

---

## ¿Cómo funcionan las tecnologías? Alianzas socio-técnicas y procesos de construcción de funcionamiento en el análisis histórico

**Hernán Thomas**

Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Centro de Economía de la Innovación y del Desarrollo, Universidad Nacional de San Martín, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina  
[thomas@unq.edu.ar](mailto:thomas@unq.edu.ar)

**Lucas Becerra**

Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina  
[lucasecon@yahoo.com.ar](mailto:lucasecon@yahoo.com.ar)

**Agustín Bidinost**

Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Agencia Nacional para la Promoción Científica y Tecnológica, Argentina  
[bidinost88@gmail.com](mailto:bidinost88@gmail.com)

Recibido: 30/07/2019

Aceptado: 28/11/2019

### Resumen

---

¿Cómo explicar el “funcionamiento” de las tecnologías? Esta es una pregunta clave en el campo de los estudios sociales de la tecnología. Un ingeniero de producto o proceso diría que todo depende de un buen diseño del artefacto o sistema productivo, de la capacidad de un artefacto o sistema de resolver problemas tecnológicos previamente existentes. Un economista de la innovación o un tecnólogo explicarían (homogéneamente) que todo sistema tecnológico se afirma interactuando solidariamente con otros sistemas, desplegando ventajas crecientes de adopción, de inclusión en “paradigmas tecnológicos”, generando economías de escala, incrementando sus niveles de compatibilidad con los usuarios o de adecuación entre oferta y demanda.

Y en muchos sentidos, todos estarían en lo cierto. Pero ocurren muchas más cosas para que los artefactos y sistemas “funcionen”. Porque además de todo esto, en términos socio-técnicos, todo sistema incorpora incrementalmente productores y usuarios, nuevos artefactos y dispositivos, financiadores y soportes políticos, nuevos usos y técnicas, infraestructuras y redes de proveedores... Y todo este proceso va construyendo el funcionamiento de estos sistemas tecnológicos, su necesidad y su irreversibilidad...

Toda una alianza heterogénea se va desplegando, coaligando, coordinando, consolidando, para que esa tecnología funcione. Y, al mismo tiempo, esa alianza va construyendo el no-

funcionamiento de la alianza que sustentaba el funcionamiento de tecnologías rivales. Eso que los deterministas tecnológicos denominan -cuando ocurre a gran escala- un “cambio de paradigma” o una “revolución tecnológica” se comprende mucho mejor en términos de alianzas socio-técnicas.

Si el funcionamiento es un proceso de construcción socio-técnica -relativo, obviamente- la respuesta no está ni simple ni originariamente en los artefactos ni exclusivamente en los actores sociales, sino en las relaciones interactivas -en los procesos de co-construcción, socio-históricamente situados- entre artefactos y sistemas y actores e instituciones.

El concepto “alianza socio-técnica” fue concebido para dar cuenta de estas relaciones explicativas, no deterministas a priori. Para superar, al mismo tiempo, tanto las restricciones de esas historias monolíticamente tecnológicas, como las de esas homogéneas historias sociales del cambio tecnológico. Todas las dinámicas de co-construcción se dan en el marco de heterogéneas alianzas socio-técnicas. El funcionamiento por fuera de las alianzas sólo existe en la mente de algunos historiadores deterministas tecnológicos... o de algunos científicos y tecnólogos.

**Palabras clave:** Historia de las Tecnologías, Funcionamiento / No-funcionamiento, Alianza Socio-Técnica

## **How do technologies work? Socio-technical alliances and functioning construction processes in historical analysis**

### **Abstract**

---

How to explain the "working" of technologies? This is a key question in the field of social studies of technology. A product or process engineer would say that everything depends on a good design of the artefact or productive system, on the capacity of an artefact or system to solve previously existing technological problems. An innovation economist or a technologist would explain (homogeneously) that every technological system is affirmed by interacting in solidarity with other systems, displaying increasing adoption advantages, of inclusion in “technological paradigms”, generating economies of scale, increasing its levels of matching with users or adequacy between supply and demand.

And in many ways, everyone would be right. But many more things happen for artefacts and systems to "work". Because in addition to all this, in socio-technical terms, every system presents incrementally producers and users, new artefacts and devices, funders and political supports, new uses and techniques, infrastructures and provider networks... And this whole process is building on the working of these technological systems, their need and their irreversibility ...

An entire heterogeneous alliance is deployed, co-operating, coordinating, consolidating, in order to technology works. And, at the same time, that alliance is building the non-working of the “other” alliance that sustained the working of rival technologies. What technological determinists call - when it occurs on a large scale - a "paradigm shift" or a "technological revolution" is much better understood in terms of socio-technical alliances.

If “working” is a process of relational socio-technical construction, the answer is neither simply nor originally in the artefacts nor exclusively in the social actors, but in the interactive relations -In the processes of co-construction, socio-historically located- between artefacts and systems and actors and institutions.

The concept of "socio-technical alliance" was conceived to account for these explanatory relationships, not a priori deterministic. To overcome, at the same time, both the restrictions of those monolithically technological stories, and as the homogeneous social stories of technological change. All co-construction dynamics happen within the framework of

heterogeneous socio-technical alliances. The working outside alliances only exists in the minds of some technological determinist historians ... or some scientists and technologists.

**Keywords:** Technology History – working / non-working - Socio-Technical Alliance

## **¿Cómo funcionan las tecnologías? Alianzas socio-técnicas y procesos de construcción de funcionamiento en el análisis histórico**

### **Introducción**

Las tecnologías –todas las tecnologías– desempeñan un papel central en los procesos de cambio social. Demarcan posiciones y conductas de los actores; condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios; generan problemas sociales y ambientales; facilitan o dificultan su resolución.

Al mismo tiempo –recíproca, sistémicamente– las sociedades son tecnológicamente construidas. Los artefactos y sistemas funcionan condicionando formas de uso, pertinencia y necesidad de conocimientos, niveles de generación de rentas, formas de apropiación de beneficios, modelos de organización de la producción, procesos de territorialización y desterritorialización, regímenes económico-productivos, dispositivos de control social, posibilidades de ejercicio del poder, visiones acerca de lo que es posible o imposible.

Todas las sociedades humanas se desarrollan sobre bases materiales que ellas mismas –y eso que llamamos “naturaleza”– producen. Todas son condicionadas y restringidas en sus acciones y posibilidades por esta base material. Y esa base material responde a una única explicación: la generación, producción, uso y adopción de tecnologías. ¿Cómo explicar la historia sin comprender el papel de cada una de las tecnologías puestas en juego? ¿Cómo explicar las tecnologías sin comprender los procesos de construcción de su funcionamiento?

¿Cómo funcionan las tecnologías? constituye así una pregunta clave para las ciencias sociales (aunque muchas veces es delegada –tan modesta como negligentemente– a las ciencias naturales o a las ingenierías). Afortunadamente, ¿cómo se construye el funcionamiento de las tecnologías? es una pregunta indelegable para el campo de los estudios sociales de la tecnología.

Un ingeniero de producto o proceso diría que el funcionamiento depende de un buen diseño del artefacto o sistema productivo, de la capacidad de un artefacto o sistema de resolver problemas tecnológicos previamente existentes. Un economista de

la innovación o un tecnólogo explicarían (homogéneamente) que todo sistema tecnológico se afirma interactuando solidariamente con otros sistemas, desplegando ventajas crecientes de adopción, de inclusión en “paradigmas tecnológicos”, aumentando relativamente la productividad, generando economías de escala, incrementando sus niveles de compatibilidad con los usuarios o de adecuación entre oferta y demanda.

Y en muchos sentidos, todos estarían en lo cierto... parcialmente. Es que, en la práctica, ocurren procesos concurrentes para que los artefactos y sistemas “funcionen”. Porque además de todo esto, en términos socio-técnicos, todo sistema tecnológico incorpora incrementalmente productores y usuarios, financiadores y soportes políticos, infraestructuras y redes de proveedores, cambios culturales y regulatorios, entre otros muchos elementos heterogéneos. Y todo este proceso va construyendo el funcionamiento de estos sistemas tecnológicos, su necesidad y su irreversibilidad.

Sin embargo, en términos generales, las ciencias sociales (la historia, la sociología, la antropología, las ciencias políticas y, aún, la economía) han tratado al par tecnología-funcionamiento como una “caja negra” (Rosenberg, 1982) ... un nombre elegante para una negligencia. La construcción de esta caja negra implica al menos dos problemas ontológicos que tienen alcances analíticos.

Por un lado, la tecnología (sus dinámicas y procesos) ha sido tratada como una “variable independiente” que tiene “efectos” sobre los procesos sociales (determinismo tecnológico) o como una “variable dependiente” en donde las decisiones de los actores y grupos sociales determinan las trayectorias de cambio tecnológico (determinismo social) (Thomas, 2008a).

Por otro, cuando se presenta la cuestión del “funcionamiento” se confunden, en forma recurrente, la noción de funcionamiento según lo entienden los actores socio-históricamente situados, que se asimila a una definición analítico-metodológica universal, ex-ante, útil para todo análisis. Lo que en última instancia convierte al analista en un actor más. Este proceso mimético entre el nivel del actor y el nivel del analista construye un sentido común (lejos de constituir un núcleo de “buen sentido”) que se inmiscuye en las explicaciones socio-históricas sobre los procesos de cambio tecnológico e innovación, las dinámicas de desarrollo socio-económico, las políticas y estrategias de política pública, el rol del estado en la esfera tecno-productiva, etc.

Es por esto que una primera acción necesaria para entender por qué funcionan las tecnologías es distinguir claramente el nivel de los actores (el cual no es objeto de

análisis de este documento) del nivel analítico-metodológico (al cual nos dedicaremos en extenso a lo largo de las siguientes páginas).

La noción sobre qué y cómo funciona la tecnología a nivel de los actores es usualmente definida como sigue:

- Según el diccionario de la Real Academia Española (RAE), el funcionamiento es la acción y el resultado de funcionar (y da como ejemplo la aseveración: “el funcionamiento del aparato es correcto”). Y define funcionar con dos acepciones: 1) dicho de una persona, de una máquina, etc.: Ejecutar las funciones que le son propias y 2) marchar o resultar bien. “El negocio funciona como esperaba”.<sup>1</sup>

- En términos más extensos, para el portal mexicano “Definición” funcionamiento es: “el comportamiento normal que un elemento tiene, comportamiento esperado para realizar una tarea específica. El término deriva de función, de la relación que se establece entre dos variables determinadas. Así, funcionar implica que algo se relacione con un hecho o circunstancia de modo efectivo. En el caso de un artefacto, funcionará si cumple con su cometido”.<sup>2</sup>

Estas definiciones focalizan la noción “funcionamiento” en el nivel del actor: es éste quien define si los artefactos y sistemas “se comportan normalmente”, “con corrección”, “de un modo efectivo”, “se comportan como se esperaba para ejecutar las funciones que les son propias”, “cumplen con su cometido” (y definen en qué consiste esa “normalidad”, “corrección”, “efectividad”, cometidos). Una explicación subjetiva. Una forma de determinismo social.

Aunque también en el plano del actor –en el sentido común de los usuarios, en las concepciones de ingenieros, tecnólogos y científicos–, es posible encontrar juicios deterministas tecnológicos, donde el funcionamiento es inmanente al objeto: se explica por las propias condiciones, características, “naturaleza”, de los artefactos y sistemas: “funciona porque está bien hecho” (según los parámetros de “la ingeniería”). Y, aún, en diferentes territorios cognitivos se extiende la noción “funcionamiento” a fenómenos biológicos o políticos.

Lejos de una explicación inmanente –determinista tecnológica– o exclusivamente actoral –determinista social– del funcionamiento de la tecnología, este artículo propone un marco teórico y metodológico, con herramientas analíticas

---

<sup>1</sup> RAE, “funcionamiento”, recuperado de <https://dle.rae.es/funcionamiento> 28-11-2019; RAE, “funcionar”, recuperado de <https://dle.rae.es/funcionar> 28-11-2019.

<sup>2</sup> <https://definicion.mx/funcionamiento/> 28-11-2019.

concretas, que permitan abrir la caja negra del funcionamiento de las tecnologías a los fines de informar marcos conceptuales de las ciencias sociales con mayores grados de capacidad descriptiva y explicativa.

¿Por qué resulta pertinente este ejercicio? Porque en términos estilizados, la tecnología (sus procesos y dinámicas) es conceptualizada desde el mainstream de las ciencias sociales como:

a) ausencia explicativa de las dinámicas tecnológicas. Se suponen efectos “desde” y “hacia” la “variable tecnología”, pero no se integran sus dinámicas y procesos dentro del orden causal.

b) políticamente y socialmente neutral: no responde a intereses o valores, no responde a situaciones socio-políticas o socio-económicas, no responde a cuestiones geoestratégicas o ideológicas. En definitiva, la tecnología no “inclina la balanza” (no participa en la toma de decisiones) de la trayectoria de cambios y continuidades de las dinámicas sociales.

c) definida sobre una trayectoria lineal y evolutiva: los cambios tecnológicos, recorren sus propias trayectorias tecnológicas autogeneradas y autogobernadas. La variable que explica el cambio tecnológico es el “avance” del conocimiento científico que lo genera.

d) universal: concebida en base a “criterios de verdad” suficientemente justificados por un conocimiento científico positivista que aplica a todo tiempo y lugar.

### **Definiciones preliminares: de la “tecnología” a las “tecnologías” (en plural)**

La definición de Bunge (1966 y 1972) que sostiene que “la tecnología es conocimiento científico aplicado” ha sido ampliamente difundida mediante libros de texto y manuales, favoreciendo una conceptualización donde “la tecnología” se ubica y se realiza en “la frontera del conocimiento científico”. Esta forma particular de definición también ha llevado a una diferenciación taxonómica entre tecnología y técnica (Bunge, 1966; Sanmartín, 1990); donde la última solo se extiende hacia saberes que se logran por la actividad concreta, sin mediar conocimiento científico alguno.

Una definición de tecnología más amplia y que permite mayores niveles de interjuegos analíticos es la provista por Winner (1977, 1985 y 1988). Para Winner, el concepto “tecnología” se despliega en tres niveles: i) los “artefactos” (las tecnologías materiales como herramientas, instrumentos, máquinas, utensilios, etc.), ii) los

“procesos” (las habilidades, métodos, procedimientos, rutinas, etc.), y iii) las “formas de organización” social (las empresas, las cooperativas, los clubes, y también formas no institucionales, como el barrio, por ejemplo).

La tecnología entendida en esta forma permite pensar vínculos entre esos tres niveles y, por extensión, desplegar análisis más consistentes. Es decir, entender cómo los artefactos se inscriben dentro de procesos y cómo ambos son parte de las formas de organización.

Es más, esta definición permite situar socio-históricamente a las tecnologías, dándoles un rol particular dentro de un conjunto de relaciones sociales dadas. ¡Pero cuidado con las miradas reduccionistas sobre las tecnologías y su “contexto”! Es bastante obvio para las ciencias sociales en general que bajo modos de producción capitalista los artefactos son mercancías (en sus múltiples formas: bienes de consumo final, intermedio y bienes de capital), los procesos son las técnicas de producción y las formas de organización social son la empresa, el mercado y el Estado. No hay que ir más lejos que la definición schumpeteriana de innovación tecnológica por la cual se entiende a todo nuevo desarrollo tecnológico como aquel que se realiza en el mercado y constituye un monopolio (Schumpeter, 1928 y Nelson, 1995).

Cuando aquí se afirma que las tecnologías son situadas, esto implica que son significadas y funcionan en términos de las configuraciones socio-técnicas (Santos y Thomas, 2012) en las cuales se desarrollan. Es decir, un artefacto puede ser una mercancía o un bien social; un proceso puede ser una metodología productiva o una forma de aprendizaje; y una tecnología de organización puede ser una empresa privada, una cooperativa de trabajo, una feria de economía social o una estructura militar (entre muchas otras posibilidades). Solo para dar un ejemplo: un “mismo” artefacto, un comprimido de Ibuprofeno 400, es una mercancía para el laboratorio privado (y la red de farmacias y médicos que los recetan) y es un bien social para los laboratorios públicos productores de medicamentos (y la red de hospitales públicos que los ofrecen de manera gratuita).

Así, este documento fija un primer punto de apoyo en una definición de tecnologías que abarca genéricamente a los artefactos, los procesos y las formas de organización, que se sitúan particularmente dentro de configuraciones socio-técnicas.

Al mismo tiempo, y como segundo nivel clave, las “tecnologías” son analizadas en diferentes dimensiones: como conocimientos, como materialidades y como prácticas.

La dimensión material es la más obvia, pues normalmente responde a objetos observables, tangibles y no-tangibles. De tan obvia, la dimensión material tiende a distraer de la atención a las otras dimensiones tecnológicas. Y, en particular, genera y justifica todo un territorio explicativo basado en la existencia de dos esferas independientes entre sí, una tecnológica (poblada de artefactos) y otra social (poblada de actores). Y esta diferenciación es la base epistemológica de los abordajes deterministas (tecnológico y social).

La dimensión cognitiva es menos autoevidente pero pertenece a un mismo régimen ontológico. Todas las tecnologías son combinaciones de una heterogeneidad de conocimientos: conocimientos tecnológicos nuevos y previamente disponibles; saberes contruidos desde la práctica; consuetudinarios; ancestrales; tácitos y formales; y conocimientos científicos que han sido objeto de un tratamiento singular por parte de ingenieros y tecnólogos, a fin de convertirlos en insumos para el diseño de artefactos y sistemas.

En este sentido, los usuarios finales no utilizan conocimientos científicos aplicados a tecnologías, sino tecnologías en las que esos diversos conocimientos (incluido el científico) han sido adecuados para su uso.

Finalmente, la última dimensión de las tecnologías es la de las prácticas. Estas no se tratan simplemente de las técnicas que utiliza un operario industrial en contextos productivos. Desde el piso de una fábrica hasta una cancha de tenis, desde la dirección de un vehículo hasta la reparación de calzados, desde la manipulación de teclados hasta el ejercicio de diseño de sistemas, todos los humanos desplegamos una extensísima serie de prácticas tecnológicas que condicionan nuestras capacidades laborales, nuestras formas de comunicación y desplazamientos, nuestras formas de diversión y de comprensión del mundo. Realizamos cotidianamente un fantástico despliegue de prácticas que hacen nuestras vidas posibles.

La incorporación de las prácticas como una dimensión de las tecnologías introduce en el análisis los procesos de aprendizaje. Ya no es la dimensión cognitiva – simple e independiente– relacionada con las formas y tipos de conocimiento. Ahora, el foco está sobre el proceso dinámico por el cual los sujetos aprenden en relación con las tecnologías.

Las prácticas son el resultado de interacciones sociales (Berger y Luckmann, 1968), que es lo mismo que decir que los sujetos aprenden prácticas durante su desarrollo. Y en este sentido, las dinámicas de “hacer y aprender, aprender haciendo”

constituyen una fuente de prácticas que no están codificadas, constituyen la dimensión del “conocimiento tácito” (Collins, 2010).<sup>3</sup>

Si bien analíticamente es posible identificar estas tres dimensiones (conocimientos, materialidades y prácticas), desde el punto de vista óptico estas se realizan, normalmente, de manera conjunta y entrelazada, sistémicamente vinculadas. Conocimientos que generan –y se incorporan en– materialidades, que son utilizados y operados en –y gracias a– ciertas prácticas, que implican aprendizajes, que generan nuevos conocimientos y nuevas materialidades, etc.

A partir de estas consideraciones, es conveniente adoptar la siguiente definición de tecnologías:

Las tecnologías son conjuntos de artefactos, procesos y formas de organización que se despliegan como acciones (cognitivas, materiales y prácticas) realizadas conscientemente por los humanos para alterar o prolongar el estado de las cosas con el objetivo de que desempeñen un uso o función situado y constituido en forma particular dentro de configuraciones socio-técnicas dadas.

### **Del funcionamiento inmanente de las tecnologías a su construcción socio-técnica**

La tensión determinista (determinismo tecnológico vs. determinismo social), común en los estudios sobre tecnología, sólo puede ser superada si se abandona la representación analítico-estructural de “tecnología” y “sociedad” como dos entidades equivalentes, dos esferas de existencia independiente. Pero, evidentemente, no es suficiente con abandonar una perspectiva para resolver un problema. La superación sólo se consigue si es posible adoptar una nueva explicación que evite los inconvenientes de la anterior.

Los desarrollos conceptuales en términos constructivistas-relativistas han permitido quebrar la lógica lineal de los análisis deterministas. A punto tal que han generado un nuevo objeto de análisis, ni excluyentemente tecnológico, ni restringido a las relaciones sociales: “socio-técnico”.

---

<sup>3</sup> El Programa Empírico del Relativismo (PER) es una aproximación orientada a demostrar la construcción social del conocimiento científico. El primer elemento que define al PER es la noción de conocimiento tácito. Según H. Collins (1981), gran parte de los estudios anteriores sobre sociología de la ciencia y del conocimiento se basan en una asunción equivocada sobre el proceso de transmisión del conocimiento. En general, se supone que el conocimiento es un bien universal y fácilmente adquirible, como si fuera un fragmento de información digital que se puede cargar y obtener en una computadora. Es decir, es un modelo de conocimiento que no tiene en cuenta el papel clave del conocimiento tácito y de la “cultura material” construida alrededor de los artefactos y los procesos de producción. H. Collins denomina esta creencia “modelo algorítmico”.

El desarrollo de los estudios sociales de la tecnología durante los últimos 30 años generó una serie de abordajes que intentan captar la naturaleza compleja de los procesos de cambio tecnológico (Vessuri, 1991 y 1994). Estos abordajes se han centralizado en una convicción teórica: es imposible – e inconveniente – realizar distinciones a priori entre “lo tecnológico”, “lo social”, “lo económico”, “lo científico”. Esta característica del cambio tecnológico ha sido descrita con la metáfora del “tejido sin costuras” [seamless web] (Hughes, 1986; Bijker, Hughes y Pinch, 1987). Así, para Bijker (1995), el tejido de una sociedad moderna no está hecho de distintas piezas científicas, económicas, tecnológicas o sociales. Esos “dobletes” pueden ser vistos como visiones parciales, sesgadas, de los actores o construcciones “disciplinarias” de los analistas.

Esta nueva forma de construcción del objeto de análisis posibilita otorgar un mayor grado de precisión al planteo interactivo de la construcción social de la tecnología, desde una posición no determinista. Por esto resulta más adecuado hablar de “lo socio-técnico”, tanto en términos de abordaje teórico-metodológico como de unidad de análisis.

Los estudios constructivistas intentan mostrar el carácter social de la tecnología y el carácter tecnológico de la sociedad, en contra de las visiones deterministas lineales, tecnológicas o sociales, corrientemente adoptadas por los analistas (economistas, historiadores de la tecnología, etc.) o por los propios actores (ingenieros, empresarios, políticos, operarios, usuarios...) intervinientes en los procesos de cambio tecnológico.

Contra lo que supone el sentido común –y esto incluye también a ingenieros, científicos y tecnólogos– una tecnología no “funciona” porque “está técnicamente bien hecha”. El “funcionamiento” de los artefactos no es algo “intrínseco a las características del artefacto” (Bijker, 1995: 14), sino que es una contingencia que se construye social, tecnológica, política y culturalmente.

Como vimos previamente, para el sentido común una tecnología funciona cuando está bien diseñada –en términos paramétricos estables, mejores prácticas universales, saber hacer experto–. Y “no funciona” porque, por motivos extra-técnicos –ajenos a esos parámetros, a esas mejores prácticas, a esa experticie– elementos políticos, económicos, culturales, socio-cognitivos interfieren en el proceso de diseño, producción y uso de artefactos y sistemas, generando disfunciones. En síntesis: una tecnología funciona cuando está diseñada, producida y usada siguiendo las reglas y criterios de los

métodos de ingenieros, tecnólogos y científicos, y no funciona cuando los procesos de diseño, producción y uso son “contaminados” por cuestiones ideológicas.

Pero esto supone otorgar capacidad explicativa a un conjunto de “asimetrías analíticas”, en términos de Bloor (1976) o Bijker (1995). En particular, implica que los conocimientos técnicos y científicos son neutrales (en modo alguno ideológicos), y que son posibles procesos de diseño, producción y uso de tecnología que nada tengan que ver con la política, la economía, la cultura, la sociedad porque estos conocimientos científico-tecnológicos expertos son neutrales, extraños a la esfera social. Si los artefactos funcionan es porque se respetó esa neutralidad, si no funcionan es porque la ideología y la sociedad operaron en su contra.

Gran parte de las historias de la tecnología se desarrollan bajo esta línea argumental. Tanto es así que muchas historias de las tecnologías (en particular las escritas por *practitioners*) son más historias internalistas de la ingeniería (de transportes, de energía, civil, etc.) que explicaciones de la existencia y funcionamiento de artefactos y sistemas. El problema es que esta concepción historiográfica convierte a la cuestión del funcionamiento en un aspecto derivado, lógico, del buen diseño: el funcionamiento evidencia la “calidad”– entendida en términos disciplinarios y expertos– de diseño y producción. El funcionamiento se reduce a un dato inicial que describe y explica – *explanans*– por qué un artefacto o sistema es adoptado y usado. Los artefactos mal diseñados, en cambio, no funcionan, y, por lo tanto, no son adoptados ni utilizados. Y, en términos de consecuencias analíticas, las tecnologías que “no funcionaron” no son objeto de explicación teórica ni empírica.

Lamentablemente para esta línea argumental, la historia está llena de artefactos con problemas de diseño y producción adoptados y utilizados, y de ingeniosos, creativos, ventajosos y eficientes diseños tecnológicos discontinuados o que nunca vieron la luz (en definitiva, considerados “fracasados”). La empírea no parece subordinarse a esta línea explicativa.

Así como tampoco es posible encontrar un solo caso de desarrollo tecnológico completamente exento de elementos económicos, políticos, culturales o sociales... simplemente porque esto es imposible (al menos, en las sociedades humanas realmente existentes). Y no estamos simplemente hablando de análisis de contexto –externalistas– de cuestiones macroeconómicas, macro-culturales, macropolíticas, de ambiente, de época, sino de concretos y discernibles ideologemas que intervienen, en un plano de simetría e igualdad con otros ideologemas, generados por comunidades de ingenieros y

tecnólogos en los supuestamente asépticos ámbitos de laboratorios y unidades de I+D.<sup>4</sup> Es que resulta totalmente inadecuado partir de una discontinuidad epistemológica, diferenciando analíticamente a priori los conocimientos tecnológicos y científicos del resto de los conocimientos intervinientes en los procesos de concepción, diseño, producción y uso de tecnologías (Bloor, 1976; Bijker, 1995). Y, por lo tanto, también resulta inadecuado operacionalizar esa distinción a la hora de comprender por qué algunas tecnologías funcionan y otras no.

Wiebe Bijker (1995) ha realizado tres aportes sustantivos al análisis de los procesos de construcción de funcionamiento:

- a. el funcionamiento es un aspecto central y sustantivo (no adjetivo) del análisis de las tecnologías,
- b. el funcionamiento es una construcción social (socio-técnica), y
- c. el funcionamiento es “lo que hay que explicar”, no “lo que explica”

#### *Centralidad del funcionamiento*

Christopher Freeman (1995) afirmaba que un artefacto no es adoptado porque funciona; funciona porque es el adoptado. En todo proceso de innovación los artefactos funcionan porque son objeto de diferentes alteraciones y mejoras que generan crecientes ventajas de adopción. En tanto los artefactos no elegidos no son beneficiarios de estas mejoras sucesivas. Por eso, al final de este proceso, resultan ser “los que funcionan”.

En un sentido convergente con el economista de la innovación, para Bijker –en sus marcos tecnológicos– el funcionamiento no es una cuestión objetiva: “el funcionamiento está en los artefactos”, pero tampoco subjetiva: “el funcionamiento es una construcción social”.<sup>5</sup>

Tanto en Freeman como aún más explícitamente en Bijker, el funcionamiento constituye el resultado de un proceso de construcción social, no el resultado de un acierto puntual de diseño, y menos aún, de serendipia. Es un nudo explicativo fundamental para la comprensión de los procesos de aprendizaje y de cambio tecnológico.

#### *Construcción social del funcionamiento*

---

<sup>4</sup> Ideograma: la menor unidad inteligible de (una) ideología (Makaryk, 1993). Vinculados a construcciones ideológicas acerca de lo que es y no es, lo que es bueno o malo, adecuado o inadecuado, eficiente o ineficiente, lo que es posible o imposible, viable o inviable.

<sup>5</sup> Un marco tecnológico (Bijker, 1987) es un concepto que busca aplicarse a la interacción entre varios actores. No son entidades fijas, son desarrollados como parte del proceso de estabilización de una tecnología. Incluye tanto el reconocimiento de aquello que cuenta como un problema como las estrategias disponibles para resolverlo y los requerimientos que una solución debe tener.

En los marcos tecnológicos en Bijker (1995), el “funcionamiento” o “no-funcionamiento” de una tecnología es una relación interactiva entre actores y artefactos. Es una contingencia socialmente construida. Así, lejos de un absoluto universal, el funcionamiento constituye una cuestión relativa, contingente ¿para quién funciona y para quién no? Los artefactos, sus características y condiciones físicas son tan relevantes como la subjetividad de los actores implicados. Simplemente porque no es posible asignar cualquier sentido a cualquier artefacto o sistema. Esto permite a Bijker recuperar la simetría analítica y superar, al menos parcialmente, la denunciada incompatibilidad entre la teoría actor-red (ANT) y el constructivismo social de la tecnología (SCOT).

#### *El funcionamiento como explanandum*

Dadas las consideraciones anteriores, para Bijker (1995) el “funcionamiento” de un artefacto o sistema no debe ser considerado como *explanans* (lo que explica: “un artefacto es adoptado porque funciona”) sino como *explanandum* (lo que hay que explicar: ¿por qué se considera que un artefacto funciona?). El “funcionamiento” de un artefacto socio-técnico es así un objeto de análisis, focalizado en el proceso de construcción continua, que se despliega desde el mismo inicio de su concepción y diseño hasta alcanzar un estado de estabilización y clausura.

Lejos de las “cajas negras” deterministas lineales del sentido común, ahora es necesario explicar el funcionamiento de las tecnologías para comprender procesos de cambio tecnológico indisolublemente vinculados a procesos de cambio social.

#### **Análisis Socio-Técnico del funcionamiento / no-funcionamiento de las tecnologías**

Es necesario complementar el desarrollo teórico de Bijker (1995) para evitar el riesgo de restringir el alcance de los procesos de construcción de funcionamiento a homogéneos procesos sociales de asignación de sentido -en un movimiento reduccionista homogéneamente social-.

#### *Agencia simétrica de actores y artefactos*

Los artefactos, sus características y condiciones físicas son tan relevantes como la subjetividad de los actores implicados. Simplemente porque la agencia de los artefactos impide asignar cualquier sentido a cualquier tecnología: sus características físico-materiales, su desempeño / comportamiento, su composición, su resistencia, etc. inciden

directamente sobre los sentidos que es posible asignarles, las descripciones que es posible construir, los parámetros que es posible cuantificar...

Equiparar la agencia de los artefactos a la de los actores permite, en consecuencia, recuperar la simetría analítica y superar, al menos parcialmente, la denunciada incompatibilidad entre el abordaje en términos actor-red (ANT) y el constructivista (SCOT).

#### *Construcción socio-técnica de funcionamiento / no-funcionamiento*

A fin de generar mayor simetría, no basta con enunciar el problema. Es conveniente re-conceptualizar, integrando el concepto de co-construcción de actores y artefactos de Trevor Pinch (1996) en la definición de “funcionamiento” en términos de análisis socio-técnico: el “funcionamiento” o “no-funcionamiento” de un artefacto es resultado de un proceso no lineal de co-construcción socio-técnica en el que intervienen simétricamente –normalmente de forma auto-organizada– elementos heterogéneos, humanos y no humanos: condiciones materiales, artefactos y sistemas, instituciones de I+D, conocimientos tácitos y codificados, regulaciones, financiamiento, usuarios, prestaciones, modas, artefactos arquetípicos, etc. Supone complejos procesos de adecuación de respuestas/soluciones tecnológicas a concretas y particulares articulaciones socio-técnicas históricamente situadas.

La adopción de esta definición deviene regla metodológica: el “funcionamiento” o “no-funcionamiento” de los artefactos debe ser analizado simétricamente (Thomas y Kreimer, 2002a; 2002b; Kreimer y Thomas, 2003; Thomas, Fressoli y Aguiar, 2006).

El esfuerzo de Bijker (1995) –y de gran parte de la historiografía de la tecnología– se focalizó en la explicación del funcionamiento de artefactos y sistemas. Esfuerzo que en la mayoría de la literatura –economistas, sociólogos, historiadores– llevó a la selección de casos considerados “exitosos”.

El principio de simetría se extiende en el análisis socio-técnico al tratamiento en igualdad de condiciones, con igualdad de conceptos explicativos e instrumentos heurísticos tanto a los desarrollos considerados “éxitos” como a los “fracasos”, redefinidos como procesos de construcción de funcionamiento / no-funcionamiento de las tecnologías.

#### *El funcionamiento como proceso*

Desde la perspectiva socio-técnica el funcionamiento de un artefacto no es un fenómeno estático, ocurrido en un momento único, resultado de la inspiración de un tecnólogo o del talento natural de un *practitioner*. Ni mucho menos es el resultado lógico y lineal de

resolución de un problema de la generación tecnológica anterior: la puesta “en acto” de lo que estaba “en potencia”, en términos identitarios aristotélico-tomistas.

Se produce como resultado de una secuencia: supone complejos procesos sucesivos de adecuación de soluciones tecnológicas a concretas y particulares articulaciones socio-técnicas, históricamente situadas. ¿Cuándo y en qué circunstancias funciona y cuándo deja de funcionar? ¿Dónde funciona y dónde no? Lejos de una linealidad lógica, estas secuencias responden a la agencia de diversos actores y artefactos, al interjuego de los elementos heterogéneos antes enunciados.

#### *Construcción de funcionamiento como proceso auto-organizado*

Por esto, en el análisis socio-técnico es coherente y consistente afirmar que los procesos de construcción de funcionamiento/no-funcionamiento son auto-organizados. No responden a procesos humanos, lógicos, racionales, de progreso, direccionamiento y organización del cambio tecnológico. Obviamente, sí pueden ser objeto parcial de iniciativas organizadas, por ejemplo, de estrategias empresariales que intentar disminuir el grado de incertidumbre de los procesos de innovación, y también pueden ser resultado de procesos de auto-organización secundaria, pues normalmente los procesos de cambio tecnológico toman como punto de partida tecnologías anteriores. Pero de ningún modo es posible afirmar que los procesos de construcción de funcionamiento/no-funcionamiento son previsibles, ni lineales, ni gobernables, ni, menos aún, autónomos, evolutivos y racionales. Aún en el caso de poderosos gobiernos o empresas transnacionales oligopólicas –con enormes capacidades de generación de consensos y ejercicio de coerción–, la historia de las tecnologías muestra la imprevisibilidad de rupturas en la orientación de los procesos de cambio tecnológico, de sorpresas en las estrategias de I+D, producción, mercadeo, control de *market shares*,<sup>6</sup> de imprevisibilidad de los desarrollos de terceros, en definitiva: muestran la ingobernabilidad de las trayectorias socio-técnicas.

### **El funcionamiento integrado en alianzas socio-técnicas**

Analizar la construcción de “funcionamiento/no-funcionamiento” de las tecnologías como parte de procesos auto-organizados implica un desafío teórico-metodológico. El

---

<sup>6</sup> Cuotas de mercado

concepto de “alianza socio-técnica” resulta particularmente adecuado para este ejercicio. Definimos alianza socio-técnica como un concepto del nivel del analista:

Reconstrucción analítica de una coalición de elementos heterogéneos implicados en el proceso de construcción de funcionamiento / no-funcionamiento de una tecnología.

Movimiento de alineamiento y coordinación (en el sentido de Callon, 1992) de artefactos, ideologías, regulaciones, conocimientos, instituciones, actores sociales, recursos económicos, condiciones ambientales, materiales, etc. que viabilizan o impiden la generación, producción, adopción, uso, estabilización de una tecnología y la construcción de su funcionamiento / no-funcionamiento (Maclaine Pont y Thomas, 2007; Thomas y Fressoli, 2011; Thomas, Fressoli y Becerra, 2012).

Las alianzas socio-técnicas son coaliciones auto-organizadas. Aunque en algunos casos es posible registrar acciones de planificación parcial (en el mismo sentido que, por ejemplo, se planifica una coalición política). Por ejemplo, una gran empresa monopólica transnacional o un gobierno pueden tener poder suficiente como para construir el funcionamiento de sus sistemas tecnológicos, inhibiendo (destruyendo una alianza local rival) o subordinado (incorporando los elementos de la alianza local a su propia alianza) los desarrollos artefactuales de emprendimientos locales de menor escala. O, en otros términos, su estrategia de control de mercado y territorio les permite controlar algunos aspectos clave de la alianza socio-técnica en la que desarrolla sus negocios o sus planes nacionales. Pero, a lo largo de la historia, es posible observar que, aún en estos casos, esa capacidad de alineamiento y coordinación es acotada por una multiplicidad de elementos que escapan al control de las firmas o los estados, desde alteraciones en la estructura de negocios hasta cambios climáticos. Por eso, aún en estos casos, las alianzas son –en última instancia- auto-organizadas. En todo caso, lo que sí ocurre es que la capacidad de organización de estos “grandes actores” les permiten desplegar capacidades redundantes, poder de coerción, movilización y capacidad de cambio, tales que pueden retomar posiciones dominantes o, aún promover la construcción de alianzas alternativas, ejerciendo su poder oligopólico u oligopsónico.

El concepto de alianzas socio-técnicas está basado en la noción de redes tecno-económicas de Michel Callon (1986 y 1992). En particular, incorpora las capacidades descriptivas de mapeamiento de relaciones entre actores e intermediarios de las redes tecno-económicas. Pero las alianzas suponen al menos dos ventajas analíticas sobre las redes callonianas:

a) incorporan la dimensión ideológica como elemento constitutivo de la alianza, dejada fuera de consideración por el materialismo taxativo de las redes tecnológicas de Callon (1992) y Latour (1991). Ideas, conceptos, ideologías: visiones de lo que existe, lo bueno y lo posible, constituyen componentes significativos de los procesos de construcción de funcionamiento en las alianzas socio-técnicas, y

b) donde las redes callonianas son fundamentalmente descriptivas, pero problemáticamente explicativas, y restringen la cuestión del poder a las relaciones de traducción de intermediarios, las alianzas socio-técnicas se focalizan sobre la cuestión del poder en las dinámicas de cambio tecnológico. Siguiendo a Wiebe Bijker (1995), en dos niveles en particular: micropolítico (procesos decisorios y vinculaciones de co-construcción) y semiótico (procesos de asignación de sentido y construcción de funcionamiento).

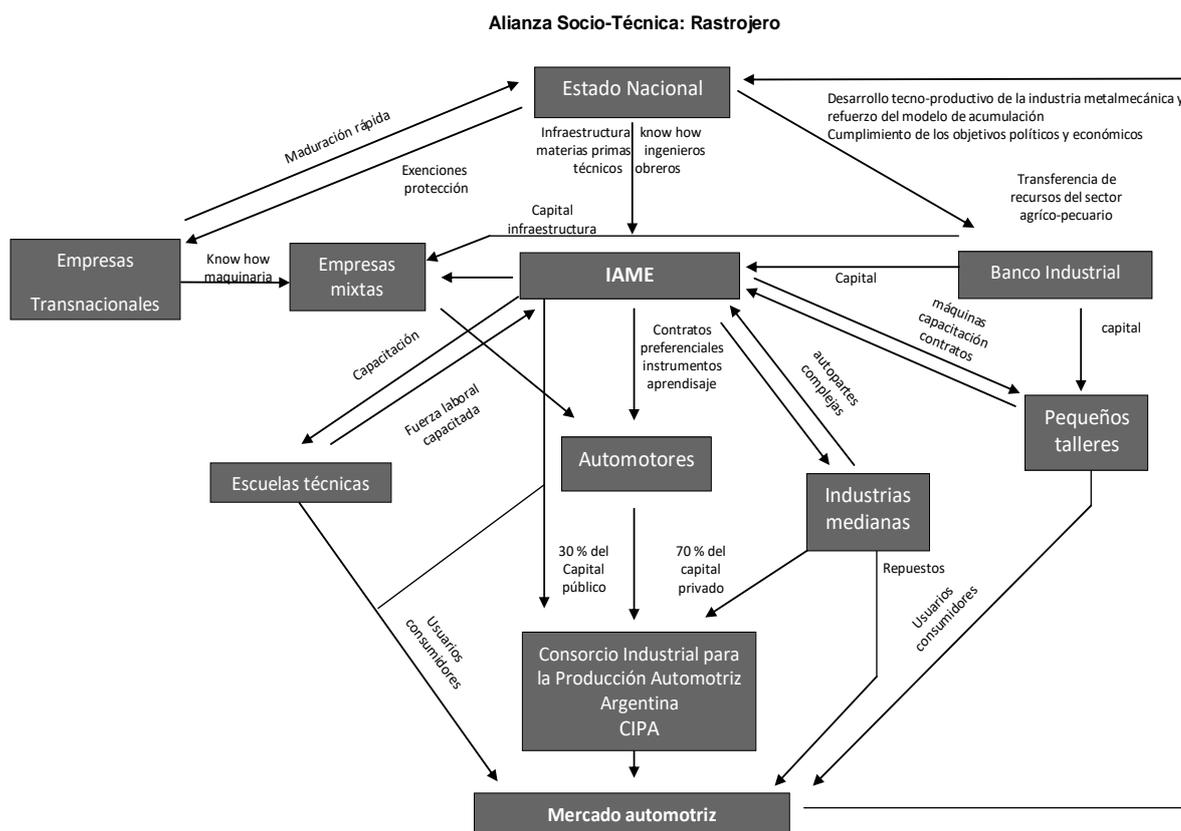
Por esto mismo, las alianzas socio-técnicas permiten también superar las restricciones de los Grandes Sistemas Tecnológicos de Thomas Hughes (1986). Pero aun así es posible rescatar la noción de “momentum” no simplemente de una tecnología sobre otra, sino de una alianza sobre otra –asociado a la noción de funcionamiento.<sup>7</sup> Y, por otra parte, el concepto de alianzas viabiliza convertir en *explanandum* (lo explicado) lo que en Hughes es *explanans* (lo que explica): la idea de constructor del sistema. Hughes no explica por qué un componente humano del sistema tiene la capacidad de convertirse en su constructor. Por un lado, las dinámicas de las alianzas (como las redes callonianas) pueden ser alineadas y coordinadas tanto por humanos como por no humanos. Por otro, permiten comprender por qué en un momento particular de la trayectoria de una alianza un humano puede aparecer, ante el sentido común, como su organizador.

En el gráfico 1 se presenta la alianza socio-técnica de un caso específico, lo que tal vez permita comprender mejor el contenido y configuración de una alianza, la multiplicidad y heterogeneidad de los elementos que la constituyen, y el modo en que permiten explicar los procesos de construcción de funcionamiento socio-técnico:

Gráfico 1: Alianza socio-técnica del Rastrojero

---

<sup>7</sup> El concepto de momentum es tomado de la física para superar las restricciones analíticas del concepto (determinista tecnológico) de autonomía. La metáfora comprende tanto factores estructurales como eventos contingentes. Según Hughes (1987), los sistemas tecnológicos poseen una masa de componentes técnicos y organizacionales, dirección o metas, y expresan una tasa de crecimiento que sugiere una velocidad. Esta cualidad en los grandes sistemas tecnológicos es análoga al movimiento inercial.



Fuente: Gráfico tomado de Picabea y Thomas (2015).

¿Cómo se desarrolló en Argentina el Rastrojero -el primer vehículo utilitario producido en serie en América Latina? (Picabea y Thomas, 2015)

Hasta antes de la Segunda Guerra Mundial, la mecanización del agro y el desafío del aumento de la producción demandaba capacidades que, hasta ese momento, se satisfacían –fundamentalmente– mediante la importación de tractores y maquinaria agrícola. Hacia fines de la década del '40, el gobierno argentino adoptó una explícita estrategia de sustitución de importaciones. Si bien se realizaron diferentes gestiones, las fábricas norteamericanas, habituales proveedores de tractores, camiones y camionetas, rechazaron la invitación para radicar terminales en el país. Los precios de importación resultaban privativos para los productores locales pequeños y medianos, objeto de los nuevos créditos promocionales del gobierno.

Frente al escaso desarrollo previo de las capacidades industriales locales y la problemática fluidez de los mercados de tecnología de posguerra, se aprovechó el conjunto de instalaciones disponibles. La Fábrica Nacional de Aviones –fundada por las

fuerzas armadas a inicios de la década del '30, en una situación política completamente diferente— concentraba gran parte de la capacidad tecno-productiva metalmecánica.

En el proyecto tecno-nacionalista del peronismo, la fábrica adquirió un papel central. Reconvertida en Industrias Metalmecánicas del Estado (IME), la empresa estatal se reconvirtió de unidad especializada a emprendimiento multipropósito. Paralelamente, el estado argentino buscó tecnología incorporada en la adquisición de rezagos de guerra. Entre ellos, 2.500 tractores británicos utilizados para movilizar aviones en los campos de las bases aliadas.

Pero la iniciativa de utilizarlos en actividades agrícolas fracasó: los tractores eran inestables en terrenos anfractuados, como medios de tracción de arados y cosechadoras. El gobierno convocó al director de IME, Brigadier San Martín, planteándole el desafío de generar utilidad para esos tractores.

Así, los ingenieros aeronáuticos de IME diseñaron una posible utilización de una de sus partes: los motores. Y el artefacto propuesto —un vehículo utilitario liviano— fue el resultado de la integración de las capacidades de diseño aeronáutico, de producción de algunos experimentos automotrices previos (el “Justicialista”) y de las partes importadas como rezago de guerra: el “Rastrojero”.

El diseño del vehículo incorporaba una caja de paredes desmontables, que facilitaba la realización de carga y descarga desde diferentes ángulos. El despeje permitía su circulación en caminos de ripio y, aún, en tierra arada. No sólo resultó útil en tareas rurales, sino también como vehículo de carga y logística para las pequeñas y medianas empresas (PyMEs) del plan de desarrollo gubernamental.

Para su producción se generó una precaria línea de montaje, no automatizada, en una nueva instalación dentro de la fábrica, utilizando una vez más capacidades de tecnología de proceso adquiridas en la producción aeronáutica. Los trabajadores de IME se reconvirtieron de aeronáuticos a automotrices. Nuevos empleados fueron entrenados en escuelas técnicas cercanas y contratados por IME para realizar las nuevas —localmente inéditas— tareas de producción automotriz.

No todas las partes se producían *in house*. Incrementalmente se tercerizaron producciones de piezas, inicialmente a los antiguos proveedores aeronáuticos, que fueron objeto de capacitaciones tecnológicas. Se fue integrando así un parque de proveedores PyME de una naciente industria automotriz nacional, primero en la provincia de Córdoba, sede de IME, y luego en otros centros urbanos del país (Buenos Aires, Rosario). Gran parte de este esfuerzo también fue financiado por el estado, con

fondos provenientes del Banco Industrial (generados por el Instituto Argentino de Promoción del Intercambio –IAPI-, como retenciones a las exportaciones agrícolas).

Obviamente, la nueva marca automotriz carecía de concesionarias. Se generó una red de ventas, el Consorcio Industrial para la Producción Automotriz Argentina (CIPA), que ofrecía precios significativamente menores a los utilitarios importados de la competencia (Ford, Chrysler, General Motors) y financiamiento a largo plazo, con respaldo del Banco Industrial.

Las ventas crecieron rápidamente. La relación calidad-precio del vehículo resultó conveniente para los usuarios en comparación con los bienes rivales importados. Rápidamente se agotó el stock de motores de los tractores británicos. El estado argentino promovió un concurso para la radicación de un proveedor de motores diesel. Se presentaron diversas fábricas europeas (entre ellas, FIAT, que, en ese momento, sólo tenía plantas productivas en territorio italiano). La firma alemana Borgward resultó beneficiaria. Rápidamente comenzó su producción local, asociándose estructuralmente a la producción de IME.

La fábrica continuó desplegando una estrategia de diversificación tecno-productiva en los años subsiguientes: utilitarios, motos, aviones de uso militar y civil, tractores. La alianza socio-técnica generada resultó de tal solidez que luego de la caída del gobierno peronista, del cambio de estrategia de sustitución de importaciones y, aún, de la radicación de plantas de ensamblado y producción de pick-ups norteamericanas, la fábrica, ahora llamada IAME, continuó produciendo. El Rastrojero continuó siendo demandado por los usuarios argentinos.

No es sólo una historia de innovaciones tecnológicas. Ni, simplemente, una convergencia de redes tecno-económicas. Ni la unificación de sentido entre diversos grupos sociales relevantes. Ni el resultado de la acción de un *system builder*. Ni la implementación de una estrategia tecno-nacionalista gubernamental. ¡Es todo eso y más!

El análisis del caso “Rastrojero” muestra que su existencia y construcción de funcionamiento resultan explicables sólo por la integración de una heterogeneidad de elementos: políticas públicas, capacidades tecno-productivas, recursos financieros, generación de instituciones, generación de tecnologías de productos y procesos, desarrollo de proveedores, interacciones usuario-productor... alineados y coordinados de una forma singular, en una situación socio-histórica particular, en parte auto-organizada, en parte planificada. Porque, desde esta perspectiva analítica, el Rastrojero

es un componente integrado en una estrategia política de desarrollo industrial, y al mismo tiempo, un artefacto que le asigna sentido y materialidad a esa estrategia. En rigor, el Rastrojero es un artefacto tecno-político. Y, en este sentido, todos los artefactos son híbridos socio-técnicos.

Donde en otros territorios el desarrollo de la industria automotriz fue gestado con capital privado, en Argentina fue financiado con dinero público. Donde se desarrollaron capacidades tecno-disciplinarias a través de largas trayectorias, aquí se resignificaron intersectorialmente conocimientos locales. Donde en otros territorios la logística sectorial se gestó en dinámicas de competencia, en Argentina se generaron dinámicas colaborativas intra-sectoriales. Donde muchas iniciativas latinoamericanas fracasaron en su intento de estabilizarse, la experiencia IME-IAME resultó sostenible por décadas (sólo la dictadura militar iniciada en 1976 consiguió discontinuar su producción). O, en otros términos: fue necesaria la acción directa de un gobierno dictatorial asociado al interés de las empresas transnacionales lo que pudo deshacer la alianza socio-técnica del Rastrojero. Las alianzas socio-técnicas permiten describir y entender ¿cómo se construyó el funcionamiento de la producción autónoma de un vehículo utilitario en Argentina? ¿qué ocurrió?, ¿por qué ocurrió?, y ¿por qué no ocurrió de otra manera?

Las alianzas permiten superar las restricciones de las nociones de “ensamble socio-técnico” de Wiebe Bijker (1995).<sup>8</sup> Al no basarse exclusivamente en el concepto de flexibilidad interpretativa, posibilitan el ingreso de una diversidad de elementos heterogéneos en las explicaciones, superando el carácter determinista social de los procesos semióticos de construcción de sentido del abordaje constructivista.<sup>9</sup> Y, frente a la ambigua definición de la noción “ensamble socio-técnico” de Bijker, presentan una clara construcción de sentido del concepto analítico (permitiendo desplegar con eficiencia nuevas operaciones de triangulación de conceptos).

Finalmente, pero no menos importante, las alianzas socio-técnicas permiten analizar con competencia explicativa algo que las redes tecno-económicas y los ensamblajes ocultan: la posibilidad de enfrentamientos. El carácter –en última instancia– monolíticamente moderno del abordaje actor-red (Law, 2002), y por derivación, de las

---

<sup>8</sup> Un ensamble socio-técnico (Bijker, 1995) es la tercera etapa de análisis de SCOT, es producto de la interacción entre diferentes marcos tecnológicos.

<sup>9</sup> La flexibilidad interpretativa (Pinch y Bijker, 1984) es la primera etapa del modelo de análisis de la construcción social de la tecnología. En esta etapa, se busca demostrar que los artefactos tecnológicos son construidos e interpretados culturalmente. La flexibilidad interpretativa también forma parte de las etapas de diseño, de este modo, no es posible afirmar que existe “el mejor modo” para diseñar un artefacto.

redes callonianas, hace que toda la actividad referido a enfrentamientos, controversias o diferendos sea subsumido en una única estructuración de las redes tecno-económicas.

Si bien Bijker presenta la eventualidad de diferentes situaciones de sus “marcos tecnológicos”: a) inexistencia de un marco tecnológico estabilizado, b) vigencia de un solo marco tecnológico, y c) enfrentamiento entre marcos tecnológicos, la operacionalización de esta conceptualización resulta problemática. Por un lado, porque se restringe a conflictos entre marcos tecnológicos (una unidad de análisis sumamente abarcativa, equivalente a “paradigmas tecnológicos”). En los análisis de base empírica es posible identificar otros niveles de enfrentamientos, controversias y diferendos en objetos de análisis de diferentes escalas y alcances: desde la existencia de bienes rivales hasta el conflicto entre diferentes países o regiones, unidades de análisis diferentes, menores o mayores, que los marcos tecnológicos de Bijker. Por otro, porque no aclara cómo se dan estos enfrentamientos en el seno de los ensambles socio-técnicos. Ni menos aún, entre ensambles socio-técnicos.

Y ésta es una de las principales capacidades analíticas del concepto “alianzas socio-técnicas”: permite mapear y comprender conflictos, enfrentamientos, controversias, diferendos. Permite visualizar interacciones múltiples, entre elementos heterogéneos, y reconstruir relaciones causales. Y, así, permite simplificar y tornar inteligible aquello que el sentido común caracteriza como “lo complejo”.

¿Y el “contexto”? Como en el caso de los Grandes Sistemas Tecnológicos de Hughes (1986), no hay tal cosa (en términos analíticos). Todo elemento que interactúe con otro en el marco de una alianza pertenece a esa alianza (¡o a su adversaria, claro!). Si incide, si participa de una relación causal, si se relaciona de algún modo significativo, participa de esa alianza. Todo elemento que no se vincule a la dinámica de esa alianza no es significativo para el análisis y, por lo tanto, queda fuera de la reconstrucción analítica.

Pero, a diferencia de los Grandes Sistemas Tecnológicos de Hughes, no hay restricciones de escala o alcance: el tamaño, densidad y complejidad de las alianzas es definido por el analista, en cada ejercicio particular, como ocurre con los sistemas nacionales de innovación o las redes callonianas. En tanto construcciones del analista, las alianzas no obedecen a restricciones apriorísticas micro-macro: se extienden hasta donde la pregunta-problema de investigación lo determine pertinente, hasta donde aparezcan relaciones explicativas significativas del fenómeno analizado, hasta el límite de la redundancia.

Así, las alianzas se constituyen en la unidad de análisis primaria del enfoque socio-técnico, superando de este modo las restricciones artefactualistas, las distinciones micro-macro (sociológicas, políticas o económicas), los recortes “homogéneos”, mono-disciplinarios.

En síntesis: las alianzas permiten explicar los procesos socio-técnicos de construcción de funcionamiento / no-funcionamiento con mayor competencia descriptivo-explicativa que otros abordajes alternativos (para una síntesis comparativa, ver Cuadro 1).

### **Contribuciones teóricas y metodológicas del Análisis Socio-Técnico a los estudios socio-histórico de las tecnologías**

A esta altura del documento, ya es posible ofrecer una definición acabada de funcionamiento/no-funcionamiento útil para su movilización analítica. En términos socio-técnicos, en el plano del analista:

El “funcionamiento/no-funcionamiento” de los artefactos no es algo intrínseco a las características del artefacto, ni el resultado de una simple asignación de sentido generada por los actores, sino que es una contingencia que se construye social, tecnológica, política, científica, cognitiva y culturalmente.

#### **Cuadro 1. Resumen de problemas y soluciones teóricas sobre el análisis del funcionamiento / no-funcionamiento de las tecnologías**

<b>Problemas de las explicaciones sobre funcionamiento / no-funcionamiento de los estudios sociales de la tecnología</b>	<b>Soluciones aportadas por el concepto de alianza socio-técnica a la noción de funcionamiento / no-funcionamiento</b>
Funcionamiento / no-funcionamiento como resultado de homogéneos procesos sociales de asignación de sentido hacia las tecnologías. Proceso lineal subjetivo ordenado bajo la existencia de grupos sociales inscriptos en marcos tecnológicos determinados.	El funcionamiento /no-funcionamiento es siempre un proceso relacional de co-construcción entre los elementos heterogéneos que conforman una alianza socio-técnica. Permite incorporar en el análisis el carácter auto-organizado y contingente de las alianzas en las explicaciones sobre funcionamiento /no-funcionamiento.

<p>La materialidad de las tecnologías, sus características y condiciones físicas no intervienen en el proceso de funcionamiento. Pérdida explicativa por ausencia de la agencia de los artefactos. Predominio relativo del plano semiótico en el análisis</p>	<p>En el proceso de co-construcción socio-técnica intervienen simétricamente elementos humanos y no humanos alineados y coordinados en alianzas socio-técnicas. Ampliación de la capacidad explicativa, en particular porque incorpora la agencia de lo no humano como explicación del proceso auto-organizado y contingente.</p>
<p>Sesgo analítico hacia la explicación de casos de funcionamiento, con la consecuente pérdida de capacidad explicativa sobre el no-funcionamiento de las tecnologías</p>	<p>Simetría analítica de casos de funcionamiento / no-funcionamiento. Ampliación de los estudios de base empírica, atendiendo aquellas relaciones entre lo que “funciona” y “no funciona”.</p>
<p>El conflicto se expresa en clave de situaciones de los “marcos tecnológicos” (MT). Los MT son unidades sumamente abarcativos no permiten identificar otros niveles de enfrentamientos, controversias y diferendos en donde el funcionamiento /no-funcionamiento es parte de objetos de análisis de diferentes escalas y alcances.</p>	<p>El análisis de conflictos en materia de funcionamiento /no-funcionamiento alcanza su mayor capacidad explicativa al reconstruir alianzas socio-técnicas adversarias. Permite mapear y comprender conflictos, enfrentamientos, controversias, diferendos. Permite visualizar interacciones múltiples, entre elementos heterogéneos, y reconstruir relaciones explicativo-causales. Lo “complejo” se vuelve inteligible.</p>
<p>A pesar de su intención dinámica, el abordaje constructivista resulta estático: representa un momento estable de un sistema de interacciones. La temporalidad –historicidad de los marcos tecnológicos y los ensamblajes socio-técnicos– sólo es representable mediante una sucesión de modelizaciones, tantas como estabilizaciones son detectadas</p>	<p>El concepto alianza socio-técnica permite explicar procesos diacrónicos de funcionamiento /no-funcionamiento. En particular, permite explicar (en función de los cambios en las relaciones entre los elementos que la componen) por qué una tecnología que funcionaba en un momento deja de funcionar y vice-versa.</p>

Fuente: Elaboración propia

Lejos de una característica o condición inmanente de los artefactos tecnológicos, el “funcionamiento” o “no-funcionamiento” es la acción y resultado de una relación interactiva entre humanos y no humanos, entre actores y artefactos que se vinculan como parte de una alianza socio-técnica. El funcionamiento/no-funcionamiento de un artefacto o sistema tecnológico es resultado de un proceso contingente de co-construcción socio-técnica en el que intervienen elementos heterogéneos: artefactos y sistemas, conocimientos, regulaciones, materiales, financiamiento, desempeños técnicos, prestaciones, gustos y preferencias de los usuarios, definiciones paramétricas, etc.

Lejos de una condición estable y permanente, el proceso de construcción de funcionamiento/no-funcionamiento es una secuencia: supone procesos no-lineales,

interactivos y sucesivos de adecuación de soluciones tecnológicas a concretas y particulares alianzas socio-técnicas, históricamente situadas.

La conceptualización del funcionamiento en estos términos relacionales, no-lineales, permite mapear los comportamientos de actores y artefactos, trazarlos en el tiempo, comprender esas trayectorias artefactuales, institucionales, locales, sectoriales, nacionales y regionales. Y aún, con la misma unidad conceptual, salvar las diferencias micro-macro: el mismo abordaje analítico conceptual permite comprender los procesos de construcción de funcionamiento desde un artefacto singular a un sistema nacional de innovación.

Además, permite comprender mejor el carácter situacional de los procesos de construcción de funcionamiento/no-funcionamiento: ¿por qué ciertas dinámicas sectoriales de innovación son más intensas que otras? ¿por qué ciertas economías regionales generan cambios tecnológicos sustantivos en los que basan sus modelos de acumulación en tanto otras no lo hacen? ¿por qué ciertos países innovan más que otros?

Y, aún, permite comprender con -mayor capacidad explicativa que los conceptos deterministas lineales de “transferencia” y “difusión”- ¿cómo ciertas empresas y países consiguen construir el funcionamiento extendido de los artefactos y sistemas que controlan y dominan, y construir el no-funcionamiento de tecnologías alternativas rivales? Preguntas íntimamente vinculadas a una cuestión central: ¿por qué algunos países/regiones/sociedades se desarrollan y otros no? Así, la “inocente” categoría “funcionamiento” deviene -hacia atrás- una herramienta de análisis político-económico y -hacia adelante- una herramienta de planificación del desarrollo.

Conceptualizar el funcionamiento en términos interactivos se vincula con otro concepto relacional, de orden teórico operativo: las alianzas socio-técnicas. Donde no importa tanto la “naturaleza” de cada elemento constitutivo como las relaciones que se establecen entre ellos. O, en otros términos: los elementos no existen en sí, sino en virtud de las posiciones relativas que ocupan en las alianzas socio-técnicas. Eso permite deconstruir el carácter identitario de cada elemento singular (de cada actor y artefacto), integrándolo analíticamente en un conjunto de interacciones que conforma y lo conforma.

Y, a diferencia de las alianzas que normalmente visualiza el sentido común, no se trata de relaciones homogéneas, excluyentemente entre humanos: entre fracciones políticas, entre empresas, entre comunidades, entre actores individuales; o entre no humanos: entre sistemas tecnológicos, entre materias primas, insumos o sistemas finales

de ensamblado. Actores y artefactos se entremezclan en múltiples interacciones explicativas, en interjuegos de co-construcción de papeles, identificaciones, confrontaciones, distanciamientos, discontinuidades.

Cuando de enfrentamientos entre alianzas se trata, las alianzas socio-técnicas se comportan como las alianzas políticas tradicionales: algunos artefactos se alinean y coordinan con algunos grupos sociales, en tanto funcionan en contra de los intereses de otros grupos sociales. Y, claro, las alianzas adversarias también comparten algunos elementos entre sí. Esto es particularmente útil en el análisis de los procesos de transición socio-técnica. Permite entender, con ventaja explicativa, la noción de momentum de una tecnología de Hughes (1986): algunos actores y artefactos enrolados en un sistema tecnológico son incorporados en el nuevo sistema, inicialmente de forma confusa y luego claramente alineados y coordinados.

Las alianzas socio-técnicas suponen, dado lo visto en el punto anterior, múltiples ventajas sobre conceptualizaciones similares o afines: redes tecno-económicas, grandes sistemas tecnológicos, ensambles socio-técnicos. Por una parte, porque dan cuenta de todas y cada una de las ventajas de estos abordajes, integrándolas en un ejercicio analítico que permite obviar las contradicciones –muchas veces aparentes o periféricas– de estas conceptualizaciones. Por otra, porque posibilitan un grado mayor de complementación en acciones de triangulación conceptual, donde los tres abordajes anteriores suponen un límite epistemológico: el principio de simetría radical, la escala, la presencia de determinismos tecnológicos o sociales en última instancia.

- Es posible integrar el concepto alianza socio-técnica con múltiples conceptos generados en otras matrices teóricas: materialismo histórico, economía del cambio tecnológico, sociología del conocimiento, análisis de política, análisis ideológico, y, de este modo, posibilita realizar investigaciones de base empírica sobre un amplio abanico de objetos, no sólo sobre aquéllos caracterizados a priori como “científico-tecnológicos”: desde productivos hasta culturales, desde normativos hasta conductuales, desde individuales hasta colectivos. Así, es posible analizar sistemas tecno-productivos, dinámicas innovativas, relaciones usuario-productor, dinámicas de adopción y rechazo de tecnologías, planes de negocios, dinámicas sectoriales, políticas públicas, estrategias institucionales, sistemas regulatorios, sistemas de control social, relaciones de poder, conflictos de clase o de género, dinámicas de inclusión y exclusión, etc. Y específicamente, posibilita la triangulación teórico-conceptual con categorías normalmente aplicadas a las alianzas entre humanos: correlación de fuerzas, hegemonía

y contra-hegemonía, intercambio y negociación, procesos de construcción de sentido, poder relativo de una alianza sobre otra.

- Al no presentar restricciones de escala a priori, las alianzas resultan sumamente elásticas: fractales. Es posible analizar con esta herramienta: desde una innovación menor hasta una estructura de control corporativo global, desde un sistema de armas hasta un cambio de tecnología de hábitat, desde una iniciativa individual de un *entrepreneur* hasta la dinámica de un sistema nacional de innovación, desde el funcionamiento de un modelo de cisterna de agua hasta un proceso de desarrollo local.

Pero las “alianzas socio-técnicas” no se restringen al papel de categorías descriptivo-analíticas, útiles para la comprensión del presente o el pasado de los procesos de cambio socio-técnico y construcción de funcionamiento/no-funcionamiento de las tecnologías. Al mismo tiempo, revelan su capacidad de operar como insumos para el diseño estratégico.

No porque las alianzas –auto-organizadas como los procesos de co-construcción que albergan- sean pasibles de planificación racional. Pero sí porque, en su capacidad de mapeamiento y generación de inteligibilidad, permiten generar insumos para la configuración de escenarios posibles y la previsión de efectos no deseados. Y porque, en el plano de los actores, son pasibles de algunos niveles de organización parcial: ¿en el marco de qué alianza funciona un bien rival?, ¿cuál es su estructura logística, de producción, de distribución y consumo?, ¿cómo deteriorar su posición dominante?, ¿cuáles son las tecnologías de producto o proceso adecuadas para desplegar una alianza contra-hegemónica?, son preguntas socio-técnicas normales en una firma capitalista. O, en el plano de la concepción de estrategias de desarrollo: ¿qué alianzas socio-técnicas es necesario incorporar en el diseño de estrategias de desarrollo en una localidad determinada?, ¿qué aspectos de las alianzas son gobernables por los propios actores sociales locales?, ¿qué alianzas es necesario generar para revertir procesos de subdesarrollo? O, aún más concretamente, ¿qué escala, densidad y extensión es preciso alcanzar para lograr desplazar a alianzas que construyen el funcionamiento de bienes rivales y dinámicas socio-técnicas excluyentes?

Así, la comprensión de los procesos de construcción de funcionamiento / no-funcionamiento de las tecnologías y la reconstrucción de las alianzas socio-técnicas en las que éstos se despliegan resultan insumos útiles para la comprensión de procesos socio-históricos, dinámicas de acumulación, análisis y resolución de conflictos,

configuración de bases materiales, construcción de poder, así como para la planificación estratégica, la visualización de riegos y oportunidades, la construcción de futuribles.

Porque el análisis de los procesos de cambio socio-técnico atraviesa el conjunto de las disciplinas sociales y tecnológicas (de la historia a la informática, de la sociología a la microbiología, de las ciencias políticas a la física de partículas, de la economía a la ingeniería de materiales, de los estudios de género a las ciencias biomédicas...). Porque en ausencia de la comprensión de los procesos de construcción de su base material, las sociedades humanas resultan ininteligibles (aunque algunos piensen lo contrario).

## Bibliografía

Berger, Peter y Thomas, Luckmann (1968). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.

Bijker, Wiebe (1995). *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge: The MIT Press.

Bijker, Wiebe (2008 [1987]), La construcción social de la Baquelita: Hacia una teoría de la invención. En Thomas, Hernán y Buch, Alfonso (coords.). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la Tecnología* (pp. 217-262). Bernal: Editorial de la UNQ.

Bijker, Wiebe, Hughes, Thomas y Pinch, Trevor (eds.) (1987). *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge: The MIT Press.

Bloor, David (1976). *Knowledge and social imagery*. Chicago: University of Chicago Press.

Bunge, Mario (1966). Technology is Applied Science. *Technology and Culture*, Vol. 7, N° 3, pp. 329-347.

Bunge, Mario (1972). *La investigación científica, su estrategia y su filosofía*. Barcelona: Ediciones Ariel.

Callon, Michel (1986). Algunos elementos de una sociología de traducción: Domesticación de las vieiras y los pescadores de la Bahía San Briec. En Law, Jon (Ed.). *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge* (pp. 196-233). Londres: Routledge & Kegan Paul.

Callon, Michel (1998). El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta del análisis sociológico. En Doménech, Miquel y Tirado, Francisco (eds.), *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad* (pp. 143-170). Barcelona: Gedisa.

Callon, Michel (2001). Redes tecno-económicas e irreversibilidad. *Revista Redes*, Vol. 8, N°17, pp. 85-126.

Callon, Michel (2008 [1992]). La dinámica de las redes tecno-económicas. En Thomas, Hernán y Buch, Alfonso (Eds.). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (pp. 147-184). Bernal: Editorial de la UNQ.

Collins, Harry (1981). The Place of the “Core-Set” in Modern Science: Social Contingency with Methodological Propriety in Science. *History of Science*, Vol. 19, N° 1, pp. 6–19.

Collins, Harry (2010). *Tacit and Explicit Knowledge*. Chicago: Chicago University Press.

Freeman, Christopher (1975). *La teoría económica de la innovación industrial*. Madrid: Alianza.

Freeman, Christopher (1995). The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 19, N° 1, pp 5-24.

Hughes, Thomas (1986). The Seamless Web: Technology, Science, etcetera, etcetera. *Social Studies of Science*, Vol 16, N°2, pp. 192–281.

Hughes, Thomas (2008 [1987]). La evolución de los grandes sistemas tecnológicos. En Thomas, Hernán y Alfonso Buch (Eds.). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (pp. 101-146). Bernal: Editorial de la UNQ.

Kreimer, Pablo y Hernán Thomas (2003). La construction de l'utilité sociale des connaissances scientifiques et technologiques dans les pays périphériques. En Mignot, Jean-Pierre y Poncet, Christian (eds.), *L'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant* (pp. 29-72). París: L'Harmattan,

Latour, Bruno (1992). *Ciencia en Acción*. Barcelona: Labor.

Latour, Bruno (1998 [1991]). La tecnología es la sociedad hecha para que dure. En Doménech, Miquel y Francisco Tirado (Eds.), *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad* (pp. 109-142). Barcelona: Gedisa.

Law, Jon (2002). *Aircraft stories. Descentering the object in technoscience*. Durham y Londres: Duke University Press.

Makaryk, Irene (Ed.) (1993). *Encyclopedia of contemporary literary theory*. Toronto: University of Toronto Press.

Nelson, Richard (1995). Recent evolutionary theorizing about economic change. *Journal of Economic Literature*, Vol. 33, N° 1, pp. 48-90.

Picabea, Facundo y Thomas, Hernán (2015). *Autonomía Tecnológica y Desarrollo Nacional. Historia del diseño y producción del Rastrojero y la moto Puma*. Buenos Aires: Atuel.

Pinch, Trevor (1996). The Social Construction of Technology: A Review. En Fox, Robert (ed.), *Technological Change: Methods and Themes in the History of Technology* (pp. 17-36). Amsterdam: Harwood.

Pinch, Trevor y Bijker, Wiebe (1984). The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other. *Social Studies of Science*, Vol. 14, N° 3, pp. 399–441.

Rosenberg, Nathan (1982). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sanmartín, José (1990). *Tecnología y futuro humano*. Barcelona: Anthropos.

Santos, Guillermo y Hernán Thomas (2012). Inoculaciones y procesiones y cuarentenas. Configuraciones socio-técnicas de las viruelas en América Latina: funcionamiento y

circulación de saberes entre Europa, África y América en el siglo XVIII. *Revista Redes*, Vol. 18, N° 34, pp. 113-142.

Schumpeter, Joseph (1928). The instability of capitalism. *Economic Journal*, Vol. 38, pp. 361-386.

Thomas, Hernán (2008). Estructuras cerradas vs. Procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. En Thomas, Hernán y Buch, Alfonso (Eds.). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (pp. 217-262). Bernal: Editorial de la UNQ.

Thomas, Hernán (2012). Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. En Thomas, Hernán (Org.), Santos, Guillermo y Fressoli, Mariano (Eds.), *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social* (pp.25-78). MINCYT: Buenos Aires.

Thomas, Hernán (2015). *El Análisis Socio-Técnico. Documentos de Trabajo del IESCT-UNQ*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Thomas, Hernán y Kreimer, Pablo (2002a). La apropiabilidad social del conocimiento científico y tecnológico. Una propuesta de abordaje teórico-metodológico. En Dagnino, Renato y Thomas, Hernán (Orgs.), *Panorama dos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade na América Latina* (pp. 273-291). San Pablo: Cabral-FINEP.

Thomas, Hernán y Kreimer, Pablo (2002b). What is AKNA? Social utility of Scientific and Technological Knowledge: challenges for Latin American Countries. *The 4th Triple Helix Conference* [CD], The Copenhagen Business School.

Thomas, Hernán y Santos, Guillermo (2015). *Tecnologías para incluir. Ocho análisis socio-técnicos orientados al diseño estratégico de artefactos y normativas*. Buenos Aires: Lenguaje Claro-IESCT-UNQ.

Thomas, Hernán; Fressoli, Mariano y Aguiar, Diego (2006). Procesos de construcción de funcionamiento de organismos genéticamente modificados: el caso de la vaca transgénica clonada (Argentina 1996-2006). *Convergencia*, Vol. 13, N°42, pp. 154-180.

Vessuri, Hebe (1991). Perspectivas recientes en el estudio social de la ciencia. *Interciencia*, Vol. 16, N°2, pp.60-67.

Vessuri, Hebe (1994). Sociología de la ciencia: enfoques y orientaciones. En Martínez, E. (ed.) *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas* (pp. 51-89). Caracas: Nueva Sociedad.

Winner, Landon (1977). *Autonomous Technology*. Cambridge: The MIT Press.

Winner, Landon (1988). *The whale and the reactor. A search for limits in an age of high technology*. Chicago: University of Chicago Press.

Winner, Landon (1985). Do artifacts have politics?. En Mackenzie, Donald y Judy Wajcman (eds.), *The Social Shaping of Technology* (pp. 28-40). Philadelphia: Open University Press.



**Hernán Thomas.** Director del Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Profesor Titular de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ-Argentina), y coordinador del área de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación en esa institución. También es Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Luján y coordinador del Centro de Economía de la Innovación y el Desarrollo (CEID-EeyN-UNSAM). Es Director del Diploma de Posgrado en Diseño Estratégico de Tecnologías para el Desarrollo Inclusivo Sustentable, de la UNQ. Es investigador principal del CONICET. Profesor invitado en numerosas universidades del país y del exterior. Realizó numerosos trabajos de asesoría y consultoría para entidades gubernamentales y agencias internacionales del país y del exterior. Es Doctor en política científica y tecnológica, por UNICAMP; Especialista en Política Científica y Tecnológica por la Universidad de Naciones Unidas; Licenciado en Historia, por la Universidad Nacional de Luján; Profesor de Literatura e Historia por el IADES. Ha realizado estudios de posdoctorado en política científica y tecnológica, en UNICAMP. Especializado en Sociología e Historia de la Tecnología, Economía del Cambio Tecnológico y Política Científica y Tecnológica. Es autor de numerosas publicaciones en estas temáticas. Sus temas de investigación se enfocan en análisis socio-técnico; dinámicas de cambio tecnológico y políticas de ciencia, tecnología, innovación y desarrollo; en Tecnologías para el Desarrollo Inclusivo Sustentable y en Tecnologías Estratégicas.

**Lucas Becerra.** Doctor en Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires, Licenciado en Economía de la misma casa de altos estudios y Magister en Estudios Internacionales de la Universidad Torcuato Di Tella. Actualmente es Investigador Asistente del Conicet radicado en el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (IESCT-UNQ) y Profesor Regular del Departamento de Economía y Administración de la misma casa de altos estudios.

**Agustín Bidinost.** Licenciado en Ciencias Sociales por la Universidad Nacional de Quilmes, doctorando en Desarrollo Económico en la misma casa de estudios. Becario doctoral por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANCyP) radicado en el Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes