

Marcos y Paradigmas. Apuntes para una vinculación de la Economía y la Sociología de la Tecnología

Lic. Diego Mansilla

Cátedra Sistemas Económicos Comparados – Facultad de Ciencias Económicas, U.B.A.

Resumen

Este trabajo intenta relacionar conceptos de la Teoría de la Regulación, la Economía evolucionista y la Sociología constructivista del cambio tecnológico para crear un marco conceptual interdisciplinario capaz de describir el proceso sociotécnico y económico de producción, uso y transformación de artefactos y tecnologías. Se entiende que Modo de Acumulación, Paradigma Tecnoeconómico y Marcos Tecnológicos son conceptos combinables y complementarios; que representan diferentes niveles de abstracción de una teoría de mayor poder descriptivo del proceso sociotécnico de cambio tecnológico.

La Teoría de la Regulación ofrece el marco teórico para comprender las estructuras macroeconómicas que rigen las formas específicas de acumulación y regulación, sus ciclos y su historicidad. Los Paradigmas tecnoeconómicos representan el aspecto 'tecnológico' del régimen de acumulación vigente. Finalmente, la escuela SCOT (Social Construction of Technology) provee herramientas para describir las interconexiones sociedad-tecnología y romper con las tendencias determinísticas en que pueden incurrir las otras miradas.

Usaré el ejemplo de la industria automotriz para analizar la aplicación de ambos marcos conceptuales y los beneficios de combinar ambos enfoques en pos de una comprensión completa de los procesos de innovación radicales y cambio de paradigma tecnoeconómico.

Palabras clave

Marco Tecnológico – Paradigma Tecnoeconómico – Constructivismo-Trayectoria Sociotécnica

MARCOS Y PARADIGMAS. APUNTES PARA UNA VINCULACIÓN DE LA ECONOMÍA Y LA SOCIOLOGÍA DE LA TECNOLOGÍA

El objetivo de este trabajo es indagar las complementariedades de dos formas de comprender el cambio tecnológico y su relación con la sociedad. Tanto la Economía como la Sociología estudian desde diferentes marcos conceptuales el proceso de innovación y cambio tecnológico.

Se sostendrá que tanto la Teoría de la Regulación como la Economía Evolucionista pueden complementar a los enfoques constructivistas del cambio tecnológico de la Sociología de la Tecnología, en la comprensión del proceso de innovación y uso de las tecnologías.

Para esto, se comentarán brevemente los principales lineamientos y conceptos utilizados por estas corrientes, para finalmente proceder a su relación, mostrando de qué manera los diversos enfoques pueden reinterpretarse como distintos niveles de abstracción de un mismo marco de análisis, que permita dar cuenta del cambio tecnológico de una forma más completa. No se intenta aquí presentar un desarrollo completo de las teorías sino apenas presentar sus conceptos fundamentales.

Más que basarnos en los estudios del cambio tecnológico realizados desde la Economía, entendemos que la investigación constructivista de la tecnología, sobre todo en los momentos de drásticas transformaciones, debe complementarse con una mirada que relacione la tecnología con el proceso de acumulación capitalista vigente. Por lo tanto, se utilizarán los conceptos de *Modelo de Acumulación y de Regulación* de la *Teoría de la Regulación* junto con el de *Paradigma Tecno-económico* para ampliar la mirada de la sociología constructivista del cambio tecnológico. Intentaremos mostrar que su conjugación permite orientar y ubicar social e históricamente las investigaciones basadas en los conceptos constructivistas de la tecnología al mismo tiempo que se rompe con la carga determinística (tanto técnica como económica) de la economía del cambio tecnológico.

Finalmente se utilizarán las transformaciones registradas desde la década de los setenta en la industria automotriz mundial para mostrar la complementariedad de los estudios de la sociología constructivista del cambio tecnológico y de la economía.

La sociología constructivista del cambio tecnológico

La sociología de la tecnología nace como parte de un movimiento constructivista que busca estudiar, no sólo la sociedad y la tecnología como compartimentos estancos sino un “tejido sin costura” donde es imposible identificar lo “técnico” de lo “social” sino que todo se entiende como “sociotécnico” donde se registra la ‘coproducción’ y ‘coevolución’ de lo social y lo técnico: Lo técnico es socialmente construido, y lo social es técnicamente construido (Bijker, W., 1997). Su crítica principal está dirigida hacia los estudios determinísticos de la tecnología. Ni la tecnología se desarrolla autónomamente ni la sociedad (o la economía) se transforma como consecuencias de innovaciones tecnológicas sino que ambos son recortes arbitrarios del ‘todo sociotécnico’.

Los orígenes de la sociología de la tecnología se encuentran en los primeros estudios sociológicos de la ciencia. A diferencia de la filosofía, que tempranamente dirigió una mirada al problema de la técnica, recién en la década del treinta del siglo pasado aparece el estudio de la ciencia desde una mirada sociológica de la mano de Robert Merton. Utilizando el concepto de ‘función’, Merton estudia a los científicos, sus relaciones entre pares como ‘comunidad’ y sus interacciones con el resto de la sociedad. En cambio, la ciencia continuaba como una ‘caja negra’ sobre la cual el sociólogo era totalmente ajeno ya que no se encontraba ningún proceso social sino que se trataba de un hecho técnico o cognitivo (Kreimer, P. 1999). A pesar de

comenzar a cuestionar la figura del 'científico', su acercamiento mantenía el positivismo sobre sus resultados. El conocimiento científico era objetivo, imparcial y permitía el avance del saber mientras se cumplieran ciertas reglas de metodología (el método científico) y la comunidad realizara la validación desinteresada de los resultados.

Este sistema *mertoniano* de la ciencia fue atacado fuertemente por Thomas Kuhn cuando en 1962 publica "La estructura de las revoluciones científicas" (Kuhn, T., 2010). Si bien el libro pretendía ser una crítica a la historia y la filosofía de la ciencia, su tesis de la ciencia como ciclos de revoluciones científicas y ciencia normal atacó los fundamentos del sistema *mertoniano* y obligó a la sociología a realizar una profunda reflexión acerca de la dinámica y funcionamiento de la comunidad científica. Si la 'ciencia' era la sucesión de ciencia normal, anomalías y paradigmas inconmensurables, era necesario abrir la 'caja negra' de la producción de conocimiento.

En este sentido avanza David Bloor con su 'Programa Fuerte' que establece cuatro principios que la sociología del conocimiento debe cumplir (Causalidad, Imparcialidad, Simetría y Reflexividad) para estudiar el proceso de producción de conocimiento científico, entendido como 'creencia', sin discutir su veracidad o no. De tal manera, era necesaria una mirada desde la sociología tanto las teorías validadas como verdaderas por la comunidad científica, como las rechazadas. Si bien no existen estudios sociológicos que lleven adelante el 'Programa Fuerte' en forma completa, este planteo generó toda una multiplicación de miradas constructivistas de la ciencia que se basaban parcialmente en sus postulados.

Entre las teorías más importantes surgidos del 'Programa Fuerte' podemos mencionar el 'Programa Radical' de Collins, la etnometodología y reflexibilidad de Lynch, Mulkay y Woolgar y los planteos de Bruno Latour luego de su clásico "La vida en el Laboratorio"¹. Sin embargo, la atención continuaba dirigida al uso, creación y validación del conocimiento científico y no a la tecnología como hecho social. La aparición de un grupo de investigadores que buscaran una mirada desde la sociología al fenómeno tecnológico recién toma forma en la década del ochenta, tomando como bases los primeros trabajos del movimiento CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad), la sociología del conocimiento científico y la historia de la tecnología². Sus tres corrientes principales son la teoría Actor-Red (Collins, Latour, Callon) que utiliza los conceptos de 'actante', 'redes de traducción' e 'interesamiento' creados para el conocimiento científico en el ámbito de la tecnología³, los Grandes Sistemas Tecnológicos (Hughes⁴) y la Construcción Social de la Tecnología -SCOT- (Bijker, Pinch). Para este trabajo, nos concentraremos en la última, en sus unidades de análisis y conceptos principales.

El abordaje constructivista de SCOT no busca ser una teoría del cambio tecnológico, sino brindar herramientas para el análisis del proceso de creación, transformación y utilización de artefactos tecnológicos. Centrándose en un artefacto y no en una tecnología, se busca comprender el proceso sociotecnológico que sucede a su alrededor. Se entiende al proceso de innovación y cambio tecnológico como 'multidireccional' ya que las variantes

‘descartadas’ de cada tecnología y artefacto podrían haber existido sin que exista algún rasgo en la opción ‘vencedora’ que invariablemente la haya impuesto sobre las demás⁵. Todas las tecnologías y los artefactos conocidos pudieron ser diferentes. Esto no significa que lo ‘técnico’ no influya (lo que caería en un determinismo social) sino que el funcionamiento de los artefactos es una variable sociotécnica y el objetivo de la investigación sociotécnica debe ser explicar el triunfo y la derrota de las diferentes variantes.

El primer concepto relevante para comprender el proceso sociotécnico de un artefacto es el de ‘Grupos Sociales Relevantes’⁶. Esto es, todo grupo de individuos organizados o no, que comparta los mismos significados sobre un artefacto. Los Grupos Sociales Relevantes son los portadores del proceso sociotécnico de cambio tecnológico. Cada grupo de personas entiende y se relaciona de manera distinta con los artefactos, dándole un sentido preciso y definido por la ‘Flexibilidad Interpretativa’ de los mismos. Esto incluye el modo en que se entiende un artefacto específico y está presente desde el momento mismo de su diseño. Esta potencialidad de múltiples significados hace que cada grupo social relevante interactúe con los artefactos con una relación problema/solución específico. Esto es, los ‘problemas’ a los que los artefactos responden (o no) son una construcción sociotécnica y dependen de la interpretación de los grupos sociales relevantes. Así, el ‘funcionamiento’ de los artefactos es una construcción sociotécnica, por lo que el triunfo de un diseño sobre otro no puede deducirse de cuestiones meramente técnicas o sociales. “The ‘working’ and ‘notworking’ of an artifact are socially constructed assessment, rather than intrinsic properties of the artifact”⁷.

A priori es imposible conocer cuáles serán los grupos relevantes para un artefacto, su posición ante él, así como prever qué visión sobre el artefacto triunfará, ya que no existe una relación de poder económico, capacidad o conocimiento técnico apreciable que pueda ser inferido. Es necesario estudiar la posición de los individuos y grupos sociales sobre un artefacto para distinguir los grupos sociales relevantes. Cada grupo intentará imponer su traducción del artefacto al resto (y de esta manera, su fijación de sentidos y relaciones problema/solución específicas). Lo que está detrás de la capacidad de un grupo social relevante de imponer su ‘construcción’ de un artefacto sobre los otros, que los autores denominan su ‘clausura’ y ‘estabilización’, es una representación del poder. Para el abordaje SCOT, el poder se define como “la capacidad transformadora para aprovechar la agencia de otros para cumplir con sus propósitos”⁸. Esta concepción de ‘poder’ no tiene que ver con lo económico o lo político ni es una cualidad de un grupo sino una relación. El poder no es poseído sino ejercido.

El concepto clave para relacionar esta aproximación al proceso innovativo con la economía es el de Marco Tecnológico (*Technological Frame*), que estructura la interacción entre los miembros de un grupo social relevante, da forma y condiciona sus pensamientos y acciones. Según Bijker (2008), un Marco Tecnológico es “una combinación de teorías corrientes, conocimientos tácitos, prácticas de ingeniería (tales como métodos o los criterios de diseño), procedimientos de testeo y prueba especializados, metas y prácticas de manipulación y uso”. La similitud con el concepto kuhniano de ‘paradigma’ es

evidente aunque, según los propios autores, la diferencia fundamental radica en que “marco tecnológico es un concepto que debe aplicarse a todo tipo de grupos sociales relevantes, mientras que el ‘paradigma’ se dirige exclusivamente a las comunidades científicas”⁹. Al igual que el concepto de paradigma, se trata de un concepto teórico-analítico que es presentado por los investigadores y no es apreciado por los actores que limita (restringiendo la libertad de elección y creación de nuevas tecnologías y artefactos) a la vez que fomenta (marcando senderos y conceptos de diseño socialmente aceptados) la innovación y la producción tecnológica¹⁰.

De esta manera, es el Marco Tecnológico el que describe las acciones e interacciones entre los actores y explica de qué manera una tecnología es socialmente construida. Cada Marco Tecnológico se encuentra en constante movimiento, pudiendo registrarse momentos de grandes cambios al interior de ellos, con redefiniciones de las tecnologías, artefactos, procesos, problemas y criterios de ‘funcionamiento’ socialmente aceptados. A su vez, diferentes Marcos Tecnológicos confluyen en un ‘Ensamble Sociotécnico’ particular, donde puede haber o no un Marco Tecnológico dominante.

Los individuos suelen estar en más de un Marco Tecnológico a la vez, sobre todo teniendo en cuenta que no se trata de un concepto binario (‘dentro’ o ‘fuera’) sino que existen diferentes grados de ‘Inclusión’. Cuanto más ‘sentidos comunes’ comparta y más comprometido se encuentre un actor con un Marco Tecnológico, más incluido en él se encontrará. Con esto se termina de romper cualquier vestigio de determinismo, ya que la existencia de un marco tecnológico no obliga a los ingenieros, productores, trabajadores, compradores y al resto de los actores que se relacionan con un artefacto a reaccionar, pensar u operar de ninguna forma establecida.

Sobre estos planteos iniciales, se han generados nuevos conceptos que permiten complementar el instrumental teórico para el estudio de la co-construcción social y tecnológica¹¹. Particularmente referido a darle historicidad a los conceptos de SCOT, podemos mencionar la ‘dinámica socio-técnica’ (“conjunto de patrones de interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores”¹²) y particularmente ‘trayectoria sociotécnica’ (“proceso de co-construcción de productos, procesos productivos y organizacionales e instituciones, relaciones usuario-productor, procesos de *learning*, relaciones problema-solución, procesos de construcción de ‘funcionamiento’ o ‘no funcionamiento’ de una tecnología (...) o de un marco tecnológico”¹³).

Entre las críticas que el modelo SCOT suele recibir, se encuentran su supuesta tendencia a eludir el determinismo tecnológico cayendo en el determinismo social¹⁴ y los problemas que tienen para explicar el proceso de ‘clausura’ de una controversia cuando un Grupo Social Relevante triunfa sobre el resto y logra imponer ‘su’ forma de entender el artefacto¹⁵. Sin embargo, entendemos que tienen mucho para ofrecer y enriquecer a la economía del cambio tecnológico.

Paradigmas Tecno-económicos y Revoluciones Tecnológicas

La centralidad de la tecnología en el proceso productivo y en el desenvolvimiento de las sociedades fue considerada tempranamente por la Economía. Sin embargo, la mayoría de los planteos mantienen una posición determinista (en su mayoría de autonomía técnica) o, mantienen a la tecnología dentro de una 'caja negra'. Así es pues que son muy variadas las interpretaciones que las diferentes teorías económicas dan al proceso de cambio tecnológico, sus determinantes y dirección.

En los clásicos, la tecnología 'aparece' en el taller en forma de máquinas o en las maneras de organizar la producción (por ejemplo, el célebre caso de la fábrica de alfileres de Adam Smith¹⁶). Sus transformaciones podían modificar exógenamente el proceso productivo por lo que entra en sus análisis pero en ningún punto era parte de su teoría. El propio David Ricardo dedica un capítulo entero en sus "Principios" a la maquinaria y su influencia en los intereses de las diferentes clases de la sociedad, pero manteniendo la tecnología en sí como externa a la economía¹⁷.

Carlos Marx, en cambio, expone claramente el papel central de la innovación en el sistema capitalista¹⁸ y su carácter endógeno y cíclico, ligada tanto a la acumulación como a la centralización y concentración del capital y a la ley tendencial de caída de la tasa de ganancia. Pero a la vez que muestra la importancia del cambio tecnológico en el desenvolvimiento social, analiza la aparición de la manufactura como un proceso técnico y social, describiendo la evolución desde la 'herramienta' a la 'máquina' y llegando a la gran industria capitalista¹⁹. Su teoría del 'progreso' histórico de la raza humana es un proceso dialéctico entre la técnica (las fuerzas materiales de producción) y lo social (las relaciones sociales de producción) sin que ninguna se imponga sobre la otra²⁰. Lo técnico y lo social se modifican y complementan mutuamente. Marx es el primero que, además de reconocer la importancia histórica y social de las herramientas y máquinas, se propone estudiarlas en profundidad, distinguiendo sus partes y procesos históricos.

No obstante, con el triunfo de la revolución marginalista, esta mirada social e histórica de la tecnología fue reemplazada. Al transformarse la mirada neoclásica en '*mainstream*' dentro de la teoría económica, la innovación desapareció de los estudios económicos, al igual que las clases y cualquier concepto que exceda el mero cálculo diferencial. Relegada a un 'residuo', la tecnología se ocultó bajo 'curvas de indiferencias', 'isocuantas' y supuestos de información perfecta. Sólo en algunos modelos de crecimiento apareció el conocimiento o el cambio tecnológico (Arrow, Solow) pero como variable 'exógena' al proceso social, mediante una 'g' continua, derivable y sobre todo, conocida.

Existe, sin embargo, una tradición que entiende la tecnología como un proceso social y la ubica en un punto central para explicar la dinámica capitalista que parte de Schumpeter²¹ y su teoría del ciclo de desenvolvimiento económico como consecuencia de innovaciones radicales por parte de empresarios innovadores. Por esto la investigación sobre la problemática de la tecnología y la innovación desde la economía se la llama "evolucionista" o

“neoschumpeteriana” con autores como Nelson²², Rosenberg²³, Lundvall²⁴ y Dosi²⁵ e incluye tanto enfoques micro como macroeconómicos²⁶.

Para comprender el papel de la tecnología y su evolución en los diferentes regímenes de acumulación, utilizaremos un concepto que entendemos clave para comprender el desenvolvimiento capitalista y su relación con la tecnología: los *paradigmas tecno-económicos*²⁷. No se acude a las teorías de escala nacional o regional, como los Sistemas Nacionales de Innovación(Lundvall, B. Ed. 2009) ya que los mismos son útiles para el estudio de un Estado Nación o región particular y las interacciones entre sus participantes pero no sirven para el análisis de una tecnología o artefacto en particular, a la vez que carecen de una dinámica clara. Los modelos SNI permiten comprender las particularidades de cada sistema, aunque no ofrecen un marco teórico consistente con los ciclos de acumulación y crisis de la Teoría de la Regulación.

Emparentado con el concepto de Kuhn, un ‘paradigma tecno-económico’ se trata de “una combinación de productos y procesos interrelacionados con innovaciones técnicas, organizacionales y de gerenciamiento que incorporan un salto en la productividad potencial para toda o la mayor parte de la economía”²⁸ y se presentaría en forma de ciclos mediante “revoluciones tecnológicas” a lo Schumpeter (1957). Cada ciclo nace de una ‘revolución tecnológica’ que se propaga en forma de bandada por toda la sociedad. Cada paradigma²⁹ actúa como ‘sentido común’ de ingenieros, gerentes e inversionistas sobre cuál es la forma más eficiente de obtener ganancias, cuál es la maquinaria y tecnología de mejor productividad y hasta cuales son los criterios de ‘funcionamiento’ de las técnicas a desarrollar. En cada nuevo paradigma tecno-económico se presenta un insumo ‘clave’ con las siguientes características³⁰: Costos claramente bajos y decrecientes; Oferta aparentemente ilimitada; Universalidad de Usos. Potencialidad para ser incorporado en muchos sectores, productos y procesos.

Carlota Pérez identifica cinco paradigmas que se sucedieron en forma cíclica desde fines del siglo XVIII³¹. El primer paradigma se centró en la producción hilandera, la mecanización de la industria y las comunicaciones por ríos y canales. El segundo ciclo fue dominado por el ferrocarril y la máquina de vapor gracias al carbón barato (insumo clave). El Tercero se basó en el insumo clave “acero”, la química y la electricidad. El cuarto ciclo corresponde al modelo Fordista de producción en masa, con petróleo y recursos naturales baratos y abundantes funcionando como insumos claves³². Finalmente, estamos viviendo la quinta oleada, era de la informática, la producción flexible en talleres pequeños de productos diversificados mediante el uso de los microprocesadores.

Cada paradigma, incluyendo su insumo clave, nace y se desarrolla en un sector particular pero rápidamente se difunde por toda la estructura productiva, convirtiéndose en mayor o menor medida en ‘sentido común’ de todos las industrias y procesos. En líneas generales, se desarrolla mediante la creación de sectores, industrias y mercancías completamente novedosas pero se diferencia de las “innovaciones radicales”³³ por esta capacidad de influenciar a

otros sectores alejados de la economía hasta que su 'sentido común' se extienda por gran parte de la estructura económica.

No se sostiene que este proceso es simple, rápido o ajeno al conflicto. Todo lo contrario. Se reconoce la pérdida de capacidades productivas tanto materiales como humanas que un cambio de esta naturaleza trae aparejado pero se trata de lo que Schumpeter denomina "destrucción creadora"³⁴. Esta destrucción no solo llega a los sectores atrasados. El furor inicial por el desarrollo de nuevas empresas, productos y tecnologías desemboca en una expansión financiera guiada por las expectativas de grandes ganancias generadas por la nueva tecnología pero que disocian los valores bursátiles de los '*fundamentals*'. Ese desacople se concentra en los nuevos sectores o empresas, pero puede atraer al resto de los papeles y valores. Las expectativas de ganancias extraordinarias por un lado ayudan a difundir el nuevo 'sentido común' por toda la economía mientras que provocan una sobreinversión en la nueva estructura. El proceso expansivo culmina en una burbuja especulativa con lo se producen grandes pérdidas y se destruyen muchas empresas incluidas dentro del nuevo paradigma tecnoeconómico. Este proceso facilita la implementación y difusión del nuevo 'sentido común' ya que fortalece al grupo de empresas sobreviviente, al tiempo que deja una infraestructura disponible modernizada (sobre todo de servicios anexos y bienes complementarios) y suficiente capital y recursos humanos disponibles para que nuevas empresas puedan entrar en el nuevo paradigma sin realizar las inversiones en capital constante ni en capital humano que debieron afrontar las iniciales³⁵.

Un paradigma, como nueva forma de comprender la tecnología, la organización de la producción y la relación con la naturaleza, sólo puede crecer cuando el anterior paradigma entra en crisis. Luego de que el factor clave del paradigma anterior empiece a perder su capacidad de proveer la seguridad de abastecimiento, de bajo precio y de posibles innovaciones sucesivas e incrementales, es posible que se desarrolle un nuevo insumo como factor clave que debía haber crecido a la sombra del anterior paradigma.

No se trata de una teoría determinista ya que no se sostiene que es la caída de un paradigma lo que hace nacer al otro ni mucho menos producir la innovación clave que desarrolla el proceso. El carbón y el acero se conocían mucho antes de que se transformaran en factores clave de la tecnología de su época. De la misma manera, la organización "fordista" del taller, implantado luego de la segunda guerra mundial, remite a la fabricación del Ford T de 1913. El nexo entre la 'madurez' de un paradigma (donde las innovaciones no obtienen nuevos aumentos de productividad y las posibilidades de obtener ganancias son limitadas) y el 'despegue' del nuevo es el capital financiero que busca valorizarse mediante la lógica de expansión financiera D – D'.

*"A medida que comienzan a disminuir las oportunidades de inversión de bajo riesgo en el paradigma establecido, una masa creciente de capital ocioso busca usos capaces de proporcionarle ganancias (...) el agotamiento de una paradigma trae consigo tanto la necesidad de emprendedores en innovaciones radicales como el capital ocioso capaz de asumir grandes riesgos por ensayo y error"*³⁶.

Nuevamente, se presentan puntos de contacto con la teoría de Schumpeter (1957) en cuanto a la financiación de cada oleada de empresarios por parte de los capitalistas, empresarios que desarrollaron innovaciones previas por las cuales obtuvieron ganancias extraordinarias, además de recordar los ‘ciclos sistémicos’ de Braudel (expansión productiva – crisis de valorización – expansión financiera que financia el nuevo ciclo)³⁷.

Sin embargo, el concepto de paradigma tecno-económico no permite el estudio de una tecnología, organización o artefacto en particular, por su elevado grado de abstracción. La Economía Evolucionista suele usar para esto planteos más ‘microeconómicos’ como los de paradigma o trayectoria tecnológica³⁸, ‘*path-dependence*’³⁹ y los diferentes *learning (by doing, using, interacting, buying, learning, etc.)*. En cuanto a los conceptos de paradigma y trayectoria tecnológica de Dosi, el concepto de paradigma tecno-económico lo supera ya que incluye además de la estructura de costos y las condiciones de producción y distribución a lo largo de todo el sistema (Freeman, C. y Pérez, C., 2003). Los estudios que se enfocan en las continuidades (como el ‘*path-dependence*’ o los ‘desequilibrios técnicos’ de Rosenberg⁴⁰) no sirven para analizar cambios radicales en las tecnologías y los artefactos. En los momentos de revolución social y tecnológica, cuando se producen transformaciones disruptivas con las estructuras anteriores estos planteos no son útiles ya que se concentran en la continuidad.

En cambio, se propone utilizar conceptos y metodologías de la sociología constructivista para enriquecer a la economía del cambio tecnológico, agregando una mirada socio-técnica que excede los planteos anteriores. Esto permitirá salvar ciertas tendencias al determinismo tecnológico o económico que tienen estas teorías⁴¹.

Teoría de la Regulación y la Periodización del Capitalismo

Partiendo de un grado de abstracción mayor, nos referiremos a la Teoría de la Regulación (o Escuela de la Regulación) y a su análisis del modo de acumulación capitalista. Nacida en Francia como respuesta a los planteos del *mainstream* económico y a las teorías determinísticas (tanto neoclásicas como marxistas), la Teoría de la Regulación reconoce a la historia y las relaciones sociales como partes imprescindibles del conocimiento económico. Su planteo ataca las miradas lineales y demuestra que las teorías generalistas que olvidan las características básicas de las sociedades, esconden los procesos fundamentales que rigen su desenvolvimiento económico. Al no incorporar los desarrollos históricos, les es imposible dar cuenta de las variaciones espaciales e históricas del capital y sus procesos de desplazamiento espacio temporal.

La Teoría de la Regulación reconoce la importancia de cinco instituciones para caracterizar diferentes modelos de acumulación dentro del modo de producción capitalista. Las instituciones fundamentales son: la Moneda y las relaciones de crédito (que incluyen el régimen monetario y el funcionamiento de las regulaciones financieras), los tipos de Competencia (el mercado, tanto desde la estructura de oferta y demanda y sus regulaciones como el proceso de

formación de precios), el Salario (que involucra la relación salarial, las condiciones de trabajo y las relaciones obrero-patronales), el modo de adhesión al régimen internacional (conjunto de reglas que organizan las relaciones del Estado-Nación con el resto del mundo) y las formas de intervención del Estado (desde lo político hasta lo organizativo, su forma de intervención en la acumulación de capital y en la reproducción de la fuerza de trabajo)⁴². Las características principales de estas cinco instituciones determinarán un 'Régimen de Acumulación' y un 'Modo de Regulación' particular.

Con este instrumental, es posible periodizar la historia del capitalismo en cuatro formas históricas de acumulación, con sus respectivos modos de regulación. Ubicando el nacimiento del capitalismo "en algún momento entre 1780 y 1790, cuando se producen la revolución industrial inglesa y la revolución francesa" (Hobsbawm, E. 1997) momento en que se habría generado la base técnica y la organización política y del Estado capitalista, respectivamente, señalan un primer régimen competitivo y con 'obreros de oficio' hasta la crisis de fin de siglo XIX, posteriormente el 'Taylorismo' con acumulación intensiva hasta la crisis del año 1930, el 'Fordismo' con una acumulación intensiva y producción en masa combinada con consumo de masas desde la salida de la segunda guerra mundial hasta principios de la década del setenta y por último, el modo de acumulación 'Flexible' actual, con preponderancia de productos diversificados en baja escala, el abandono de la relación salarial anterior, la globalización y el desplazamiento hacia la periferia de parte del proceso productivo de los países centrales.

Cada uno de estos regímenes de acumulación y modos de regulación resultan un encadenamiento virtuoso que aumenta la producción, la inversión y la tasa de ganancia mediante un proceso de expansión y valorización productiva (bajo la fórmula $D - M - D'$). En un punto, el régimen entra en crisis por causa de sus contradicciones internas, cayendo en una 'crisis de valorización' del capital de la que sólo podrá salir cuando una nueva organización institucional reconstruya las condiciones sociales de producción y acumulación del capital, permitiendo la recomposición de la tasa de ganancia⁴³. En los momentos de crisis, la valorización del capital abandona la valorización productiva ($D - M - D'$) y toma la forma de expansión financiera (bajo la fórmula $D - D'$) hasta el restablecimiento de nuevas condiciones de expansión productiva. Para la Teoría de la Regulación, la crisis constituye parte inevitable del proceso de expansión ampliada del capital y es provocada por el propio éxito del régimen de acumulación, por lo que los ciclos son endógenos e inevitables.

Los cambios sociales y económicos que se suceden en momentos de crisis sociales y cambios de régimen de acumulación son acompañados por transformaciones en las tecnologías, los artefactos y hasta en el propio papel de la ciencia y la técnica dentro del entramado social y económico y pueden ser estudiados por medio del instrumental de la economía evolucionista. Como se observa, es posible relacionar los paradigmas tecnoeconómicos con los regímenes de acumulación de la Teoría de la Regulación considerando que cada paradigma no es otra cosa que el aspecto 'tecnológico' del régimen de acumulación vigente. Cada modelo de acumulación utiliza un insumo clave

como base para desarrollar un conjunto amplio de nuevas innovaciones que aumentan la productividad, restablezcan la tasa de ganancia y reactiven la acumulación.

Si bien ambas teorías coinciden en periodizar la historia del capitalismo en los mismos ciclos, se presenta una diferencia en los 'cortes' de los períodos. Mientras los paradigmas tecno-económicos se definen desde el comienzo de gestación de la 'revolución tecnológica', cuando aparece la innovación que crea la tecnología, insumo o mercancía arquetípica del proceso (el big-bang)⁴⁴, los regímenes de acumulación y modos de regulación comienzan cuando la totalidad de la estructura económica y social coordina entre sí mediante una configuración específica de las instituciones fundamentales (Boyer, R., 2007). En términos de las oleadas de los paradigmas tecno-económicos, el modo de regulación nace en la fase de 'Sinergia' y despegue, luego de que la burbuja financiera endógena.

Conciliando los conceptos para crear un marco conceptual interdisciplinario

Nuestra propuesta metodológica consiste en conciliar las tres miradas, considerando que todas analizan los procesos sociotécnicos desde distintos grados de abstracción y que, lejos de contradecirse, se complementan y refuerzan. La inclusión de los conceptos y miradas sociológicas muestra la necesidad de referirse al proceso de cambio tecnológico como 'sociotécnico' sin posibilidad de distinguir lo económico de lo técnico y lo social.

De esta manera, para comprender la complejidad de un proceso sociotécnico del cambio tecnológico se deberá tener en cuenta la combinación de los Regímenes de Acumulación (en un plano 'macroeconómico'), los Paradigmas Tecno-económicos (en un plano 'meso' del sistema sociotécnico) y los Marcos Tecnológicos y su evolución en Trayectorias Sociotécnicas (para el estudio 'micro' de las tecnologías y los artefactos). Esta configuración será aún más importante en los momentos de grandes transformaciones sociotécnicas como son los cambios sociales, económicos y tecnológicos disruptivos.

Por eso mismo, es posible combinar ambas teorías, considerando a los paradigmas tecno-económicos como parte estructural de los regímenes de acumulación, enfocados en la tecnología y su relación con el sistema productivo. Cada paradigma debe ser consistente con el resto del modo de regulación vigente. Cuando el paradigma empieza a mostrar síntomas de agotamiento por limitaciones en su capacidad de seguir proveyendo innovaciones que aumenten la productividad, a nivel régimen de acumulación esto se verá como una caída en la tasa de ganancia. Si el modo de regulación se encuentra también en crisis y carece de respuestas institucionales para resolver este freno a la acumulación, el sistema sufrirá una crisis de valorización de la que solo podrá salir mediante una nueva reorganización institucional y productiva que recomponga la tasa de ganancia, expandiendo una innovación nacida durante el ciclo de crecimiento hacia toda la estructura económica, mediante una "Revolución Tecnológica".

La utilización conjunta de la Teoría de la Regulación y los Paradigmas Tecno-económicos como su equivalente en el plano tecnológico es ya utilizada por muchos autores. Como se mencionó, su forma de periodizar el capitalismo es casi la misma, cambiando el foco de atención principal. La Teoría de la Regulación reconoce la importancia del proceso tecnológico, aunque casi sin tratarlo como un tema, quedando la tecnología fuera de las instituciones analizadas (pero cortándolas transversalmente). Del otro lado, los paradigmas tecno-económicos descuidan las variantes políticas, las relaciones sociales y los aspectos más estructurales del proceso de acumulación capitalista en cada una de las oleadas tecnológicas.

Igualmente, este nivel 'medio' de la Teoría de la Regulación, si bien incluye el proceso tecnológico y puede explicar (siempre ex post) su dirección y funcionalidad al ciclo de acumulación vigente, no permite estudiar innovaciones, artefactos o tecnologías particulares. Además, su mirada de largos períodos le hace perder de vista las innovaciones incrementales, salvo cómo profundización del paradigma vigente. Por tanto, sostenemos que ambos planteos deben ser enriquecidos con conceptos y metodologías de la sociología constructivistas de la tecnología⁴⁵.

Así es como, por ejemplo, gracias a la mirada constructivista del ámbito sociotécnico, no sólo los ingenieros y trabajadores son los actores del avance de una tecnología (y de su direccionamiento) sino que se incluyen a todos los Grupos Sociales Relevantes, concepto que excede a los meros 'compradores' de los artefactos en cuestión. Este punto no es analizado por los tradicionales estudios desde la Economía del Cambio Tecnológico.

Al problematizar el 'funcionamiento' y los 'problemas' de un artefacto o tecnología como construcciones sociotécnicas, conceptos como el "desequilibrio tecnológico" y los "cuellos de botella" (Rosenberg, 1979) dejan de tener sentido. Sólo ex post es posible identificar los 'problemas' de un artefacto. Justamente es el paradigma tecno-económico un importante limitante de lo que los grupos sociales relevantes ven como 'problema' o 'mal funcionamiento' de una tecnología. Por ejemplo, hasta la caída del régimen de acumulación Fordista, la eficiencia energética no era un problema ni un indicador de funcionamiento ni para ingenieros ni para consumidores. En 1973, la eficiencia energética de Estados Unidos (Energía Consumida sobre P.I.B. real) era igual a la de 1954 y el uso de energía per cápita aumentó un 30% entre esos años. Sin embargo, apenas diez años después, la energía consumida por P.I.B. cayó un 25%. Esto no fue provocado por el aumento de precios ya que el mismo cambio radical hacia la eficiencia se vio en todos los insumos industriales primarios (como cobre, zinc, estaño y aluminio) a pesar de que el precio de todos ellos bajó varias veces (Mansilla, D., 2007).

Además, la mirada constructivista permite limitar la carga determinista que el 'paradigma' puede traer aparejado, gracias al concepto de 'inclusión'. Como se mencionó, al reconocer la posibilidad de diferentes grados de inclusión en un marco tecnológico o un paradigma tecno-económico, se rompe con cualquier idea que suponga la determinación de trayectorias económicas o tecnológicas. Así es como se comprende el desarrollo de las nuevas formas tecnológicas,

contrarias a la lógica del paradigma tecno-económica vigente y que pueden terminar tanto en significar el 'big-bang' de una nueva oleada tecnológica, como producto de la baja inclusión de sus innovadores en dicho paradigma tecno-económica (y hasta en el marco tecnológico del sector en cuestión) como en un fracaso.

Por su parte, los conceptos constructivistas limitan el análisis hacia las relaciones sociales, económicas y técnicas particulares de cada artefacto en su proceso de transformación, lo que permite endogeneizar los cambios técnicos como parte de la dinámica sociotécnica de co-construcción de técnica y sociedad. Pero eso provoca que se pierdan de vista las interrelaciones más macroeconómicas, al tiempo que si se mira únicamente las trayectorias sociotécnicas y cómo se transforman los marcos tecnológicos, parecería que los mismos mutaran "sin orden aparente" cuando, gracias a los otros conceptos, se puede comprender estos cambios como la influencia de un nuevo paradigma tecno-económico y un nuevo ciclo de acumulación con su particular modo de regulación.

La difusión de un paradigma tecno-económico no es otra cosa que la incorporación en diversos marcos tecnológicos de elementos comunes. La mirada SCOT, al centrarse en los artefactos y tecnologías, detecta las transformaciones en los marcos tecnológicos correspondientes pero no tiene herramientas para comprender cuales de los nuevos aspectos son compartidos por todo el resto del sistema sociotécnico. Para ejemplificar la complementariedad de los conceptos mencionados, se utilizarán para el caso del las transformaciones de la industria automotriz desde los años setenta.

Se puede observar que en las últimas décadas el sector automotriz sufrió grandes transformaciones tanto desde lo organizativo, lo tecnológico, su estructura sectorial, etc. En el plano organizativo, se registra una nueva gestión del trabajo que toma elementos de la organización japonesa (denominada Toyotismo u Ohnismo)⁴⁶, como la flexibilidad y la polivalencia de la mano de obra, un mayor compromiso con la calidad, la incorporación del robot en el taller y el '*just in time*' en la administración de stocks.

En cuanto a la estructura sectorial a nivel global, las firmas tomaron una estrategia de deslocalización productiva, comercio intra-firma y concentración de capital vía grandes fusiones. Junto a esto se observa una integración internacional de las plantas ubicadas en la periferia, que anteriormente funcionaban en forma casi "autárquica" para sus mercados internos. No obstante, estas terminales pierden integración vertical en cada país ya que se reemplazan insumos locales. Mediante la homogeneización de partes, grandes proveedores especializados se encargan de las necesidades mundiales de cada firma, ganando productividad por medio de la escala.

Hasta el propio producto se vio ampliamente modificado ya que el "auto" previo a la década del setenta (amplio, con gran consumo de combustible, poca variedad dentro de modelos, etc.) se reemplazó por un nuevo auto pequeño, energéticamente eficiente, de menor vida útil, con nuevas ideas de diseño, gran diversificación de modelos y funcionalidades. En realidad, desde la década de

los ochenta se puede distinguir en la industria automotriz una tendencia a la unificación de los diseños y modelos, perdiendo gran parte de la diversidad de “estilos tecnológicos” (Hughes, 2008) existente previamente. Así es como las líneas que distinguían los estilos automotrices norteamericano, europeo y japonés comienzan a desvanecerse. El cambio fue tan radical que el propio Hughes da como ejemplo de “estilos tecnológicos contrastantes” a los automóviles de Estados Unidos y Europa en la década del cincuenta⁴⁷, pleno auge del régimen de acumulación Fordista y de su particular “marco tecnológico” automotriz. No obstante, actualmente se distingue una gran convergencia de los estilos: mientras Estados Unidos produce autos pequeños y eficientes, Japón agranda sus modelos llegando a producir 4x4 y autos de gran porte.

La Teoría de la Regulación explica los cambios económicos, políticos y sociales de la década del setenta como producidos por la crisis del modelo ‘Fordista’ de acumulación y no por el boom petrolero de 1973 o las altas tasas de inflación (que desembocaron en estanflación). El modelo de acumulación ya había mostrado sus limitaciones desde hacía varios años, ya que los aumentos de productividad se habían reducido y la tasa de ganancia de las empresas había comenzado a caer desde finales de la década de los sesenta⁴⁸. La organización Fordista de la producción estaba basada en la cadena de montaje y ganancias de productividad mediante grandes escalas y productos indiferenciados que requerían a su vez un consumo en masa para permitir la realización de la gran cantidad de mercancías producidas (Coriat B., 2001). Así es como se transforman en patas fundamentales del modelo de acumulación la política salarial Fordista de salarios altos y grandes beneficios y el Estado de Bienestar y sus Políticas Keynesianas que, por medio de salario indirecto, inversión social y transferencias, se encargaba de sociabilizar parte del costo de reproducción de la fuerza de trabajo mediante redistribución interclase de los ingresos por medio de impuestos, transferencias y consumo social (Gough. I., 1982), al tiempo que garantizaba el consumo de los sectores que se encontraban fuera del mercado de trabajo⁴⁹. Esta articulación de las instituciones generó un sendero de gran crecimiento en los países centrales hasta finales de la década de los sesenta, cuando los aumentos de productividad disminuyeron, al tiempo que transformaciones sociales comenzaron a rechazar la estandarización e indiferenciación de las mercancías fordistas.

Luego de un importante período de crisis en que se dismanteló lentamente las estructuras y pactos sociales de este régimen de acumulación, se instalan nuevas instituciones que logran solucionar los límites que había registrado el modelo Fordista mediante la organización de la producción en talleres flexibles, relativamente pequeños y automatizados mediante el ingreso del robot y el control por computadoras. Comienza “la era de la competencia por calidad, la era de los productos especificados y de la fabricación por lotes”⁵⁰. Ingresa en el proceso productivo no sólo el robot sino las computadoras, haciendo rentables escalas menores y flexibles y por primera vez en mucho tiempo, cambia la propia administración de las empresas. El conocimiento en general y la ciencia en particular tomaron el papel de insumo más importante del proceso productivo, bajando los requerimientos de los recursos naturales y mano de

obra no calificada. Este nuevo paradigma tecno-económico fue parte de la salida de la crisis de valorización que marcó el fin del modelo de acumulación fordista y su transformación en un nuevo modelo “flexible” (denominado por otras conceptualizaciones ‘globalización’, ‘capitalismo informacional’ o ‘postfordismo’).

Al responder a la demanda, el salario se transforma en un ‘costo’ por lo que se rompe la relación salarial Fordista y la búsqueda de la productividad se concentra en la calidad y diferenciación de los productos. El Estado abandonó las políticas keynesianas por las teorías neoliberales del ‘*supply side*’, retirándose de la intervención de los mercados, desregulando los controles fordistas (fundamentalmente en el sistema financiero). Como consecuencia, la acumulación de capital experimentó un proceso de expansión financiera gracias al inusitado crecimiento del movimiento de fondos especulativos (Gowan, P. 2000).

Esta caracterización de la Teoría de la Regulación, con los paradigmas tecno-económicos como su expresión tecnológica, permite analizar las transformaciones tecnológicas, sociales y económicas, posibilitando explicar su funcionalidad en el nuevo proceso de acumulación. No obstante, al quedarse en ese plano, no puede explicar los procesos de un sector en particular. En todo caso, su explicación será determinística, careciendo de posibilidades de explicar los diferentes grados de ‘inclusión’ de los sectores o empresa. La industria automotriz japonesa durante el fordismo (que no responde en su totalidad al sentido común tecnológico vigente) no puede ser comprendida con este herramental.

La mirada SCOT, describirá de que manera las transformaciones en el “Marco Tecnológico” automotriz a nivel mundial influyen en cada empresa o taller y en que medida es “incluido” en el mismo, de acuerdo a su particular Trayectoria Sociotécnica. Sin embargo, al no poder comprender las interrelaciones entre los diferentes Marcos Tecnológicos, sólo da cuenta de las modificaciones sin posibilidad de explicarlas.

Ahora, conceptualizando la forma en que se organiza, entiende y se transforma la producción automotriz como un ‘Marco Tecnológico’ inserto en un ‘Paradigma Tecno-económico’, es posible resolver estos conflictos, explicando las transformaciones del marco tecnológico automotriz como su respuesta al nuevo paradigma ‘flexible’, parte integrante de un nuevo régimen de acumulación. Cada empresa o taller podrá, no obstante, cambiar su nivel de inclusión en el marco tecnológico.

De esta manera, es posible interpretar la desaparición de los diferentes ‘estilos tecnológicos’. Las automotrices japonesas tenían una inclusión baja en el marco tecnológico fordista (que incluía grandes autos con altos requerimientos de recursos naturales y combustibles, insumo clave del paradigma vigente). No obstante, con la crisis del fordismo surge de un nuevo régimen de acumulación flexible con su paradigma tecno-económico basado en el conocimiento y uso del microprocesador. El marco tecnológico automotriz toma parte de esos sentidos comunes de tal manera de incluir aspectos del estilo automotriz

japonés y difundirlos por todo el mundo. Ahora, tanto la industria japonesa como la norteamericana tienen una alta inclusión en el marco tecnológico automotriz, lo que explica la desaparición de las divergencias de estilo tomando elementos comunes. La industria japonesa de 'norteamericanizó' (con grandes camionetas y autos de lujo) tanto como la industria norteamericana se 'japonizó' (incluyendo el *just in time* en la fabricación de autos más chicos, con menos recursos naturales y más eficientes). Asimismo, la tendencia a la 'globalización' de la producción y la integración al mercado mundial de terminales de países periféricos se entienden como respuesta a la búsqueda de minimizar costos salariales (por la caída de la institución salarial fordista) y a las nuevas tecnologías de información que permiten la coordinación y planificación a escala mundial. Ahora, si necesitamos investigar los cambios específicos en una terminal o empresa en particular, necesitamos el instrumental SCOT para descubrir su grado de inclusión en el Marco Tecnológico automotriz y en el Paradigma Tecnoeconómico vigente y en que forma su Trayectoria Sociotécnica particular influye en los métodos productivos, siempre teniendo en cuenta los lineamientos y limitaciones establecidas por el Paradigma Tecnoeconómico y el Régimen de Acumulación.

Conclusiones

En este trabajo se intentó explicitar las interconexiones y la forma en que tres ramas del conocimiento se complementan. La Teoría de la Regulación, la Economía Evolucionista y la Sociología Constructivista del Cambio Tecnológico centran su análisis en diferentes aspectos de la relación entre economía, sociedad y tecnología. Este paper buscó mostrar que las tres miradas, con su instrumental teórico y conceptos, pueden entenderse como "tres caras de la misma moneda". Modo de Acumulación, Paradigma Tecno-económico y Marco Tecnológico (junto al resto de los conceptos que los acompañan) se complementan y requieren mutuamente para una correcta interpretación de los conceptos de cambio sociotécnico.

Si bien tienen sus diferencias conceptuales y metodológicas, mediante algunas ligeras 'reinterpretaciones' es posible combinar los postulados de las tres corrientes, obteniendo una teoría de mayor poder descriptivo del proceso sociotécnico de cambio tecnológico que cada una por separado. De esta manera, cada teoría se traducirá en un 'recorte' del marco conceptual general con un determinado nivel de abstracción, permitiendo un enfoque 'modular' del proceso sociotécnico.

De acuerdo a cuál es el objetivo principal de estudio y la escala de análisis buscada, el analista utilizará más profundamente los conceptos propuestos por cada una de las teorías, de acuerdo a su conveniencia. Para la comprensión del cambio tecnológico en una empresa o las transformaciones de un artefacto, el marco SCOT impondrá su forma de interpretación pero incluyendo elementos de los paradigmas tecno-económicos y los modelos de acumulación para incorporar las limitaciones que imponen los acuerdos sociales vigentes y los 'sentidos comunes' preponderantes.

De la misma forma, si se busca estudiar el cambio tecnológico como un proceso sectorial o nacional, la Economía Evolucionista y los Modos de Regulación serán quienes guíen el análisis. Sin embargo, los conceptos constructivistas deben mantenerse presentes para impedir caer en un determinismo tecnológico o económico. Las particularidades en que obliga a poner el foco el instrumental SCOT, además de complejizar el estudio dándole más poder explicativo, son particularmente importantes en sociedades periféricas, con estructuras y dinámicas sociotécnicas particulares, diferentes a las de los países desarrollados.

Se presentó una breve interpretación de este enfoque modular en el caso de la industria automotriz. La sociología describe los cambios sin poder dar cuenta de su 'inclusión' en el sentido común vigente compartido por toda la economía. Por su parte, la economía endogeneiza los ciclos en la acumulación y su contrapartida en la tecnología y el uso de insumos pero no alcanza a presentar más que una explicación determinística de los sectores y empresas en particular. La utilización del Marco conceptual interdisciplinario presentado, permite resolver estos problemas, complementando ambas miradas.

Bibliografía

- Armstrong, P., Glyn A. y Harrison J. (1991). *Capitalism since 1945*. Oxford, Basic Blackwell.
- Arrighi, G. (1999); *El Largo Siglo XX*. Madrid, Akal Ediciones, 1999.
- Bijker, W. (2008); "La construcción social de la baquelita: hacia una teoría de la invención" en Thomas H. y Buch, A. (Comp.); *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Bijker, W. (1993); "Do Not Despair: There Is Life after Constructivism" en *Science, Technology, & Human Values*, Vol. 18, No. 1, Theme Issue: Technological Choices.
- Bijker, W. (1997); *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. toward a theory of sociotechnical change*. MIT Press.
- Bijker, W. (2010); "How is technology made? That is the question!" en *Cambridge Journal of Economics*. Año 34 N° 1
- Boyer R. (1988); "Technical change and the theory of 'Régulation'" en Dosi, G et al. eds., *Technical Change And Economic Theory*, Pinter Publishers, London
- Boyer, R. (1989); *La teoría de la regulación: un análisis crítico*. Buenos Aires CEIL – HUMANITAS.
- Boyer, R. (1997); "Los orígenes de la regulación" en Boyer, R. y Saillard, Y. (Eds.) *Teoría de la regulación: estado de los conocimientos*. Buenos Aires: Asociación Trabajo y Sociedad / Oficina de Publicaciones del CBC, Universidad de Buenos Aires.
- Boyer, R. (2003); *Les institutions dans la théorie de la régulation*. CECREMAP en <http://ideas.repec.org/p/cpm/cepmmap/0308.html>
- Boyer R. (2007); *Crisis y regímenes de crecimiento: una introducción a la teoría de la regulación*. Buenos Aires: Miño y Dávila editores / CEIL PIETTE CONICET.
- Boyer, R. y Coriat, B. (1987); *Technical Flexibility and Macro Stabilisation*. CECREMAP en <http://ideas.repec.org/p/cpm/cepmmap/8731.html>
- Bruun H. y Hukkinen J. (2008); "Cruzando fronteras: un dialogo entre tres formas de comprender el cambio tecnológico" en Thomas H. y Buch, A. (Comp.); *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Callon, M. (1986); "Algunos elementos para una sociología de la traducción: la domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de St. Brieuc", en Iranzo, J.M.; González de la fe, T.; Blanco, J.R.(coords.) *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: CIS.
- Callon, M. (2008); "La dinámica de las redes tecno-económicas" en Thomas H. y Buch, A. (Comp.); *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Coriat, B. (1993); *El taller y el robot ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la electrónica*. España; Siglo XXI Editores.

- Coriat, B. (2000); *Pensar al Revés. Trabajo y organización en la empresa japonesa*. México; Siglo XXI Editores.
- Coriat, B. (2001); *El taller y el cronómetro. Ensayo sobre el taylorismo, el fordismo y la producción en masa*. España; Siglo XXI Editores.
- David, P. (1985); "Clio and the Economics of QWERTY" en *The American Economic Review*, Vol. 75, Nro. 2.
- Dieguez, R. (2011); *La Teoría de la Regulación Marco Conceptual y Categorías de Análisis*. Universidad Nacional de General Sarmiento (mimeo).
- Dosi, G et al. (Eds.)(1988); *Technical Change And Economic Theory*, London: Pinter Publishers.
- Dosi, G. (2003); "Paradigmas y trayectorias tecnológicas. Una interpretación de las determinantes y direcciones del cambio tecnológico" en Chesnais, F. y Neffa J. (Comp.) *Ciencia, tecnología y crecimiento económico*. Buenos Aires: CEIL-PIETTE CONICET.
- Dosi, G. y Grazzi, M. (2010); "On nature of technologies: knowledge, procedures, artifacts and production inputs" en *Cambridge Journal of Economics*. Año 34 N° 1
- Esping-Andersen, G. (1993). *Los tres mundos del Estado de bienestar*. Valencia, Edicions Alfons el Magnànim.
- Freeman, C. y Pérez, C. (2003) "Crisis estructurales de ajuste, ciclos económicos y comportamiento de la inversión" en Chesnais, F. y Neffa J. (Comp.) *Ciencia, tecnología y crecimiento económico*. Buenos Aires: CEIL-PIETTE CONICET.
- Georgescu-Roegen, N. (1996). *La Ley de la Entropía y el Proceso Económico*. España: Fundación Argentaria.
- Gough, I. (1982). *Economía política del Estado del bienestar*. Madrid, H. Blume.
- Hobsbawm, E. (1997); *La Era de la Revolución 1789 – 1848*. Barcelona: Crítica.
- Hughes T. (2008). "La evolución de los grandes sistemas técnicos" en Thomas H. y Buch A. *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*, UNQ, Bernal.
- Kondratieff N. (1944); *Ensayos sobre el ciclo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kreimer P. (1999); *De probetas, computadoras y ratones*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Kuhn, T. (2010); *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982); *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard College.
- López, A. (1998); "La reciente literatura sobre la economía del cambio tecnológico y la innovación: una guía temática" en *I&D. Revista de Industria y Desarrollo*. Año 1 N° 3. Buenos Aires.
- Lundvall, B. (2007); *Innovation System Research. Where it came from and where it might go*. GLOBELICS Working Paper Series 2007-01.
- Lundvall, B. Ed. (2009); *Sistemas Nacionales de innovación. Hacia una teoría de la innovación y el aprendizaje por interacción*. San Martín: UNSAM.
- Mansilla, D. (2007); "La Tercera Revolución Industrial o como la economía descubrió la segunda ley de la termodinámica" en *Actas del 1º Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, Universidad Nacional de Quilmes.
- Mc Kenzie, D. (1998); *Knowing machines. Essays on technical change*. MIT.
- Marx, C. (1999) *The Poverty of Philosophy* en <http://www.marxists.org/archive/marx/works/1847/poverty-philosophy/>
- Marx, C. (2000); *El Capital. Crítica de la economía política*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Marx, C. y Engels, F., (2003) *El Manifiesto Comunista*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Nelson, R. (1991); "Why Do Firms Differ, and How Does it Matter?" en *Strategic Management Journal*, Vol. 12.
- Nelson, R. (1995); "Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change" en *Journal of Economic Literature*, vol. 33, issue 1.
- Pérez, C. (1986); "Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto" en Ominami, C. (Ed.) *La Tercera Revolución Industrial. Impactos internacionales del actual viraje tecnológico*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano.
- Pérez, C. (2002); *Cambio estructural y asimilación de nuevas tecnologías en el sistema económico y social*. En http://www.carlotaperez.org/Articulos/Futures_1983_cast.pdf
- Pérez, C. (2005); *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. Mexico: Ed. Siglo XXI
- Pérez, C. (2009a); "The double bubble at the turn of the century: technological roots and structural implications" en *Cambridge Journal of Economics*, Año 33

- Pérez, C. (2009b): *Technological revolutions and techno-economic paradigms*. Working Paper No. 20, Tallinn University of Technology, Tallinn en <http://www.carlotaperez.org/papers/PerezTRsTEPsTUTWP20.pdf>
- Pérez, C. (2010); "Technological revolutions and techno-economic paradigms" en *Cambridge Journal of Economics*. Año 34 N° 1
- Piore M. y Sabel, C. (1993); *La segunda ruptura industrial*. Buenos Aires; Alianza.
- Pinch, T. y Bijker, W. (2008); "La construcción social de hechos científicos y de artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente" en Thomas H. y Buch, A. (Comp.); *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Ricardo D. (2004); *Principios de economía, política y tributación*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Rosenberg, N. (1979); *Tecnología y Economía*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- Rosenberg, N. (2003); "Ciencia, invención y crecimiento económico" en Chesnais, F. y Neffa J. (Comp.) *Ciencia, tecnología y crecimiento económico*. Buenos Aires: CEIL-PIETTE CONICET
- Schumpeter, J. (1957); *Teoría del Desarrollo Económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Schumpeter, J. (1996); *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. Barcelona: Folio.
- Smith A. (2008); *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Thomas, H. (2008); "Estructuras cerradas versus procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico" en Thomas H. y Buch, A. (Comp.); *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.
- Thomas, H. y Lalouf, A. (2008); "Trayectorias socio-técnicas, estilos de innovación y cambio tecnológico, resignificación de tecnologías y conocimientos genéricos en países subdesarrollados" *VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE)*.
- Valderrama, A. (2004); "Teoría y crítica de la construcción social de la tecnología" en *Revista Colombiana de Sociología*. N° 23 en www.revistas.unal.edu.co/index.php/recs/article/download/11278/11937
- Van den Belt, H. y Rip, A (1989); "The Nelson-Winter-Dosi Model and Synthetic Dye Chemistry" en Bijker, W., Hughes, T. y Pinch, T. (comps.); *The Social Construction of Technological Systems*. MIT Press.
- Winner, L. (2004); "Social Constructivism: Opening the Black Box and Finding is Empty" en Scharff, R. y Dusek, V. (Ed.) *Philosophy of Technology. The Technological Condition. An anthology*. Blackwell Publishing Ltd.

- ¹ Kreimer, P. (1999)
- ² Bijker, W. (2010)
- ³ Por ejemplo, el conocido ejemplo del cultivo de Vieiras en Francia (Callon, 1986) para el conocimiento científico y la aplicación del mismo instrumental teórico para la construcción de tecnología en Callon, 2008
- ⁴ Hughes, T., 2008
- ⁵ Esta incapacidad desde la técnica de seleccionar artefactos ‘ganadores’ está definido por el concepto de ‘flexibilidad interpretativa’ y ‘funcionamiento’. La co-construcción sociotécnica de las tecnologías y artefactos los hace *incommensurables*. El contacto con la incommensurabilidad de los paradigmas científicos (Kuhn, 2010) es clara.
- ⁶ Pinch, T. y Bijker, W. (2008), Bijker, W. (1997), Thomas, H. (2008)
- ⁷ Bijker, W. (1997) p. 75
- ⁸ “the transformative capacity to harness the agency of others to comply with one’s ends” Bijker, W. (2005) p. 262 citando a Giddens
- ⁹ “technological frame is a concept to be applied to all kinds of relevant social groups, whereas ‘paradigm’ was exclusively intended for scientific communities” Bijker, W. (2010).
- ¹⁰ Thomas, H. (2008).
- ¹¹ Thomas, H. y Lalouf, A. (2008), Thomas, H. (2008)
- ¹² Thomas, H. (2008) p. 248
- ¹³ Thomas, H. (2008) p.249
- ¹⁴ Winner, L. (2004), Valderrama, A. (2004)
- ¹⁵ Bruun, H. y Hukkinen J. (2008), Thomas, H. (2008)
- ¹⁶ Smith A. (2008)
- ¹⁷ Ricardo, D. (2004) Capítulo XXXI “De la Maquinaria”
- ¹⁸ Dice el propio Manifiesto Comunista “... La burguesía no puede existir sino a condición de revolucionar incesantemente los instrumentos de producción, y con ello todas las relaciones sociales” Marx, C. y Engels, F., 2003
- ¹⁹ Marx, C. (2000) Capítulo XIII Libro I “Maquinaria y Gran Industria”
- ²⁰ Sin embargo, existen pasajes de la obra de Marx donde cae en grandes determinismos tecnológicos como “The hand-mill gives you society with the feudal lord; the steam-mill, society with the industrial capitalist.” (“El molino a sangre trajo la sociedad con el señor feudal, el molino de viento, la sociedad con el capitalista industrial”) Marx, C. (1999)
- ²¹ Schumpeter (1957), Schumpeter (1996)
- ²² Nelson, R. (1995), Nelson, R. y Winter, S. (1982);
- ²³ Rosenberg N. (1975), Rosenberg N. (1979), Rosenberg N. (2003)
- ²⁴ Lundvall, B. Ed. (2009); Lundvall, B. (2007)
- ²⁵ Dosi G. (2003)
- ²⁶ Ver una presentación completa de las diferentes vertientes de la economía del cambio tecnológico en López, A. (1998).
- ²⁷ Pérez, C. (1986), Pérez, C. (2010) , Freeman C. y Pérez, C. (2003)
- ²⁸ Freeman C. y Pérez, C. (2003), p. 221
- ²⁹ Para evitar redundancia en adelante, salvo aclaración, ‘paradigma’ se referirá al concepto de paradigma tecno-económico. No confundir con el ‘paradigma’ de Kuhn o el ‘paradigma tecnológico’ de Dosi.
- ³⁰ Pérez, C. (1986), Freeman C. y Pérez, C. (2003)
- ³¹ Pérez, C. (2005)
- ³² En Mansilla (2007) presentamos la propuesta de considerar como insumo clave de este período a las fuentes naturales de baja entropía, utilizando la conceptualización de Georgescu-Roegen (1996)
- ³³ Freeman C. y Pérez, C. (2003)
- ³⁴ Schumpeter, J. (1957)
- ³⁵ Pérez, C. (2005), Pérez, C. (2009a)
- ³⁶ Pérez, C. (2005).
- ³⁷ Arrighi, G. (1999)
- ³⁸ Dosi, G. (2003), Dosi, G. y Grazzi, M. (2010)
- ³⁹ David, P. (1985)
- ⁴⁰ Rosenberg, N. (1979)
- ⁴¹ Por ejemplo, citas como “Each particular body of knowledge shapes and constrains the rate and direction of technical change” Dosi, G. y Grazzi, M. (2010) p. 180 o “New technology systems not only modify the business

space, but also the institutional context and even the culture in which they occur” Pérez, C. (2010) p. 188

⁴² Dieguez (2011) Boyer (2007), Boyer (1988), Boyer (1989)

⁴³ Esto no implica que se niegue la Ley de la Tendencia Decreciente de la Tasa de Ganancia de Marx, sino que reconocen el poder de las regulaciones e instituciones para operar como contratendencia, por lo menos por períodos cortos.

⁴⁴ Pérez, C. (2005). Por ejemplo, para el caso de la última oleada, la era de la informática y las telecomunicaciones, el big bang iniciador de la revolución tecnológica fue el anuncio en 1971 de la creación del microprocesador por parte de Intel, a pesar de que ya existía la electrónica gracias a transistores, computadoras y controles.

⁴⁵ En el mismo sentido, Van den Belt, H. y Rip, A (1989) buscaron crear “una extensión sociológica del modelo de Nelson-Winter-Dosi” y son varios los trabajos que relacionan la sociología y la economía del cambio tecnológico como Thomas, H. (2008), Bruun H. y Hukkinen J. (2008). Thomas, H. y Lalouf, A. (2008) concluyen que las conceptualizaciones de *learning* de la economía evolucionista son compatibles con el abordaje SCOT.

⁴⁶ Coriat (2000)

⁴⁷ Hughes (2008)

⁴⁸ Armstrong et al. (1991), Piore M. y Sabel, C. (1993)

⁴⁹ Logrando una variable desmercantilización de la fuerza de trabajo, según las características de los ‘pactos sociales’ de cada país en particular (Esping-Andersen, G., 1993)

⁵⁰ Coriat B. (1993)