la trayectoria tecnológica.

Las invenciones aparecen en nichos alejados de los mercados principales debido a su poca madurez. El desarrollo tecnológico de dicha invención puede conducir a un proceso de adaptación en una dirección nueva y divergente de acuerdo con los mecanismos de selección. La nueva tecnología también podría difundirse a otros nichos de mercado, lo que eventualmente conduciría al desarrollo de un nuevo régimen sociotécnico. Este régimen puede comenzar a competir con el régimen original al invadir sus mercados principales (Levinthal, 1998).

La difusión de las innovaciones surgidas de nichos conduce a nuevas prácticas y formas de resolver problemas dentro del sistema, asociadas a procesos o productos novedosos cuyo efecto sobre las rutinas dominantes podrá ser irrelevante o, al contrario, tener un impacto mayor de suerte que muchas reglas y rutinas dominantes desaparezcan y surjan otras nuevas.

Paisaje sociotécnico

El paisaje sociotécnico forma un ambiente exógeno al nicho y los actores del régimen sociotécnico. Conforman las dinámicas de la macroeconomía, el marco político y las leyes vigentes, y otros elementos relacionados a la cultura, las instituciones y la sociedad en general (Geels y Schot, 2007). En este nivel del sistema los cambios ocurren lentamente por lo que se lo considera un espacio más bien estático y con influencia sobre el comportamiento de los actores del SST.

Instituciones

Las instituciones son indispensables para el entendimiento de los sistemas sociotécnicos. En el sentido de North (1990), son consideradas como las reglas de juego que dan forma a las interacciones entre los individuos

en distintos ámbitos (político, social o económico). En el análisis socio-técnico las reglas proveen estabilidad a través de moldear las percepciones y acciones entre agentes, quienes a su vez perpetúan dichas reglas.

Las instituciones son construcciones sociales con historia, y a través del tiempo se vuelven interdependientes conformando un sistema de reglas. Podemos decir que las instituciones forman el marco general de interacción entre la sociedad y la tecnología y en este sentido no podría haber progreso tecnológico si el sistema de reglas institucionales lo impide.

Aunque el sistema de reglas institucionales proporciona estabilidad al SST, es posible que ocurran cambios de diferente magnitud como resultado de innovaciones. Hay dos criterios para comprender cómo se puede transitar de un sistema a otro:

- El ritmo de las interacciones: diferentes ritmos de interacciones en las dimensiones (paisaje, régimen y nicho) del sistema pueden arrojar distintos resultados conformando múltiples combinaciones de acuerdo con la velocidad e intensidad de las interacciones.
- La naturaleza de las interacciones: hay unas que tienen efecto de refuerzo en las relaciones del régimen y otras que van provocando cambios, a veces disruptivos.

De acuerdo con diferentes combinaciones de estos dos criterios se pueden entender cinco diferentes vías de transición:

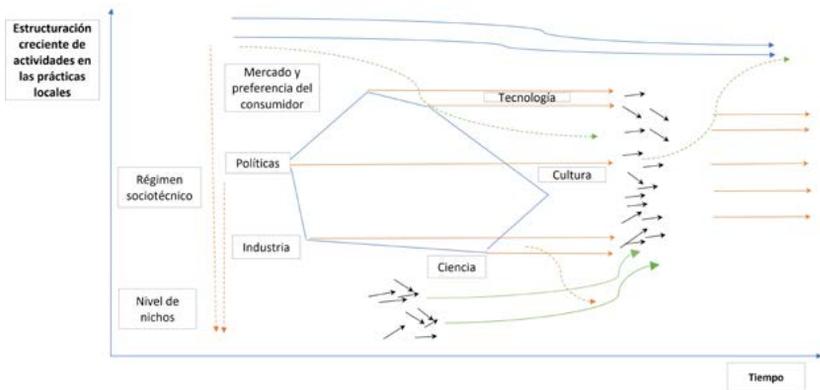
1. Procesos de reproducción: si no hay presión externa del paisaje, el régimen puede mantenerse dinámicamente estable y se reproduce a sí mismo como sucede en el régimen tecnológico. Las innovaciones de nicho tendrán poca oportunidad de adentrarse en el régimen en este escenario.
2. Camino de transformación: si existe una presión moderada de cambio en el paisaje, pero los nichos no están lo suficientemente desarrollados, los actores del régimen pueden actuar para redirigir su comportamiento hacia donde se requiere sin dar oportunidad a un cambio de trayectoria que los deje fuera de la competencia.
3. Desalineación o realineación: si el cambio del panorama es divergente, largo y repentino, los problemas del régimen pueden provocar que caiga la confianza de los actores y que conlleve a una

desalineación del régimen. Si el nicho no está suficientemente desarrollado, no habrá un claro sustituto y, por ende, se generará un espacio para múltiples innovaciones de nicho que entrarán en competencia por la dominación del mercado.

4. Sustitución tecnológica: si hay mucha presión de cambio en el paisaje sociotécnico, se abre una ventana de oportunidad. Si esto ocurre en un momento en que el nicho está suficientemente desarrollado, tendrá la capacidad de relevar al régimen existente.
5. Reconfiguración de la trayectoria: en este caso, innovaciones radicales se adoptan en el régimen para solucionar problemas locales y posteriormente se van agregando a la estructura básica del régimen. Las adaptaciones pueden llevar a explorar nuevas combinaciones entre elementos nuevos y viejos que conllevan a cambios en el régimen considerados como una reconfiguración.

La figura 1 muestra cómo se puede configurar gráficamente el sistema con la interacción de los tres niveles de agregación antes descritos. En ella se encuentran los niveles del paisaje, el régimen y el nicho, los posibles actores y la forma en que coexisten.

Figura 1. Sistema de interacción de los tres niveles de agregación



Fuente: Geels (2004)

La biotecnología para la salud desde el enfoque sociotécnico

En este apartado presentamos el ejercicio de aplicación del enfoque de SST a la biotecnología para la salud en México (en adelante Biotec-Salud). Nos basamos principalmente en información documental extraída de páginas web, documentos y reportes oficiales de diversas instituciones. Advertimos al lector que la información mostrada no es exhaustiva debido a las limitaciones de espacio en este artículo.

Como se planteó anteriormente, existen tres niveles de agregación inherentes al análisis con enfoque sociotécnico: el nicho, en el que las innovaciones toman lugar; el régimen sociotécnico, en el que las prácticas e instituciones se estabilizan y reproducen apoyando la prevalencia de los sistemas y el paisaje, que se refiere a las condiciones del contexto general que inciden en los otros dos niveles. También planteamos que la importancia metodológica de este enfoque radica en la comprensión de las posibles transiciones de un régimen a otro bajo el vector de la innovación, así como de los procesos socioinstitucionales que las acompañan.

Llamaremos al campo de la salud a un vasto, complejo y dinámico entramado de interacciones entre actores heterogéneos, con comportamientos y lógicas de acción heterogéneas. La salud comprende varias actividades productivas como los fármacos y los insumos para pruebas clínicas, así como actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico para fármacos, dispositivos médicos, terapias, entre otros. En la salud confluyen proveedores de distinto tipo y tamaño, así como usuarios de los productos y servicios. Los oferentes de servicios pueden ser empresas privadas o públicas. Rojas y Natera (2019) apuntan que existe una brecha entre la generación de conocimiento en salud y su aplicación en beneficio de la sociedad, una variable que vuelve más complejo el análisis.

A continuación, iremos especificando los niveles de análisis aplicados al caso que nos interesa, aportando los elementos empíricos derivados de la información documental y estadística disponible.

El paisaje sociotécnico

Este nivel comprende aspectos materiales, de infraestructura de salud y demografía, y las actividades de investigación y desarrollo responden a las necesidades que de ahí se desprenden. También comprende agentes externos como diversos organismos internacionales que influyen

mediante convenios relacionados con la salud. Podemos agregar diversos mecanismos institucionales que regulan y coordinan el comportamiento y la interacción entre instancias de gobierno, y/o la relación de este con los actores privados. A continuación, desagregamos las dimensiones correspondientes al contexto.

Salud y demografía

La demografía muestra la estructura y dinámica poblacional, y a través de sus características se pueden identificar factores de riesgo o problemáticas estructurales y emergentes en la salud.

México muestra una tendencia al envejecimiento poblacional puesto que el grupo que más ha crecido en las últimas décadas es el de los adultos mayores de 65 años. Asimismo, la esperanza de vida al nacer ha mostrado un crecimiento debido a la reducción de mortalidad infantil y al control de enfermedades transmisibles.

En el panorama general de salud encontramos que las enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes, enfermedades cardíacas y cerebrovasculares, el cáncer y la cirrosis son las principales causas de muerte por enfermedad en personas mayores de 40 años. Esto se asocia a los cambios en el estilo de vida en las últimas décadas con hábitos alimenticios y sedentarismo que afectan la salud (Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, 2015).

El fenómeno de envejecimiento de la población trae consigo un reto para el sistema de salud debido a que las enfermedades que más influyen en la mortalidad actualmente suelen desarrollarse en la etapa adulta de las personas. Lo anterior incrementa los costos que representa la atención a dicha población. Esta problemática general más algunas otras, como la dinámica de las enfermedades infecciosas, estacionales o huérfanas, inciden en la búsqueda de soluciones entre las que podemos encontrar el desarrollo tecnológico y la investigación científica en diversos campos disciplinarios asociados a la salud, no solo en las llamadas ciencias de la salud, sino también en las ingenierías, la óptica, la computación y la telemática, la sociología, entre otras. La biotecnología aplicada a la salud ofrece en particular conocimientos que pueden ser aplicados a la producción de medicamentos y/o de tratamientos terapéuticos.

Infraestructura

La infraestructura ofrece la plataforma sobre la cual se desarrollan las actividades productivas, científicas y tecnológicas. En el caso de México existen datos sobre infraestructura en tecnologías de la información, disponibles en la página de la Secretaría de Economía o del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). También podemos encontrar información estadística en publicaciones del Banco Mundial o la Organización Mundial de la Salud.

Por otro lado, el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Economía (2018) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2018) reconocen la importancia del desarrollo de la infraestructura para la competitividad del país, al mismo tiempo que se asumen como actores fundamentales para impulsarla. Entre 2003 y 2018, el CONACYT administró varios programas de financiamiento que permitieron la creación y/o el fortalecimiento de infraestructura para la investigación científica y el desarrollo tecnológico en universidades y centros públicos de investigación de todo el país incluyendo aquellos enfocados al campo de la salud. Destaca un programa dedicado a la adquisición de equipo para la investigación científica y tecnológica (Fortalecimiento de la Infraestructura Científica y Tecnológica) en universidades y centros públicos de investigación

La infraestructura comprende equipos de distintas características, dispositivos de logística, la construcción de inmuebles, hasta los llamados parques científico-tecnológicos y de innovación en los que convergen y colaboran varios centros de investigación y sedes de universidades, así como algunas empresas. Algunos están enfocados en temáticas específicas mientras que otros agrupan instituciones con diversas vocaciones temáticas. Actualmente, el país cuenta con diecisiete parques científicos y tecnológicos ubicados en diversos estados.

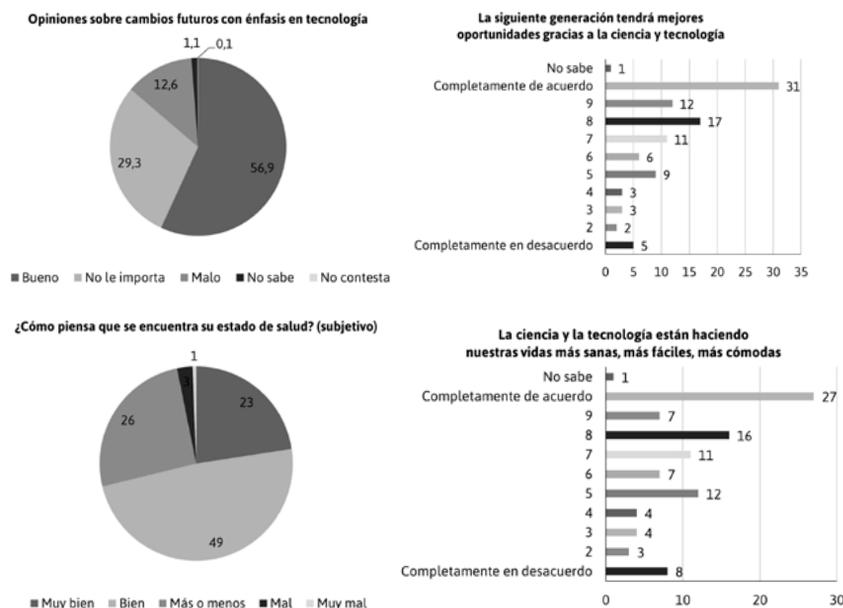
Valores socioculturales

El imaginario de la población y su percepción sobre distintos aspectos como el bienestar, el deporte y la cultura coadyuvan a forjar los patrones de vida que inciden en la actividad laboral, la alimentación, el esparcimiento, así como la salud. Los datos sobre valores y percepciones socioculturales son importantes para mostrar una perspectiva social sobre

el impacto de la ciencia y la tecnología en la calidad de vida, incluida la biotecnología. Estos aspectos pueden influir directa o indirectamente en las trayectorias tecnológicas, así como en los programas y proyectos de investigación científica en materia de salud.

Para efectos de la investigación documental, podemos utilizar el portal del World Values Survey¹ sobre algunos indicadores de los valores socioculturales, como lo son las percepciones sobre la política, la salud, el papel de la tecnología en los cambios futuros, el impacto de la ciencia y la tecnología en la mejora de la salud. Las siguientes gráficas muestran los datos disponibles sobre la percepción de la tecnología.

Gráficos 1. Valores socioculturales sobre la tecnología en México



Fuente: World Values Survey (2020)

A pesar de la falta de información específica sobre percepciones del impacto y el uso de la biotecnología para mejorar la calidad de vida, en la primera parte de estas encuestas se entiende que, de forma general, se

1 Encuestas del año 2018, con muestreo de 1739 personas (World Values Survey, 2020).

crea que los efectos de la tecnología y la ciencia en la calidad de vida humana son positivos hacia el futuro. En la parte en la que se incorporan aspectos de la salud, los encuestados opinaron que la ciencia y tecnología procuran una vida más sana. Sin embargo, no existe una encuesta nacional que dé cuenta de la percepción ciudadana sobre la eficiencia, calidad y satisfacción de los distintos servicios públicos en materia de salud.

Organismos internacionales relacionados con la salud y la biotecnología

Como integrante de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), México es signatario de convenios que definen responsabilidades y compromisos en distintos ámbitos, como aspectos relacionados con la preservación de la vida humana y la naturaleza. A continuación, resumimos lo que nuestra exploración arrojó en materia de salud y biotecnología.

- Organización Mundial de Comercio (OMC). La OMC establece bases para los intercambios comerciales y su principal objetivo es la liberalización de los mercados y la eliminación de barreras para el comercio. En 1994 México firmó el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio. Ello implicó adhesión al Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias y al Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual (ADPIC). Estos acuerdos se integraron a la legislación nacional y varios protocolos y normas se aplican en función de lo que estipula esta organización.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). México se hace miembro del organismo en 1994 y con ello acepta las obligaciones derivadas de las Actas de la organización. Entre otras cosas, la OCDE trabaja por la elaboración de soluciones para las infraestructuras de ciencia y tecnología, las incidencias de los derechos de propiedad intelectual y los regímenes de licencia o la atención prestada a la salud humana y a la seguridad del medio ambiente. El organismo realiza estudios sobre distintas problemáticas y recomienda acciones de política pública a los países miembros; publica reportes anuales sobre indicadores de Ciencia y Tecnología de los países miembros, indicadores de salud,

educación, bienestar, así como informes sobre temas específicos como los esfuerzos de los gobiernos en la promoción de la ciencia y la tecnología. En el tema de salud, la OCDE publicó un estudio sobre los sistemas de salud en México en 2016 y un análisis comparativo sobre la salud en América Latina más recientemente (OCDE, 2020). Para el caso de la biotecnología podemos citar un estudio que analiza la rápida evolución que ha tenido esta disciplina en diversos países, las aplicaciones en la industria, el desarrollo de tecnologías como el biocombustible, los bioquímicos y los bioplásticos, las políticas públicas, entre otros aspectos (OCDE, 2011).

- Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta organización no interfiere directamente en la regulación nacional, pero aporta a las bases de datos mundiales y ofrece ayuda a los gobiernos, la sociedad civil, la industria y los consumidores para contar con información sobre peligros emergentes para la salud específicamente asociados al uso de productos biotecnológicos.

Acuerdos internacionales sobre propiedad intelectual relacionados con la biotecnología

Los bioproductos y bioprocesos que se generan con la actividad biotecnológica entran dentro de las creaciones que otorgan propiedad intelectual en el convenio que establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y con ello se le otorga completo control a su titular (que pueden ser personas o empresas), ningún agente puede hacer uso de estos sin su consentimiento. En un marco de comercio internacional, se protegen las inversiones en investigación científica y desarrollos tecnológicos y se establece como marco regulatorio el Acuerdo sobre los Aspectos de Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC), en los que se determinan los esquemas internacionales y nacionales de protección intelectual.

Relacionado con la biotecnología, en el ADPIC resalta la protección mediante patentes. Sin embargo, los genes humanos o las cosas que ya existen en la naturaleza quedan fuera de este derecho, pero se pueden patentar los bioprocesos o bioproductos que se crean a partir de ellos. Otros factores relacionados con esta actividad que no se pueden patentar son los métodos de tratamiento médico para seres humanos o

animales, tampoco pueden patentarse los métodos de diagnóstico, pero los productos utilizados para el tratamiento o el diagnóstico sí pueden ser patentados.

La novedad más grande relacionada con la biotecnología en salud se presentó recientemente en las negociaciones del T-MEC, pues se decidió eliminar la exclusividad de los datos clínicos para las biotecnológicas, que extendía el plazo de control de la patente por diez años más los veinte ya establecidos. Este hecho se considera como un golpe a las grandes empresas farmacéuticas. Como efectos de esa medida tenemos un desincentivo a la inversión en I+D porque perjudica la apropiación de los beneficios que de ella se obtienen por parte de los inventores; en contraparte hay un beneficio para la sociedad porque se reduce el tiempo de acceso a medicamentos y tratamientos de origen biotecnológico (Cruz Martínez, 2019; Usla y Rodríguez, 2019).

Mecanismos institucionales

Aquí tenemos normas y leyes que establecen el marco general de las actividades económicas y políticas de los distintos actores de la sociedad. México tiene distintas leyes y reglamentaciones referentes a la salud que van desde artículos específicos en la Constitución Federal que otorga el derecho a la salud, hasta leyes y normas secundarias que rigen aspectos de ética y salubridad.

En este nivel también encontramos las leyes sobre salarios y empleo, las disposiciones legales en materia fiscal y transparencia del gasto público, compras de gobierno, importación de insumos, propiedad intelectual y transferencia tecnológica, etc. Todas ellas establecen el marco de acción de las distintas actividades productivas y de servicio en el país.

Asimismo, tenemos los dispositivos gubernamentales de coordinación interinstitucional, así como los trámites que las personas realizan ante los organismos públicos, ya sea de manera presencial o a través del e-gobierno. Ambos aspectos tienen efectos sobre la relación entre el gobierno y la ciudadanía, sobre todo en materia de gasto y eficiencia de los servicios. Un ejemplo es la modalidad de atención a través de la “ventanilla única” por internet que existe en cada dependencia del gobierno federal. La ventanilla sirve para solicitar información, realizar una secuencia de trámites, emitir quejas, pagos, etc. Bajo esta modalidad también se realizan citas médicas ante las diversas instituciones públicas de salud.

Dinámica del contexto e influencia sobre el sistema sociotécnico

Las dimensiones y variables que hemos incluido en los párrafos anteriores respecto al contexto general, sin ser exhaustivas, dan cuenta del estado de las cosas. De acuerdo con nuestro enfoque, algunas variables pueden evolucionar ante eventos inesperados y provocar presiones sobre el SST. Cambios en la normatividad internacional sobre propiedad intelectual; la aparición de nuevas enfermedades que provocan epidemias, o bien descubrimientos científicos que cuestionan los paradigmas vigentes en biología o genética, son ejemplos de factores exógenos que pueden alterar de manera repentina las características y la dinámica del contexto.

Asimismo, el contexto puede mostrar carencias o signos de agotamiento ante las necesidades que presenta el propio SST. Como ejemplo citemos la falta de recursos financieros para la investigación científica y tecnológica en salud, la obsolescencia en los equipos de los hospitales públicos, o incluso la insuficiente conectividad digital en determinadas zonas del país que hace difícil el acceso a servicios por internet.

Estas variaciones exógenas y endógenas pueden ejercer presión sobre el SST, creando zonas de incertidumbre, así como ventanas de oportunidad para transitar hacia un cambio, dando paso a la aceptación y/o difusión de innovaciones originadas en el nivel de los nichos.

Régimen sociotécnico

Esta dimensión representa la estructura estable del sistema sociotécnico, en el que se encuentra el entramado de reglas que se reproducen alrededor de la actividad científica y tecnológica. Aquí se encuentran distintos bloques que interactúan entre sí dando lugar a regímenes más específicos.

Régimen tecnológico

Esta dimensión comprende el conocimiento y capacidades científicas y tecnológicas en biotecnología aplicada en salud en el país, la cual se puede explorar en portales de internet de la Secretaría de Economía y el CONACYT, así como de reportes y artículos académicos. Las variables relevantes a analizar son:

- El empleo en el campo de la salud y el personal altamente calificado
- Programas de formación en universidades, matrícula y egresados de licenciatura y posgrados
- Producción científica en áreas afines a Biotec-Salud
- Proyectos de I+D e investigación científica en Biotec-Salud
- Mecanismos de financiamiento al desarrollo de la Biotec-Salud

Régimen político

En este bloque se identifican acciones de política pública que permiten el desarrollo y consolidación del campo científico y tecnológico en Biotec-Salud. Para ello se analizan los resultados de programas que el CONACYT ha puesto en marcha para apoyar distintos aspectos como:

- Becas de posgrado
- Sistema Nacional de Investigadores
- Fortalecimiento de las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación
- Fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica
- Proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación
- Apoyos a la difusión del conocimiento
- Innovación tecnológica en las empresas
- Indicadores sobre el avance de la CTI en Biotec-Salud

Régimen sociocultural

En este bloque interesa analizar las percepciones sociales relacionadas con el uso de la biotecnología y su implementación en el sector de la salud. En este sentido, es relevante entender la controversia que existe en torno al uso de la ingeniería genética, los argumentos de las partes en conflicto y los efectos que tienen sobre el avance o estancamiento de las trayectorias científica y tecnológica de la Biotec-Salud.

Actores

De acuerdo con ProMéxico (2017), la Biotec-Salud funciona con la participación de distintos tipos de actores. El sector científico desarrolla y produce conocimiento mediante actividades de investigación básica y aplicada. También hay empresas que se dedican a aplicar el conocimiento disponible para producir tecnologías (péptidos, enzimas, anticuerpos, fármacos, bioprocesos, entre otros), que se transfieren a farmacéuticas, y empresas que producen métodos de diagnóstico y dispositivos médicos. Para comercializar los productos existen dos vías diferentes: mediante minoristas, como las farmacias, o por medio de prestadores de servicios de salud como médicos, hospitales y laboratorios que atienden a consumidores finales. Sin embargo, no es posible contar con el dato preciso de cuántas empresas o cuántos científicos dedican sus actividades a Biotec-Salud.

Regulación

Debemos mencionar que en todo el aparato legislativo no existen leyes dedicadas a la promoción de la biotecnología, pero se pueden ubicar leyes y programas que impactan directa e indirectamente en la evolución de la actividad. Nos referimos a leyes que promocionan investigación, comercio, propiedad intelectual, bioseguridad y leyes del marco administrativo que influyen en el desarrollo de actividades tecnológicas, incluida la biotecnología.

En cuanto a la investigación, se señalan las disposiciones para el desarrollo de instrumentos de política pública, particularmente para regular el acceso a los recursos genéticos empleados como insumos en la investigación, y para fomentar la biotecnología. En comercio y propiedad intelectual se establece lo referente a patentes y a derechos de obtentor para regular las transacciones de productos y procesos biotecnológicos. En el apartado de bioseguridad se incluye la protección a la salud humana, a la sanidad animal y vegetal y a la diversidad biológica (López, 2009). Por falta de espacio no podemos detallar aquí las especificaciones legales que conforman el marco regulatorio para el desarrollo de la Biotec-Salud, de suerte que solo enunciaremos algunos ejemplos.²

² Un análisis detallado en relación con las leyes vigentes es ofrecido por Jiménez (2020).

- **Ley de Ciencia y Tecnología.** Sirve para regular la forma en que el Gobierno Federal impulsa, fortalece y desarrolla la investigación científica y tecnológica en el país. En ella se establecen las formas de coordinar las acciones entre dependencias y entidades públicas y otras instituciones involucradas en el desarrollo científico y tecnológico. De esta ley se desprende el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, que plasma las acciones para impulsar la actividad científica y tecnológica. Finalmente, derivado del Programa, se diseñan los instrumentos específicos de promoción y financiamiento de las actividades de CTI en distintos campos y disciplinas entre los que tenemos las becas para estudios de posgrado, los subsidios para mejorar el equipamiento de investigación, los apoyos a la investigación científica básica y aplicada, etc.
- **Ley de Institutos Nacionales de Salud.** Una parte de esta ley busca promover la biotecnología en los institutos nacionales de salud (INS) y en ella se regula su organización y funcionamiento, así como la investigación, enseñanza y prestación de servicios que se desarrolle. En esta ley se agrega el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) dedicado a regular, promover y practicar la investigación y aplicación del acervo de conocimientos sobre genoma humano en beneficio de la salud humana del país. El INMEGEN realiza estudios e investigaciones clínicas, epidemiológicas, experimentales, de desarrollo tecnológico para la comprensión, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades.
- **Ley General de Salud.** Esta Ley otorga a la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) el análisis y evaluación de los riesgos en la salud de creaciones relacionadas con biotecnología, además de proponer políticas para la protección contra riesgos sanitarios y de su instrumentación en cualquier materia que tenga que ver con los productos relacionados con salud humana. También establece los requisitos y pruebas para otorgar los registros sanitarios de calidad, seguridad y eficacia de cualquier bioproceso o bioproducto.

Políticas públicas para la investigación biotecnológica

El fomento a la investigación biotecnológica es considerado un tema fundamental dentro del Programa Especial de CTI (PECiTI) del CONACYT, como estrategia para atender las amenazas a la salud humana y animal, la biodiversidad, la disponibilidad de alimentos y recursos energéticos, y de cambio climático. Dentro del capítulo 3 del programa se establecen los objetivos, líneas de acción y estrategias a seguir. El siguiente cuadro resume algunas de las estrategias relacionadas con biotecnología y salud.

Cuadro 1. Disposiciones sobre biotecnología en el PECiTI, 2014-2018

| Estrategia | Líneas de acción |
|--|---|
| Fortalecer la investigación en bioseguridad de los desarrollos biotecnológicos, que sustente científicamente la toma de decisiones en la materia | Fomentar la investigación para establecer científicamente la adopción de medidas de bioseguridad |
| | Apoyar investigaciones sobre posibles efectos de organismos genéticamente modificados en medio ambiente, diversidad biológica, salud humana, sanidad animal, vegetal y acuícola |
| | Generar conocimiento sobre los efectos socioeconómicos del uso de OGM |
| Fomentar aplicaciones innovadoras orientadas hacia la atención de las necesidades del país | Promover aplicaciones biotecnológicas innovadoras para la atención de problemas sanitarios emergentes humanos, animales y vegetales* |
| | Promover desarrollos biotecnológicos que contribuyan a la producción de alimentos de calidad y con valor agregado |
| | Promover desarrollos biotecnológicos que beneficien al medio rural y al sector productivo de manera sustentable |
| | Desarrollar aplicaciones biotecnológicas para la conservación del medio ambiente y el aprovechamiento de la biodiversidad |
| Promover la comunicación, difusión y apropiación social del conocimiento en bioseguridad y biotecnología | Fomentar la comunicación continua de información en bioseguridad y biotecnología hacia la sociedad |
| | Impulsar programas y acciones para el fortalecimiento de la cultura en bioseguridad y biotecnología |

Fuente: CONACYT (2014)

* Se emitió una convocatoria (2016) y se aprobaron tres proyectos aún en proceso sobre temas de salud

A pesar de que en el PECiTI se presenta claramente el desarrollo de la biotecnología como un factor clave para el crecimiento nacional, su aplicación a la salud ocupa un lugar menor dentro de los objetivos y acciones para alcanzarlos.

Las Agendas Estatales y Regionales de Innovación representan un instrumento de diagnóstico y planeación de política de CTI a nivel regional. Su objetivo es impulsar los sectores productivos mediante proyectos de CTI a partir de las ventajas competitivas de cada Estado del país. Una exploración de las Agendas, nos permitió identificar proyectos de Biotec-Salud que presentamos en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Proyectos asociados a Biotec-Salud en las Agendas Estatales de Innovación

| Estado | Proyecto |
|-----------------|--|
| Baja California | Fortalecimiento de la investigación aplicada en la unidad de anticuerpos terapéuticos y de diagnóstico |
| | Consolidación del laboratorio de bioseguridad nivel III y programa de vigilancia epidemiológica de la frontera |
| | Red Internacional de Bionanotecnología de Baja California para impulsar el desarrollo de innovaciones tecnológicas, pruebas clínicas y preclínicas, prototipos para la industria biomédica |
| Jalisco | Centro de vacunación y producción de biotecnológicos recombinantes para tratar salud humana y animal |
| | Centro de pruebas clínicas y preclínicas para validación de tecnología biomédica |
| | Parque Biotecnológico, enfocado al desarrollo de vacunas recombinantes y terapias génicas |
| | Centro de Ingeniería Biomédica para incubación de negocios en ingeniería biomédica |
| | Laboratorios de investigación biofarmacéutica para combatir enfermedades infecciosas y crónicas degenerativas |
| Morelos | Establecimiento e impulso a consorcios de investigación del sector farmacéutico y biofarmacéutico |
| | Planta certificada de escalamiento de procesos biotecnológicos de fármacos bajo las normas requeridas |
| | Certificación y acreditación de Bioterio y del Laboratorio de Análisis Molecular y Medicamentos Biotecnológicos (LAMMB) |
| | Estudio de necesidades en la cadena de valor de la industria de la salud y la biotecnología para mejorar su competitividad |
| Nuevo León | Centro de diseño, incubación y pruebas de dispositivos médicos para apoyar a las empresas |
| | Desarrollo de una pastilla para reducir niveles de colesterol en la sangre |

Fuente: elaboración propia sobre la base de las Agendas Estatales de Innovación

Capacidades científicas de biotecnología en salud

El CONACYT publica información sobre centros públicos de investigación, institutos, universidades y proyectos financiados. Es importante mencionar que revisamos los sitios web de cada uno de los laboratorios e institutos relacionados con la investigación en biotecnología. En algunos casos hubo necesidad de indagar en ligas de investigadores y cruzar información con otras fuentes (por ejemplo, portales de difusión académica como LinkedIn, Research Gate, etc.). Por falta de espacio solo presentamos algunos ejemplos que resultaron de nuestra investigación.

- Centros de Investigación CONACYT. Existen veintiséis centros de investigación del sistema CONACYT³ con distintas líneas de investigación, pero ocho de ellos alojan estudios de biotecnología. Sin embargo, únicamente tres de ellos practican aplicaciones en salud.
- El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. (CIATEJ)⁴ tiene una línea de investigación sobre biotecnología en general con algunos aspectos asociados a la salud como son: biología molecular, fermentación y microbiología industrial. Obtención y aplicación de productos naturales y desarrollo de vacunas basados en biotecnología. El Centro tiene una maestría y doctorado en innovación biotecnológica general.
- El colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)⁵ dedica un departamento en su totalidad a la investigación en salud, aunque no fue posible indagar si hay relación con la biotecnología.
- El Instituto Potosino de Investigación Científica (IPICYT)⁶ en San Luis Potosí tiene una línea de investigación en biología molecular que se divide en las siguientes áreas: agrobiología molecular, biomedicina molecular, biotecnología moderna. Además, desde 2002 cuenta con programas en maestría y doctorado de Biología Molecular que incluyen investigación en biotecnología para fármacos químicos y un laboratorio de biotecnología médica.

³ Casi todos cuentan con varias subsedes en distintas partes del país.

⁴ www.ciatej.mx.

⁵ www.ecosur.mx.

⁶ www.ipicyt.edu.mx.

Los Laboratorios Nacionales con estudios de biotecnología en salud son unidades de investigación colaborativa creados bajo un programa de CONACYT para el desarrollo científico y la innovación. El directorio de laboratorios nacionales contiene una clasificación dedicada a la investigación en salud, genómica y biotecnología, dentro de la cual se pueden identificar laboratorios que explícitamente utilizan biotecnología aplicada a temas de salud. A continuación, enlistamos unos ejemplos.

- Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental⁷ formado por el IPICYT y el IT-Celaya, en el que se realiza secuenciación de productos de PCR, detección de patógenos de humanos, entre otras actividades.
- Laboratorio Nacional para la Producción y Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos (UNAM e INMEGEN),⁸ dedicado a la producción de pruebas de comparabilidad fisicoquímica de medicamentos biotecnológicos.
- Laboratorio Nacional de Servicios Especializados de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) para Farmoquímicos⁹ (IPN, UNAM y empresa VITAGÉNESIS), en el que se realiza ingeniería, diseño y producción de proteínas para uso humano y veterinario, evaluación fisicoquímica, toxicidad preclínica y clínica de biotecnológicos para uso humano, evaluación de eficacia de nuevos fármacos, medicamentos y dispositivos médicos.
- Laboratorio Nacional de Medicina Personalizada del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco,¹⁰ en el que se realiza investigación sobre desarrollo y evaluación de productos con potencial terapéutico, de vacunas y compuestos inmunomodulares, así como ingeniería biomédica de medicamentos biotecnológicos.

Además, el país cuenta con cuatro institutos que realizan investigación en Biotec-Salud que son:

⁷ <https://ipicyt.edu.mx/Lanbama/lanbama.php>.

⁸ www.lammb.unam.mx.

⁹ <http://lanseidi.com.mx/>.

¹⁰ www.ciatej.mx/servicios-industria/medica-farmaceutica/lamper.

1. Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN)
2. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER)
3. Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica (InDRE)
4. Instituto Nacional de Perinatología (INP)

El país también cuenta con universidades que desarrollan investigación científica y tecnológica, así como posgrados en biotecnología aplicada a la salud. La UNAM por ejemplo tiene un Instituto de Biotecnología con departamentos en ciencias genómicas y en investigaciones biomédicas. El Instituto Politécnico Nacional (IPN) cuenta con el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA) Tlaxcala, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI), el Centro de Biotecnología Genómica (CBG), así como programas de docencia e investigación relacionados con biotecnología y salud en sus distintas sedes en todo el país. Por su parte, existen universidades privadas con posgrados y equipos de investigación en salud y/o biotecnología.

En cuanto al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), como parte de las capacidades de CTI, identificamos el número de investigadores cuya área de especialidad se relaciona con Biotec-Salud. La tarea no es fácil porque no siempre se cuenta con el mismo nivel de desagregación en los datos del padrón del SNI y se pueden mezclar campos como la química, las ciencias agropecuarias, la biología, la medicina, etc. En el padrón vigente al 2020 que suman más de treinta mil investigadores, encontramos cuarenta y cuatro investigadores que tienen actividades de biotecnología aplicada a la salud, distribuidos en distintas entidades federativas. Las cifras no necesariamente revelan la totalidad de científicos y tecnólogos dedicados al campo de Biotec-Salud, pues es posible que otros investigadores estén adscritos a áreas de medicina, química o biología en general aun cuando investiguen en el campo de la biotecnología.

En el sector privado hay cuatro principales aplicaciones productivas de la biotecnología en salud:

1. Tratamientos y vacunas para prevenir y curar enfermedades que comprenden biofarmacéuticos, tratamientos experimentales

como ingeniería celular y tisular, terapias génicas y con células madre, etc.

2. Métodos de diagnóstico
3. Farmacogenómica (medicina personalizada)
4. Producción de dispositivos médicos

De acuerdo con ProMéxico (2017) tenemos tres tipos de empresas en México:

- Grandes empresas integradas (GEI): realizan la mayor parte de las actividades necesarias para desarrollar un producto biotecnológico como I+D, producción, distribución y comercialización.
- Empresas dedicadas a la biotecnología (ECB): buscan desarrollar aplicaciones comercializables de los resultados de I+D realizadas en universidades y hospitales y por lo general carecen de medios para fabricar y distribuir sus productos y servicios. Las ECB son proveedoras de tecnología para las GEI.
- Empresas de investigación y desarrollo en biotecnología.

En aplicación de salud se ha generalizado una concentración de mercado en grandes farmacéuticas (Morales y Villavicencio, 2015). Sin embargo, hay grandes cantidades de recursos de bajo costo (promovidos por subvenciones del gobierno) que permiten la sobrevivencia de empresas completamente biotecnológicas e incluso algunas llegan a vender productos en el mercado final, además de ofrecer servicios o tecnologías intermedias. Específicamente en el sector de la salud, se observa una reducción en la operación de ECB debido a que la productividad de la I+D en la producción de biomedicamentos provoca que los retornos de las inversiones no sean suficientes. Esto implica que se alojen en nichos de mercado con mayor certidumbre y en proyectos de corto plazo.

El rastreo de empresas en México es una tarea complicada puesto que no existe información para saber con exactitud cuántas son y la naturaleza de sus actividades. Sin embargo, ProMéxico (2017) identificó al menos ciento noventa y seis empresas con actividades de biotecnología aplicada a la salud, pero lamentablemente solo dispone de información sobre una tercera parte de ese universo; y eso incluye las filiales y las farmacéuticas

transnacionales. Por otro lado, en un análisis general de los proyectos apoyados por el Programa de Estímulos a la Innovación del CONACYT, entre 2009 y 2018 identificamos veintidós proyectos en el cambio de la biotecnología farmacéutica y veintiuno en biotecnología médica (Villavicencio, 2020). Sin embargo, no fue posible tener acceso a información detallada de cada proyecto y menos de sus resultados.

Para efectos de nuestro ejercicio metodológico, podemos identificar ejemplos de proyectos de I+D de varias empresas que a continuación presentamos:

- Probiomed: investigación y desarrollo tecnológico para la fabricación industrial de un anticuerpo monoclonal desde el gen hasta el medicamento validado preclínicamente.
- IASA: pruebas de potencia y preescalamiento de una vacuna recombinante bivalente contra la enfermedad de Newcastle e influenza aviar.
- Liomont: creación de vacuna contra influenza.
- Innovare R&D: desarrollo farmacéutico de un sistema de liberación prolongada para un péptido inhibidor de fusión (Enfuvirtida T20), como terapia anti-VIH.
- Pharmacos Exakta: solución oftálmica de aplicación tópica constituida por un anticuerpo monoclonal antiangiogénico incorporado a un sistema de liberación nanotecnológico, dirigida al tratamiento de la degeneración macular relacionada a la edad.
- Genyka Diagnóstico: desarrollo de una plataforma diagnóstica para detección cuantitativa de alteraciones genómicas en pacientes con leucemia aguda.
- GBS Global: desarrollo de nuevos productos tópicos biorgánicos para el tratamiento de micosis cutáneas superficiales de humanos por acción de fitomoléculas presentes en extractos vegetales.
- Nanoingredientes Bioactivos: desarrollo de sistemas nanobiotecnológicos para la obtención de antioxidantes de consumo humano, de alta efectividad.

El nicho: biotecnología para la diabetes

En este nivel de agregación se analizan casos nacientes de innovación. De acuerdo con el enfoque de SST, es importante estudiar con qué fuerza se desarrollan, en qué medida maduran y pueden y/o logran transformar las reglas del juego y con ello provocar cambios en el SST.

La biotecnología en el ámbito de la salud ha permitido alcanzar métodos más eficientes y específicos en el diagnóstico y tratamiento de varios padecimientos mediante una mejor comprensión del genotipo humano (Torres-Romero *et al.*, 2019). Una de estas aplicaciones de la biotecnología en salud es para el diagnóstico y tratamiento de diabetes mellitus.¹¹ Enfermedad que ubicamos en las principales causas de muerte en la población mexicana y que presenta retos importantes para el sistema nacional de salud. Por lo cual, la aplicación de biotecnología para ofrecer innovaciones que coadyuven a solucionar esta problemática es clave para el país.

Si bien podemos encontrar numerosos proyectos de investigación y desarrollo relacionados con la diabetes tanto en instituciones académicas como en empresas por medio de las convocatorias de fondos para innovación, ubicar proyectos que involucren biotecnología ha sido una tarea difícil.

Los proyectos

Para la caracterización del nicho retomamos las bases de datos del Fondo Sectorial de Salud y del Programa de Estímulos a la Innovación de CONACYT que nos permitieran identificar académicos con proyectos de investigación y desarrollo en temas de salud, particularmente sobre diabetes mellitus, y sobre la aplicación de biotecnología. Cabe señalar que no fue posible identificar empresas con proyectos de I+D en el mismo sentido.

- a. El Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) cuenta con estudios avanzados en biotecnología médica y farmacéutica, además, realiza estudios en el

11 La diabetes es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce. El efecto de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (aumento del azúcar en la sangre), que con el tiempo daña gravemente muchos órganos y sistemas, especialmente los nervios y los vasos sanguíneos (Organización Mundial de la Salud, 2022).

área de diabetes. En conjunto con la Universidad de Monterrey y la Universidad de Arizona, el CIATEJ trabaja en un método de detección temprana de tuberculosis en pacientes con diabetes tipo II. El proyecto no está directamente dirigido a tratar la diabetes, pero propone mejorar la calidad de vida de las personas que la padecen porque tienen más probabilidades de contraer tuberculosis, además de que la combinación de ambas enfermedades implica complicaciones mayores debido a que la diabetes afecta la reacción del cuerpo ante los antibióticos y ataca el sistema inmune. Lo relevante de esta prueba es que muestra altos niveles de eficiencia y comercialización que facilitaría su uso en consultorios o laboratorios pequeños y que además ofrece un diagnóstico en tiempo y precio considerablemente menores a los que se encuentran hoy día (Flores Valdez y Aceves Sánchez, 2020).

Por otro lado, el CIATEJ tiene un grupo de investigación que estudia medicina regenerativa, en el que se practica el uso de células madre para el tratamiento de órganos y tejidos dañados y que pueda funcionar como tratamiento para enfermedades que hoy no tienen cura. El grupo de investigadores está enfocado en procesos crónico-degenerativos, entre ellos la diabetes (CONACYT, 2020). Aunque esta práctica es aún inmadura en tratamientos para diabetes, el CIATEJ informa que se trabaja en un proyecto financiado por el Fondo Sectorial de Salud que utiliza células madre de los dientes para formular un tratamiento contra la diabetes (Torres Cruz, 2019).

Además de los proyectos anteriores, en el CIATEJ llevan a cabo actividades que relacionan la biotecnología con la diabetes en el área vegetal. Un ejemplo es el desarrollo de pan con fructanos de agave que proporciona beneficios metabólicos para personas con diabetes, y que busca disminuir la velocidad con la que el organismo absorbe la glucosa de los alimentos, por ejemplo, provenientes del almidón del pan (Capilla Vilchis, 2018).

- b. En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) encontramos un grupo de estudiantes de medicina, ciencias genómicas, ingeniería y farmacobiología que construye un dispositivo para tratar la diabetes tipo I llamado Proinsulitron, el cual se encuentra en etapa de pruebas médicas. El dispositivo es de aplicación

subcutánea con dos compartimentos, uno que contiene una bacteria modificada que permite monitorear niveles de glucosa en el cuerpo y otra que suministra insulina, que además tiene la ventaja de personalizarse según las necesidades de cada paciente (Fundación UNAM, 2019).

- c. En el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) encontramos un grupo de estudiantes de Ingeniería en Biotecnología del campus Guadalajara que ha estado estudiando la aplicación de la biotecnología para mejorar la calidad de vida de las personas con diabetes mellitus. El primer desarrollo fue una *biotinta* que, al cambiar de color, mide los niveles de azúcar en la sangre de los pacientes de forma no invasiva y sin dolor, sustituyendo así el pinchazo con la lanceta para pruebas de glucosa. Posteriormente desarrollaron el proyecto de un parche que contiene microagujas para medir los niveles de azúcar en la sangre, sin dolor y de forma no invasiva, y a través de una conexión bluetooth envía el resultado a un teléfono celular. Sin embargo, no fue posible encontrar información relacionada con la comercialización de los resultados de ambos proyectos (Huerta, 2019, 2020).

Caracterización del nicho

Aunque existe una gran oportunidad ante la necesidad de mejorar la calidad de vida de las personas con diabetes, aún son pocos los proyectos que destacan en este ámbito y no existe evidencia de experiencias exitosas de comercialización de sus resultados o de difusión e impacto en el sistema de salud y en los enfermos.

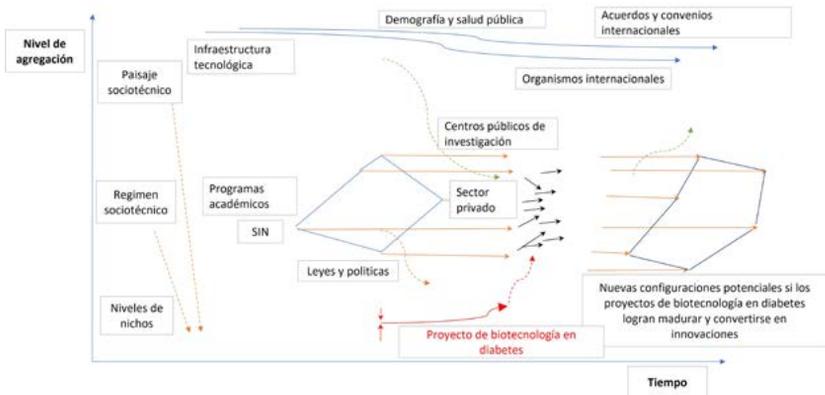
Los proyectos encontrados corresponden a la investigación científica, pero no encontramos información sobre iniciativas de empresas, o de la colaboración academia-industria, que hayan tenido un éxito comercial o que hayan sido aprovechadas por las instituciones públicas del sector salud. Por su parte, las universidades y centros de investigación no disponen de recursos financieros ni de capacidades organizacionales para llevar a cabo el escalamiento y comercialización de los resultados de los proyectos de investigación (Dutrénit y Arza, 2015; Casas, Corona y Suárez, 2017).

Sin embargo, consideramos que ha habido aprendizaje y acumulación de conocimiento en los actores de instituciones académicas. En este sentido, se puede afirmar que existe un pequeño nicho de conocimiento

de frontera, con potencial para trascender en el SST no sin dificultades debido a la dinámica de este. Por ejemplo, el mercado de fármacos, equipo médico y compras de gobierno está dominado por las empresas transnacionales, lo que explica la baja propensión a la inversión por parte de las empresas mexicanas. Asimismo, las necesarias pruebas, trámites y requisitos que establece la COFEPRIS para aprobar novedades en materia de salud, sobre todo en lo concerniente a la biotecnología, se tornan disuasivas para la explotación comercial de novedades porque implican costos y tiempos de espera que no todas las empresas pueden asumir, sobre todo sin son pequeñas (Morales y Villavicencio, 2015).

Ahora, después de haber analizado las tres dimensiones que componen el sistema sociotécnico, puede reproducirse el diagrama para el caso de la biotecnología aplicada a la salud en México. La figura 2 muestra la perspectiva general y los actores que se desenvuelven en cada nivel de agregación. Hemos ejemplificado cómo el nicho identificado se encuentra en una situación emergente, inmaduro y carente de impulso para provocar cambios en el SST: pocos actores con proyectos académicos sin inserción en el sistema de salud todavía.

Figura 2. Sistema sociotécnico de biotecnología aplicada a la salud en México



Fuente: elaboración propia sobre la base de Geels (2004)

Consideraciones finales

En este capítulo hemos querido presentar la utilidad metodológica que tiene el enfoque de sistemas sociotécnicos para identificar y analizar patrones de cambio a partir de innovaciones en campos científico-tecnológicos emergentes como la biotecnología aplicada a un sistema complejo, como es el caso del sistema de salud en México. Dicho sistema cuenta con diversos actores públicos y privados, interactuando en distintos niveles y bajo mecanismos institucionales también diversos que se manifiestan en el nivel del régimen sociotécnico, el del país e incluso en el nivel internacional.

La operacionalización empírica de conceptos y categorías analíticas de acuerdo con la metodología se realizó a través de la exploración de información documental y estadística disponible en diversas fuentes. Es claro que hubo limitantes de información sobre todo en el micronivel del análisis. Esto se debe por un lado a la manera en que la información está clasificada y organizada en las principales fuentes, como las dependencias gubernamentales, las agencias encargadas de indicadores estadísticos o las propias instituciones académicas. Por otro lado, la falta de insumos para analizar las perspectivas de consolidación de un nicho de innovación que nos interesó estudiar, relacionado con la diabetes, se debe a lo novedoso del tema y las recientes incursiones de grupos académicos en la aplicación de la biotecnología con esa orientación, cuyos resultados son todavía poco visibles. En efecto, los proyectos de investigación en temas de salud suelen tener ciclos largos de ejecución, a lo que se suma el dificultoso proceso de transferencia de resultados ya sea a empresas para fabricar medicamentos o a hospitales para la aplicación de protocolos.

Lo anterior no aminora el potencial que tiene la metodología del enfoque del SST para analizar dinámicas complejas en el terreno de la innovación que rebasan las fronteras de una empresa, o incluso de un sector de la industria o los servicios. Asimismo, los límites encontrados para el ejemplo aquí estudiado no demeritan las oportunidades que ofrece la biotecnología aplicada a la salud para países que, como México, se encuentran en procesos de desarrollo de sus capacidades de innovación.

Bibliografía

- Banco Mundial (2020). *Banco de datos*. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/>.
- Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión. *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Ciudad de México. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf.
- _____. *Ley General de Salud*. Ciudad de México.
- Capilla Vilchis, R. (2018). “Pan con fructanos de agave, un aliado contra la diabetes”. *cienciamx. Noticias*. Disponible en: <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/biotecnologia/20098-pan-fructanos-de-agave>.
- Casas, R.; Corona, J. M. y Suárez, M. (2017). “Los incentivos de las instituciones académicas para la vinculación conocimiento-sociedad: estudio exploratorio”. En Dutrénit, G. y Nuñez, J. (coords.), *Vinculación academia-industria para fortalecer los sistemas nacionales de innovación: experiencias de Cuba, México y Costa Rica*, pp. 245-285. La Habana: Universidad de La Habana.
- Chaminade, C. y Edquist, C. (2010). “Rationales for public policy intervention in the innovation process: system of innovation approach”. En Kuhlmann, S.; Shapira, P. y Smits, R. E. (eds.), *The Theory and Practice of Innovation Policy*, pp. 95-114. United Kingdom: Edward Elgar.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (2014). *Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación 2014-2018*. Ciudad de México: CONACYT. Disponible en: https://conacyt.mx/wp-content/uploads/transparencia/planes_programas_informes/programas/PECITI2014-2018.pdf.
- _____. (2018). *Infraestructura científica y tecnológica: la base para transitar hacia una sociedad y economía del conocimiento*. Ciudad de México: CONACYT.
- _____. (2020). “Células madre: la esperanza de la medicina”. *Sistema de Centros Públicos de Investigación CONACYT*. Disponible en: <https://centrosconacyt.mx/?objeto=celulas-madre-la-esperanza-de-la-medicina>.

- _____. “Convocatorias Fondos Sectoriales Constituidos”. Disponible en: <https://conacyt.mx/convocatorias/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/>.
- Cruz Martínez, Á. (13 de diciembre de 2019). “Con cambios al T-MEC se tendrá acceso a medicamentos de calidad a menor costo”. *Periódico La Jornada*.
- Dutrénit, G. y Arza, V. (2015). “Features of interactions between public research organizations and industry in Latin America: the perspective of researchers and firms”. En Albuquerque, E.; Kruss, G.; Lee, K. y Suzigan, W. (eds.), *Developing National Systems of Innovation*, pp. 93-119. United Kingdom: Edward Elgar. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781784711108.00011>.
- Flores Valdez, M. A. y Aceves Sánchez, M. de J. (2020). “¿Podemos lograr una detección temprana de tuberculosis en personas con diabetes?”. *Sistema de Centros Públicos de Investigación CONACYT*. Disponible en: <https://centrosconacyt.mx/?objeto=tbydiabetes>.
- Fundación UNAM (25 de junio de 2019). “Crea UNAM dispositivo innovador contra la Diabetes”. *Vanguardia UNAM*. Disponible en: <https://www.fundacionunam.org.mx/vanguardia-unam/crea-unam-dispositivo-innovador-contra-la-diabetes/>.
- Geels, F. (2004). “From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory”. *Research Policy*, vol. 33, n° 6-7, pp. 897-920.
- Geels, F. y Schot, J. (2007). “Typology of sociotechnical transition pathways”. *Research Policy*, vol. 36, n° 3, pp. 399-417.
- Gobierno de México (21 de febrero de 2018). “La infraestructura tecnológica para la competitividad”. *Secretaría de Economía/Blog*. Disponible en: <https://www.gob.mx/se/articulos/la-infraestructura-tecnologica-para-la-competitividad>.
- Huerta, C. (1 de noviembre de 2019). “Medirán sin dolor niveles de azúcar con biotinta creada en el Tec GDL”. *Conecta. El sitio de noticias del Tecnológico de Monterrey*. Disponible en: <https://conecta.tec.mx/es/noticias/guadalajara/investigacion/mediran-sin-dolor-niveles-de-azucar-con-biotinta-creada-en-el>.

- _____ (26 de mayo de 2020). “¡Adiós a las agujas! Alumnos del Tec diseñan parche para medir glucosa”. *Conecta. El sitio de noticias del Tecnológico de Monterrey*. Disponible en: <https://tec.mx/es/noticias/guadalajara/salud/adios-las-agujas-alumnos-del-tec-disenan-parche-para-medir-glucosa>.
- Jiménez, L. E. (2020). *Una caracterización desde los sistemas sociotécnicos de la biotecnología aplicada a la salud en México*. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- Levinthal, D. (1998). “The slow pace of rapid technological change: gradualism and punctuation in technological change”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 7, n° 2, pp. 217-247.
- López, G. M. (2009). *Legislación y Políticas Públicas en biotecnología en México*. Ciudad de México: Cámara de Diputados.
- Lundvall, B.-Å. (1988). “Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation”. En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. y Soete, L. (eds.), *Technical change and economic theory*, pp. 349-369. London/New York: Pinter.
- Morales, A. y Villavicencio, D. (2015). “Convergencia de capacidades científicas y tecnológicas en el sector de la biotecnología farmacéutica en México”. En de Gortari, R.; Morales Sánchez, A. y Stezano, F. (eds.), *Convergencia del conocimiento para beneficio de la sociedad: tendencias, perspectivas debates y desafíos*, pp. 139-164. Ciudad de México: CONACYT.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, MA: Belknap.
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2022). “Población”. ONU. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/population>.
- Organización Mundial de la Salud (16 de septiembre de 2022). “Diabetes”. OMS. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2011). *Future Prospects for Industrial Biotechnology*. Paris: OECD.
- _____ (2020). *Panorama de la Salud: Latinoamérica y el Caribe*. Paris: OECD.

- ProMéxico (2017). *Panorama actual de la Industria Biotecnológica en México*. Ciudad de México: UIN.
- Rojas, S. y Natera, J. M. (2019). “Movilización del conocimiento: aportes para los estudios sociales de la salud”. *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 17, n° 3, pp. 111-131.
- Secretaría de Gobernación (SEGOB) (1994a). *Decreto de promulgación de la Convención de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos*. Ciudad de México: SEGOB. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4711014&fecha=05/07/1994#gsc.tab=0.
- ____ (1994b). *Decreto de promulgación del Acta Final de la Ronda Uruguay de Negociaciones Comerciales Multilaterales. Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio*. Ciudad de México: SEGOB.
- ____ (2000). *Ley de Institutos Nacionales de Salud*. Ciudad de México: SEGOB.
- ____ (2002). *Ley de Ciencia y Tecnología*. Ciudad de México.
- Senado de la República Mexicana (17 febrero 2018). “Predomina la inversión pública en ciencia y tecnología, señala el IBD”. *Senado de la República. Coordinación de comunicación social. Boletines*. Disponible en: <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/40043-predomina-la-inversion-publica-en-ciencia-y-tecnologia-senala-el-ibd.html>.
- Smelser, N. y Swedberg, R. (1994). “The sociological perspective on the economy”. *The handbook of economic sociology*, pp. 3-26. Princeton: Princeton University Press.
- Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud (2015). *Informe sobre la salud de los mexicanos*. Ciudad de México: Secretaría de Salud.
- Torres Cruz, I. (9 de julio de 2019). “Tratarán diabetes con células madre obtenidas de muelas del juicio”. *Crónica*. Disponible en: https://www.cronica.com.mx/notas-trataran_diabetes_con_celulas_madre_obtenidas_de_muelas_del_juicio-1124636-2019.html.
- Torres-Romero, J. C.; Ramírez-Camacho, M. A.; Lara-Riegos, J. y Arana-Argáez, V. E. (2019). “Biotecnología molecular para el diagnóstico

y tratamiento de la diabetes: una visión regional”. En *Avances y perspectivas de la biotecnología en la Península de Yucatán*, pp. 981-1007. Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán.

Usla, H. y Rodríguez, A. (12 de diciembre de 2019). “Modificaciones en T-MEC inhiben inversión para innovación: Investigación Farmacéutica”. *El Financiero*. Disponible en: <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/modificaciones-en-t-mec-inhiben-inversion-para-innovacion-farmaceutica-investigacion-farmaceutica/>.

Villavicencio, D. (2020). “Inversión en conocimiento a través de los proyectos apoyados por el Programa de Estímulos a la Innovación de CONACYT”. Ciudad de México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico-CONACYT.

World Values Survey (2020). *World Values Survey Wave 7: 2017-2020*. Disponible en: <http://www.worldvaluessurvey.org/WVSONline.jsp>.

La colección **Ciencia, innovación y desarrollo** se propone reunir la producción académica relacionada con las ciencias básicas y aplicadas, el desarrollo tecnológico, la innovación, el emprendedurismo y el desarrollo.

La presente obra compila una serie de herramientas metodológicas, métodos y metodologías empleadas para el estudio de los procesos de CTI, con foco en las particularidades y adaptaciones necesarias para su uso en América Latina.

En este marco, los tres volúmenes constituyen un conjunto no exhaustivo de métodos y metodologías que han probado ser útiles para el estudio de estos procesos en la región, para un conjunto también no exhaustivo de tópicos sobre los cuales existe un intenso debate académico y de política pública.

El volumen 1, que aquí se presenta, compila siete capítulos centrados en los abordajes cualitativos de dichos procesos.

Universidad Nacional
de General Sarmiento 



Libro
Universitario
Argentino

