

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVII JORNADAS
VOLUMEN 13 (2007)

Pío García
Luis Salvatico
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



El sector nuclear en Argentina: tramas productivas y desarrollo tecnológico

Marisa Cecilia García*, Manuel Lugones† y Ailin María Reising‡

Introducción

Las actividades nucleares en la Argentina se iniciaron a comienzos de la década de 1950. Desde entonces el campo de la energía nuclear constituye una parte central del complejo científico-tecnológico nacional y uno de los pocos sectores en los que nuestro país ha mantenido una relativa continuidad a través de las crisis políticas y económicas que han marcado su historia en la segunda mitad del siglo XX. El presente trabajo tiene por objetivo estudiar a la luz del modelo de *tramas productivas* (Yoguel, 2002; Bisang *et al.*, 2005). Las características del sector nuclear nacional que han posibilitado esta continuidad. Con tal propósito se presentan, en primer lugar, los principales aspectos de dicho modelo y sus diferencias respecto de otras perspectivas de análisis. En segundo lugar, se identifican los actores y el núcleo de la *trama* nuclear y sus dinámicas de interacción. A modo de cierre, se evalúan las características generales de la *trama*.

1. El modelo de tramas productivas

En los últimos años los estudios dedicados al análisis de la innovación han generado nuevas formas de entender la competitividad. Considerando que los agentes económicos actúan con racionalidad acotada, información imperfecta y que toman decisiones con fuerte incertidumbre respecto de la evolución del mercado y la velocidad del cambio técnico; la competitividad pasa a ser comprendida como un fenómeno que involucra territorios y redes de empresas y que no está asociado exclusivamente a comportamientos individuales (Poma 2000). Así, a partir del énfasis en el carácter sistémico de la competitividad y la naturaleza interactiva de la innovación (Yoguel 2000), los nuevos enfoques señalan la importancia de analizar tanto los factores tangibles e intangibles construidos endogenamente por los agentes, como aquellos que resultan de su interacción con otros agentes -firmas e instituciones- con los que intercambian conocimientos codificados y tácitos al interior de las organizaciones, redes y sistemas territoriales de las que forman parte. A partir de estos supuestos se han desarrollado diferentes modelos de análisis, tales como el de *clusters*, *encadenamientos productivos* y *tramas productivas*¹.

En el marco de este último las *tramas* son definidas como espacios de creación de competencias e intercambio de activos tangibles e intangibles que incluyen uno o varios agentes núcleo -que organizan la red de intercambio- y agentes vinculados de manera directa e indirecta, así como el entorno institucional ampliado. A diferencia de los otros dos modelos mencionados, que tienen como eje las relaciones comerciales entre diferentes agentes y la localización territorial de los mismos, el modelo de *tramas* analiza el desarrollo de competencias en el conjunto de la red reconociendo que existen divergencias entre los agentes que determinan capacidades desiguales para generar, apropiar y circular conocimiento. Ello implica considerar los tipos y la calidad de relaciones que permiten perseguir objetivos comunes y obtener ventajas

* CONICET, Universidad Nacional del Comahue, Fundación Bariloche

† CONICET, Fundación Bariloche

‡ CONICET, Universidad Nacional del Comahue, Fundación Bariloche

competitivas diferenciales. (Yoguel, 2002; Bisang *et al.*, 2005). De esta forma, dicho modelo considera además de las relaciones de compra-venta, los intercambios formales e informales de flujos de información, de experiencias productivas, de conocimientos codificados y tácitos y de estrategias concurrentes de desarrollo. En los casos *exitosos*, estos vínculos crean lenguajes y códigos comunes, facilitan los procesos de coordinación, mejoran la especialización y división de actividades y convierten a la *trama* en un espacio de generación de ventajas competitivas dinámicas².

Los aspectos que definen a las *tramas productivas* son:

- I. la estructura de los actores que la componen (tamaño, capacidades económicas, niveles tecnológicos implicados en la producción, etc.)
- II. la posición de los actores en la *trama* (su ubicación respecto del núcleo y de los otros actores)
- III. los criterios de fijación de objetivos (internos o externos, consensuados entre los actores o impuestos por el núcleo)
- IV. la evolución histórica de las vinculaciones que la conforman

En función de esos aspectos las *tramas* pueden tipificarse según: a) el nivel de complejidad de la tecnología de los procesos y los productos que circulan, b) el grado de la integración de los actores en la economía regional y/o nacional, c) la inserción internacional de los actores, d) las barreras y oportunidades que inhiben o estimulan el desarrollo de la *trama*, e) la cantidad y la calidad del empleo generado y las formas de organización del trabajo. Ello permite reconocer, por ejemplo, *tramas* altamente innovativas e integradas en los mercados internacionales pero con un bajo desarrollo de las capacidades de vinculación, o *tramas* con una fuerte dinámica de interacción pero con un bajo desarrollo de la complejidad tecnológica. En el primer caso nos encontraríamos ante una *trama* fuerte, donde los actores se benefician mutuamente a través de asociaciones virtuosas, mientras que en el segundo nos encontraríamos ante *tramas* débiles, en las cuales el desarrollo de los actores es individual antes que colectivo (Yoguel, *et al.* 2003).

2. Los actores de la trama

La *trama* nuclear está conformada por un grupo de actores heterogéneos entre los que se destacan: la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) integrada por sus tres centros de I+D y sus institutos de formación de grado y posgrado; empresas públicas y privadas y diversos organismos públicos, tales como la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) y la Secretaría de Energía de Nación.

2.1. El núcleo de la trama

El núcleo de la *trama* está constituido por aquel actor que organiza las vinculaciones al interior de la misma, determinando las formas de vinculación y el tipo de intercambios que se producen. El núcleo de la trama nuclear es la CNEA, organismo creado en 1950 con el objetivo de garantizar la autonomía tecnológica en el área nuclear. A partir de este objetivo general, la institución se planteó dos objetivos específicos: a) generar capacidades científico-tecnológicas locales y b) integrar el complejo científico-tecnológico con el sector productivo³. En el marco de su primer objetivo, la CNEA creó a lo largo de la década de 1950 tres centros de I+D: el Centro Atómico Bariloche (CAB) en 1955, el Centro Atómico Constituyentes (CAC) en 1958 y el Centro Atómico Ezeiza (CAE) en 1967⁴. Si bien cada uno de estos centros estableció sus

propias redes de vinculación, su articulación en el marco de la *trama* contribuyó a configurar lenguajes y códigos comunes. Proceso que se vio reforzado por los institutos de formación, en particular el Instituto Balseiro (CNEA-UNCu, 1955) el cual constituyó el ámbito de formación de investigadores que luego asumieron cargos gerenciales tanto en CNEA como en las empresas asociadas⁵.

2.2 Los actores vinculados: las empresas asociadas

Con el objeto de contar con insumos a costos competitivos y fortalecer los lazos con el sector productivo la CNEA estimuló a partir de los años '70 la creación de un conjunto de empresas asociadas a ella, las cuales -con excepción de Nuclear Mendoza (1977-2001) y ENACE (1980-1994)⁶- continúan operando. La primera de estas empresas fue INVAP S.E., creada en 1976 mediante un convenio entre el gobierno de la provincia de Río Negro y la CNEA, en virtud del cual dicha provincia es poseedora del 100% del paquete accionario de la empresa, en tanto que la CNEA retiene el control del directorio. INVAP S.E. fue formada con el objeto de desarrollar tecnologías vinculadas con el dominio del ciclo de combustible (diseño y construcción de la planta piloto de enriquecimiento de uranio y la fabricación de máquinas-herramientas específicas). En 1978 la CNEA le encargó la construcción de un reactor de investigación para el CAB, lo cual le permitió adquirir el *know-how* para el diseño, construcción y puesta en marcha de reactores pequeños, área que actualmente constituye su principal línea de actividades. Se destaca también en la fabricación de equipos de medicina nuclear que exporta a diferentes países. Asimismo, en los últimos años ha comenzado a desarrollar radares y satélites para clientes nacionales entre los que se encuentran la Comisión Nacional de Asuntos Espaciales (CONAE) y la Fuerza Aérea Argentina (FAA). A través de su empresa INVAP Ingeniería SA, creada en 1991⁷, se ha constituido también como proveedor de servicios técnicos y equipamiento para empresas petroleras como San Antonio Pride.

En 1981 y en asociación con el grupo Pérez Companc se conformó CONUAR S.A. La CNEA retiene el control del directorio en tanto que el mencionado grupo económico posee el 67% de las acciones. Esta empresa fue creada para operar la planta industrial de combustibles nucleares, y hoy realiza también servicios de mantenimiento y reparación de centrales nucleares. Mediante un convenio entre CONUAR S.A. y CNEA, se creó en 1986 FAE S.A. cuya principal actividad es la operación de la planta de aleaciones especiales, donde se elaboran los insumos para la fabricación de elementos combustibles.

Si bien estas últimas dos empresas operan fundamentalmente con los otros actores de la *trama*, en particular con la empresa NA S.A., en los últimos años han desarrollado un perfil exportador. En el caso de CONUAR S.A. orientado al abastecimiento de insumos para agencias nucleares de otros países, en el de FAE, a la elaboración de diferentes tipos de insumos en aleaciones especiales (por ejemplo titanio y níquel) exportados principalmente a Brasil.

En 1989 fue creada mediante un convenio con la provincia de Neuquén la empresa ENSI S.E. Aunque su principal función es la operación de la planta industrial de agua pesada que la CNEA posee en la localidad de Arroyito, a partir de 1995 comenzó a diversificar sus actividades elaborando insumos para la industria petroquímica e incrementando sus ventas a las

principales empresas del sector hidrocarburífero localizadas en la cuenca neuquina. Asimismo, en los últimos años ha comenzado a exportar agua pesada.

La Secretaría de Energía de Nación conformó en 1994 la empresa NA S.A. para facilitar la privatización -que finalmente no tuvo lugar- de las dos centrales nucleares y concluir la construcción de Atucha II. A diferencia de las otras empresas de la trama, en esta la CNEA no posee ningún tipo de injerencia directa. NA S.A. tiene a su cargo la generación de energía eléctrica, formando parte de la Asociación Generadores de Energía Eléctrica de la Argentina en virtud de lo cual es poseedora del 20% de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA).

En 1996, mediante un convenio con la Provincia de Mendoza, la CNEA conformó la empresa Dioxitek S.A, de la cual posee el 99% de las acciones. El objetivo de su creación fue garantizar el suministro de dióxido de uranio utilizado en la fabricación de los elementos combustibles, para lo cual opera la planta de concentrado localizada en la ciudad de Córdoba. Desde 2002 la empresa firmó un convenio con la CNEA para encargarse de la producción y comercialización de fuentes selladas de Cobalto 60 para uso industrial y médico.

Como puede observarse, las empresas que conforman la *trama*, con excepción de NA S.A., son controladas en mayor o menor medida por CNEA, bien porque ésta es poseedora de parte del paquete accionario, bien porque controla el directorio. Consecuentemente, la misma desempeña un rol fundamental en la definición de las estrategias productivas y las actividades realizadas. En tal sentido, el núcleo de la *trama* mantiene una relación vertical con el conjunto de empresas, a pesar de lo cual estas últimas han ganado en los últimos años una creciente autonomía respecto del núcleo mediante la diversificación de productos y mercados. Una diversificación que ha respondido a la retracción de la inversión estatal en el área nuclear desde mediados de la década del 1980 y a la desarticulación del sector en el marco de la Reforma del Estado en los años '90. Ello ha dado lugar a un creciente perfil exportador de la *trama* y a su articulación con otras *tramas* ajenas al sector. Un claro ejemplo de este proceso lo ofrece INVAP S.E., que actualmente se dedica al desarrollo de tecnologías en áreas que trascienden lo nuclear e incluyen, entre otros sectores, al espacial y petrolero.

2.3 Otros actores de la trama

Los otros actores que conforman la *trama* son: a) las universidades nacionales con las cuales la CNEA se vinculó para crear los centros de formación de recursos humanos a nivel de grado y posgrado, b) la Autoridad Regulatoria Nuclear, creada en 1997 para fiscalizar la actividad nuclear en lo referente a temas de seguridad radiológica y nuclear, protección física y no proliferación nuclear, constituyendo el ente regulador de la *trama* y c) la Secretaría de Energía de la Nación, que al tener bajo su jurisdicción a los organismos e instituciones estatales vinculados al sector energético, incide sobre el desarrollo de la *trama*. En la década de 1970, apoyó la construcción de centrales nucleares, mientras que en los años '90 impulsó la privatización de las mismas.

3. Dinámicas de interacción y diagnóstico de la trama

Las vinculaciones entre distintos actores promovieron procesos de producción, transferencia y apropiación de conocimientos, así como la generación de redes sociales que reforzaron el nivel de integración de la *trama*. Según el modelo de *tramas productivas* estas vinculaciones pueden

adoptar diferentes formatos, ya sea que respondan a la competencia o a la cooperación. En el caso de la *trama* nuclear nos encontramos ante dinámicas de interacción jerárquicas en relación con el núcleo, que adquieren un mayor grado de horizontalidad a medida que nos focalizamos en los actores que ocupan una posición más periférica respecto del mismo. Asimismo, las dinámicas de interacción son duraderas en el tiempo, si bien poseen una intensidad variable según proyectos puntuales, como por ejemplo, la venta del reactor de investigación y producción de radioisótopos a Australia por parte de INVAP S.E.

Asimismo, la *trama* nuclear se caracteriza por la elevada complejidad tecnológica de los bienes y servicios que producen e intercambian los actores. Los insumos, los bienes de capital y los servicios de asistencia técnica que brindan los diferentes actores de la trama requieren de una serie de capacidades que han sido adquiridas a lo largo de la trayectoria de la *trama* en virtud de una eficaz integración entre los actores que la componen. Ello pone de manifiesto que los recursos humanos de las instituciones y empresas que conforman la *trama* son altamente capacitados. De modo que si bien el nivel del empleo de la *trama* no puede definirse como alto, sí lo es su nivel de capacitación.

Por otra parte, la mayor parte de las empresas ha incorporado a su cartera de clientes a agencias y empresas radicadas en países como Australia, Brasil, Inglaterra, Canadá, Egipto, Venezuela, etc., lo cual indica que su actividad exportadora está en crecimiento. En gran medida, ello ha respondido a estrategias individuales de los actores frente al debilitamiento del sector, no obstante también ha sido estimulado por el núcleo de la *trama* mediante el establecimiento de acuerdos de cooperación con agencias nucleares de otros países, el otorgamiento de garantías técnicas de los productos ofertados por las empresas y la transferencia de actividades de comercialización a las mismas. La producción y comercialización de Cobalto 60 que la CNEA transfirió a Dioxitek S.A. es un ejemplo de ello. En este sentido cabe destacar que aunque los actores que componen la *trama* no constituyen un número importante de agentes exportadores, el tipo de productos que ubican en mercados internacionales es sustancialmente diferente del que prevalece en las exportaciones argentinas y en virtud del cual autores como Moori Koenig, *et al.* (2001) señalan que el perfil de inserción externa de la Argentina se ha “primarizado”. Así, la *trama* posee una inserción internacional moderada en términos cuantitativos, pero significativa cualitativamente⁹. Ha mostrado a lo largo de su trayectoria poseer capacidades que le permiten adecuarse a diversos contextos macroeconómicos, aprovechando las oportunidades que éstos le ofrecen y resistiendo las barreras que los mismos imponen.

Considerando estos indicadores -elevada complejidad tecnológica, innovación de productos y procesos, altos niveles de integración, empleo cuantitativamente bajo pero calificado, moderada inserción internacional y flexibilidad frente a la coyuntura- es posible sostener que estamos ante una *trama* altamente innovativa y bien integrada, aunque moderadamente inserta en el mercado internacional y de incipiente articulación con otras *tramas* como la petrolera y la espacial. Se trata pues de una *trama* fuerte aunque pequeña, que posee aún potencial a desarrollar.

4. A modo de cierre: ¿es la *trama* nuclear una *trama* exitosa?

A la luz de lo expuesto ¿podemos decir que la *trama* nuclear es exitosa? Como mencionamos al inicio de nuestra exposición, las *tramas* exitosas son aquellas capaces de crear lenguajes y

códigos comunes a todos los actores de la trama, facilitar los procesos de coordinación, mejorar la especialización y división de actividades y de generación de ventajas competitivas dinámicas. Considerando estas características, podemos sostener que el núcleo de la *trama* -CNEA- ha conformado un sistema de formación de recursos humanos en campos de especialidad inexistentes o poco desarrollados en el país, garantizando el abastecimiento de personal calificado en las diferentes áreas en desarrollo (física, metalurgia, ingeniería nuclear y radiología). De este modo, ha logrado generar lenguajes y códigos comunes que facilitan la comunicación entre los diferentes actores mediante mecanismos formales e informales.

Por otra parte, a lo largo de su trayectoria la *trama* ha alcanzado una marcada especialización a partir del establecimiento de convenios de cooperación que, mediante la transferencia de conocimientos, favorece el desarrollo de nuevas tecnologías y competencias. Asimismo, la *trama* ha logrado una eficaz división de actividades mediante dos estrategias. Por un lado, la transformación de ciertas áreas de la CNEA, fabricación de combustibles nucleares, agua pesada, aleaciones especiales, etc., en empresas asociadas. Por el otro, la implementación de una política de desarrollo de proveedores de insumos y componentes no específicamente nucleares -instrumentación, metalurgia, obras civiles, entre otros. Ambas estrategias se han sustentado en la capacidad de compra de la CNEA en el marco de la búsqueda de un desarrollo nuclear autónomo.

Consecuentemente, es posible sostener que la *trama* constituye un espacio de generación de ventajas competitivas dinámicas caracterizado por la acumulación de competencias que permitieron a sus actores asumir objetivos de creciente complejidad tecnológica: 1) construir reactores de investigación, 2) construir reactores de potencia y 3) fabricar los suministros necesarios para abastecer localmente un sector en expansión. Estamos en condiciones entonces de señalar que la *trama* nuclear constituye una trama exitosa, si bien no debemos perder de vista que es una *trama* pequeña, con bajos índices de empleo y una inserción internacional aún modesta en términos cuantitativos.

Notas

¹ Para un mayor detalle sobre estos conceptos ver López y Lugones (1999).

² Las ventajas competitivas dinámicas se basan en los conocimientos y habilidades desarrollados por los propios actores, a diferencia de las estáticas, basadas en factores externos a los mismos como la existencia de abundantes recursos naturales y el tipo de cambio, entre otros.

³ El primer antecedente de articulación entre la CNEA y el sector productivo fue la creación en la década del '60 del Servicio de Asistencia Tecnológica a la Industria (SATI). En el año 1998 se fortaleció esta articulación con la creación del Polo Tecnológico Constituyentes, constituido mediante un convenio entre Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las FFAA (CITEFA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Servicio Geológico Minero y la Universidad Nacional de San Martín.

⁴ A éstos centros se han sumado recientemente el Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable, creado en 2002 mediante un convenio con la Secretaría de Energía de la Nación, orientado al desarrollo de fuentes energéticas alternativas y la Fundación Centro de Diagnóstico Nuclear creada en 2004 en asociación con la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN).

⁵ En la década del '90 se crearon otros dos centros de formación: la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN), creada en 1991 en convenio con la Universidad Nacional de Cuyo y el Estado de la provincia de Mendoza y el Instituto Tecnológico J Sábato, creado en 1993 en convenio con la Universidad Nacional de San Martín. Asimismo,

en el 2006 se firmó un acuerdo con la Universidad Nacional de San Martín para crear el Instituto Dan Beninson, dedicado a estudios nucleares.

⁶ Nuclear Mendoza fue creada mediante convenio entre el gobierno de la provincia de Mendoza y la CNEA. Su capital accionario correspondía en un 100% al estado mendocino y su sede se encontraba en la ciudad capital de esa provincia. La empresa estaba dirigida por un Directorio integrado por cinco miembros, tres de los cuales eran designados por el gobierno provincial, y los dos restantes por la CNEA. Por su parte, ENACE fue creada en asociación con la empresa alemana KWU (empresa filial de Siemens) a cargo de los servicios de ingeniería y dirección de obra de la central nuclear de Atucha II.

⁷ INVAP posee el 51% de las acciones, las restantes 49% se distribuye entre el personal de INVAP Ingeniería S.A.

⁸ Para el 2004 del total de las exportaciones nacionales sólo el 2% era de alto contenido tecnológico, dentro de éstas las exportaciones de la *trama* representaban el 6%.

Fuentes

Memorias CNEA: 1976, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1985, 1986-1987, 1988, 1997, 2000, 2001, 2002, 2003 y 2004.

<http://www.arn.gov.ar/>

<http://www.cnea.gov.ar/>

<http://www.citefa.gov.ar/>

<http://www.invap.com.ar/>

<http://www.na-sa.com.ar/>

<http://www.conuar.com/>

<http://www.fac.com.ar/>

<http://www.ensi.com.ar/>

<http://www.dioxitek.com.ar/>

Bibliografía

Bisang, R., Novick, M., Sztulwark, S. y Yoguel, G. (2005). "Las redes de producción y el empleo: elementos básicos para la formulación de políticas públicas". En Casalet, M.; Cimoli, M. y Yoguel, G. (comp.). *Redes, jerarquías y dinámicas productivas*. Buenos Aires: Flacso-OIT.

Carasales J. y Orstein, R. (1999). *La Argentina exportadora de tecnología nuclear*. Buenos Aires: Consejo Argentino para las Relaciones Internacionales.

Castro Madero, C; Takacs, E. (1991). *Política Nuclear Argentina, ¿Avance o retroceso?* Buenos Aires: Instituto de Publicaciones Navales.

Humphrey, J. y Schmitz, H. (1996). "The Triple C Approach to Local Industrial Policy", *World Development*, Vol. 24, N° 12.

López, A. y Lugones, G. (1999). "Los sistemas locales en el escenario de la globalización" En Cassiolato, J. y Lastres, E. (eds.). *Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no MERCOSUR*. Brasil: Ministério da Ciência e Tecnologia/OEA/IEL-CNI.

Moori Koenig, V.; Milesi, D. y Yoguel, G. (2001). *Las PyMEs exportadoras argentinas exitosas: hacia la construcción de ventajas competitivas*. Buenos Aires: Miño y Dávila, FUNDES Argentina.

Poma, L. (2000). "La nueva competencia territorial". En Boscherini F. y Poma L. (comp.). *Territorio, conocimiento y competitividad de las empresas: el rol de las instituciones en el contexto global*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Yoguel, G Milesi, D. y Novick, M. (2003). *Entorno productivo y ventajas competitivas: el caso de una trama siderúrgica*. Buenos Aires: Colección investigación, Serie Informes de investigación N° 15, Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento.

Yoguel, G (2000). "Creación de competencias en ambientes locales y en redes productivas", *Revista de la CEPAL*, N° 71.

Yoguel, G. (ed.) (2002). *Conocimiento y competitividad: tramas productivas y comercio exterior*. Buenos Aires: Colección investigación, Serie informes de investigación N° 14, Instituto de Industria, Editorial de la Universidad Nacional de General Sarmiento.