



Sobre los paradigmas tecnológicos de G. Dosi: encuentros y desencuentros con la teoría del cambio científico de T. Kuhn

*Marcelo Jose García Farjat**

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal identificar y discutir los rasgos comunes entre la teoría paradigmática de Giovanni Dosi y la teoría del cambio científico de Thomas Kuhn, así como sus diferencias. De todas las vías analíticas que ofrece la propuesta de Dosi, interesa someter a escrutinio, en clave epistemológica, el paralelismo trazado por el autor entre el desarrollo científico y el desarrollo tecnológico. De este examen se espera determinar no solo en qué medida los planteamientos de Dosi pueden interpretarse a la luz de la teoría de Kuhn, sino también cuáles son los límites que su aplicación le impone al análisis del cambio tecnológico en los términos planteados por el economista italiano. Finalmente, este trabajo aspira a evaluar la plausibilidad de la analogía conceptual establecida por Dosi entre paradigmas científicos y tecnológicos.

Palabras clave

DOSI – KUHN - CAMBIO TECNOLÓGICO – ANALOGÍA – EPISTEMOLOGÍA

* Centro de Estudios Avanzados, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Córdoba.

Introducción

Aunque muchas veces se presentan de forma implícita, la economía y la epistemología se retroalimentan y se encuentran profundamente imbricadas. La actividad y el pensamiento económicos están imbuidos de presupuestos epistemológicos que los orientan y dotan de sentido, constituyéndose así en el núcleo orientador de sus respectivos aparatos teóricos. Entre la amplia gama de teorías económicas que pueden examinarse desde una perspectiva epistemológica, la presente propuesta se enfoca en una en particular: el evolucionismo económico.

De acuerdo con Luján y Moreno (1996), esta corriente forma parte de un intento de reformulación teórica que se presenta como alternativa heterodoxa ante las inconsistencias y limitaciones que comportan las teorías neoclásicas y los modelos lineales de innovación para la conceptualización del cambio tecnológico. Dentro de la diversidad de autores de inspiración evolucionista, este trabajo se centra en la propuesta del economista italiano Giovanni Dosi, quien busca explicar las fuerzas que dinamizan el cambio tecnológico a partir de la noción de *paradigma tecnológico*, propuesta en semejanza al *paradigma científico* de Thomas Kuhn.

De todas las vías analíticas que ofrecen sus trabajos, resulta especialmente relevante examinar y discutir los posibles encuentros y desencuentros entre la teoría de Dosi y la propuesta por Kuhn para el estudio de la ciencia con el propósito de evaluar la fertilidad de la analogía que establece entre los *paradigmas científicos* y los *paradigmas tecnológicos*. En este sentido, el autor traza un paralelismo entre el desarrollo científico y el tecnológico en términos de continuidad y discontinuidad, de estabilidad y cambio, lo cual resulta plenamente compatible con una epistemología evolucionista de cariz kuhniano. En otras palabras, para Dosi, los mecanismos que

rigen al desarrollo de las tecnologías coinciden abiertamente con los que, según Kuhn, orientan el desarrollo científico.

La influencia de las ideas de Kuhn en las formulaciones de Dosi está lejos de ser casual. A pesar del carácter polisémico y ambiguo del concepto de *paradigma*, su uso como recurso explicativo y heurístico ha trascendido ampliamente el ámbito científico: “repentinamente, paradigmas fueron detectados, no solo en ciencia, sino también en las más diversas actividades, ya sea en economía, en artes, pasando por la medicina y los deportes” (Cupani, 2017:13). Los trabajos de Dosi, desde el campo de la economía, no son una excepción a esta tendencia señalada por el filósofo argentino, especialmente al considerar la plausibilidad de las categorías kuhnianas para una adecuada comprensión del cambio tecnológico¹.

En esta estela de apreciaciones iniciales, conviene señalar los motivos principales que justifican una labor de esta índole. En primer lugar, buena parte de los estudios ocupados en el abordaje del cambio tecnológico en lengua castellana exhibe un carácter general y propedéutico en relación con los desarrollos conceptuales del evolucionismo económico². Y los estudios referidos al pensamiento de Dosi no escapan a esta propensión, evidenciándose una carencia de estudios sistemáticos y rigurosos que aborden su propuesta en los términos planteados en este artículo.

¹ Otros autores, como por ejemplo Constant (1980), Granberg y Stankiewicz (1981), Johnston (1984) y Crilly (2010), también recurren, aunque con niveles diferentes de intensidad y de apropiación conceptuales, a las ideas kuhnianas para el abordaje del cambio tecnológico y las innovaciones.

² De todas maneras, conviene destacar los esfuerzos realizados recientemente por establecer manuales de economía de la innovación en español, como los de Barletta et al. (2014), Heijs y Buesa (2016) y Barletta et al. (2021).

Asimismo, y en línea con von Tunzelmann, Malerba, Nightingale y Metcalfe (2008), es necesario reconocer que el trabajo pionero de Dosi (1982) allanó el camino para nuevos estudios sobre la variedad y especificidad de las tecnologías en un momento en el que la disciplina económica estaba dominada por las teorías neoclásicas.

Peine, por su parte, resalta el valor de sus ideas al haber impulsado nuevas líneas de investigación en innovación, particularmente para aquellos que abordan su estudio desde una matriz teórica kuhniana: “especially Dosi’s article spawned and influenced a number of studies in the innovation literature that more or less directly used Kuhnian ideas to analyze technological change” (2006:7).

Por último, aquí se coincide con el pensamiento de Elster, quien subraya la potencia y la plausibilidad del cambio tecnológico para ser abordado epistemológicamente: “el análisis de dicha temática se adapta a un análisis epistemológico, al hallarse en la intersección de las ciencias sociales y naturales y, a su vez, cubre el vacío entre la ciencia pura y asuntos cotidianos” (2006:14).

La propuesta se organiza de la siguiente manera. En un primer momento, se identifican y se discuten las posibles continuidades entre ambas formulaciones paradigmáticas. Enseguida, se analizan algunas dificultades que implica la aplicación del aparato teórico de Kuhn para la explicación del cambio tecnológico. Posteriormente, se examina la escasa atención que reciben los conceptos de crisis y anomalías en la teoría de Dosi, pese a su centralidad en la matriz teórica kuhniana. Finalmente, se evalúa la fertilidad explicativa de la analogía propuesta por Dosi entre el desarrollo científico y el desarrollo tecnológico.

Continuidades en las explicaciones kuhniana del cambio científico y dosiana sobre el cambio tecnológico

Si hay algo que caracteriza a la propuesta evolucionista de Dosi es su afirmación acerca de la existencia de mecanismos y pautas similares de comportamiento entre la ciencia y la tecnología: “pareciera que hay *paradigmas tecnológicos* (o programas de investigación) que cumplen un rol semejante a los de los paradigmas (o programas de investigación) científicos” (1982:99). En efecto, el concepto de *paradigma* puede considerarse como el sello distintivo de los cuerpos teóricos de ambos autores: el *paradigma científico* para la explicación del cambio y progreso en la ciencia y el *paradigma tecnológico* para el abordaje de las dinámicas tecnológicas y económicas de una firma.

Es de notar que este concepto -en sus dos versiones- se encarga de circunscribir las definiciones de los problemas significativos que enfrentan una firma o comunidad científica y de proporcionar, de acuerdo a ciertos principios, reglas, herramientas y procedimientos, recetas y pautas para su resolución. Asimismo, un *paradigma* representa un conjunto de ejemplares modelo que guía y dinamiza el quehacer científico y tecnológico dentro del marco de alternativas ofrecidas por el *paradigma* reinante. Dicho de otro modo, señala “cómo hacer las cosas y cómo mejorarlas” (Dosi y Sylos-Labini, 2007). En tal sentido, el paradigma provee un esquema de referencia y de acción a quienes actúan bajo su influencia:

Podemos dizer que uma característica importante de um paradigma tecnológico é que existe uma estrutura cognitiva que envolve a forma de interpretação do problema e os princípios empregados para sua solução a qual é partilhada por toda a comunidade tecnológica e pelos

agentes econômicos e com base na qual procuram-se melhorias em eficiência de processo e desempenho de produto (Corazza e Fracalanza, 2004:134).

Siguiendo este hilo conductor, Dosi afirma: “tanto los *paradigmas científicos* como los *paradigmas tecnológicos* incorporan una perspectiva, una definición de los problemas relevantes, un esquema de indagación” (1992:277). Considerando lo dicho, un *paradigma* no solo condiciona la dirección y ritmo de la ciencia o la tecnología, sino que también establece los criterios intraparadigmáticos para la toma de decisiones.

Más allá del *locus* diferente de cada propuesta -ciencia, por un lado, y tecnología, por el otro-, tanto el desarrollo científico como el tecnológico permiten, en etapas de *progreso normal e incremental*, procesos de especialización, profundización y acumulación de conocimiento y de experiencias previas en un escenario de evolución gradual y continua (Dosi, 1982, 1984, 1992; Dosi y Sylos-Labini, 2007; Dosi y Nelson, 2010, 2013). El *paradigma* especifica las tecnologías a emplear y los principios científicos y formales que procuran concretar la resolución de problemas y necesidades que surgen dentro de sus límites.

Al igual que Kuhn, quien concibe a la ciencia lejos de miradas simplistas, lineales, acumulativistas y progresivas, la teoría evolucionista de Dosi se distancia considerablemente de este tipo de perspectivas al entender al desarrollo tecnológico por medio de continuidades y discontinuidades. Las continuidades se manifiestan en cambios y avances que ocurren a lo largo de una *trayectoria tecnológica*. Mientras que las discontinuidades, que son las que efectivamente permiten un verdadero cambio o revolución tecnológica, se asocian con el surgimiento de un nuevo *paradigma* (Dosi: 1982:99).

En este sentido, el *paradigma científico* determina la *ciencia normal* en la cual los científicos llevan a cabo sus actividades de acuerdo con un conjunto de

presupuestos y ejemplares modelo que les permite trabajar en un marco de elevada seguridad y previsibilidad. El compromiso de la comunidad científica con las mismas reglas y normas de la práctica científica junto al consenso entre sus miembros, se convierte en un prerrequisito sustantivo de la *ciencia normal* (Kuhn, 2004); lo que posibilita, en definitiva, el avance y continuidad de la empresa científica.

El *paradigma tecnológico*, por su parte, presupone la evolución tecnológica mediante el perfeccionamiento y refinamiento de modelos y procedimientos específicos (Dosi, 1992:277), así como la búsqueda, el aprendizaje y la exploración de nuevas tecnologías bajo el amparo de una *trayectoria tecnológica* determinada.

El concepto de *trayectoria* goza de preeminencia en el marco de la analogía trazada por Dosi, al presentarse como el equivalente conceptual de los periodos kuhnianos de *ciencia normal*: “las trayectorias son patrones *normales* que permiten resolver problemas tecnológicos de diversa índole- con base en sus conocimientos, experiencias y materiales- que prescriben los caminos a ser seguidos o evitados (Neves Monteiro y Afonso de Aguiar Filho, 2012:26-27). Dicho de otro modo, su función principal es señalar los caminos del desarrollo tecnológico en la etapa de *innovación normal*, lo que revela el sentido normativo que comporta un *paradigma tecnológico*, en consonancia con la noción de “normalidad” kuhniana:

In general, the notion of technological trajectories is associated with the progressive realization of the innovative opportunities underlying each paradigm, which can in principle be measured in terms of the changes in the fundamental technoeconomic characteristics of artifacts and production process (Dosi and Sylos-Labini, 2007:333).

Análogamente a lo que ocurre en la *ciencia normal*, durante los periodos de *innovación normal* se aprecia una reducción significativa de la incertidumbre “fuerte”, predominante en etapa *preparadigmática*. Definida por Dosi (1992:286) como aquel

momento en el cual no se tiene conocimiento de la lista de sucesos posibles y tampoco sobre las consecuencias de acciones concretas para un suceso dado, su disminución se explica por la capacidad del paradigma para restringir y concentrar la dirección de búsqueda y de actuación de una firma bajo los condicionamientos que este impone. Es precisamente ese “hacia donde nos dirigimos” lo que guía las *trayectorias tecnológicas* y distingue a la etapa de investigación *normal*: reglas estables, rutinas organizativas y procesos de investigación corporativa internalizados actúan como mecanismos claves que reducen la incertidumbre, cuya eliminación total, según Dosi (1992), es fácticamente imposible.

Esta concepción es congruente con lo enunciado por Kuhn sobre cómo trabajan los científicos en tiempos de *ciencia normal*. Como señala Klimovsky (1997), el significado de lo “normal” -extensible a los periodos de *innovación normal* en Dosi- posee un sentido descriptivo y no valorativo, indicando una acción estereotipada de acción mucho más potente y efectiva que la observada en etapa de *preciencia*.

Algo que queda en evidencia con estas apreciaciones son ciertos rasgos en común que sustentan a la noción de progreso en ambos modelos teóricos. En las etapas de *ciencia normal* e *innovación normal*, el progreso se define por su carácter continuo, evolutivo y acumulativo; mientras que en los momentos de *revolución científica* o *tecnológica* -o de ruptura paradigmática-, se produce el reemplazo del *paradigma* vigente por uno nuevo, más exitoso y efectivo.

Para ser más precisos, lo que ambas explicaciones hacen es poner el foco, por un lado, en la presencia de periodos de relativa estabilidad caracterizados por el perfeccionamiento, la continuidad y la acumulación intraparadigmática. Y por otro, en el aspecto discontinuo del cambio científico y tecnológico, asociado al agotamiento y triunfo de un nuevo *paradigma*. Así, la naturaleza cíclica del cambio tecnológico

implica la alternancia entre fases de cambio incremental con fases de cambio radical (Peine, 2006).

En suma, las explicaciones formuladas por Kuhn y Dosi, lejos de ser “continuistas”, suponen cambios cualitativos y discontinuos en etapa de transformación y de reemplazo de *paradigma*, así como también modificaciones menores, cuantitativos e incrementales durante los periodos de *ciencia* o *innovación norma*. Es esta tensión entre lo normal y lo extraordinario la que define, en última instancia, las dinámicas de cambio científico y tecnológico, respectivamente.

En otro orden de cosas, y al igual que el *paradigma científico*, la teoría de Dosi exige indagar por qué ciertos *paradigmas tecnológicos* logran ser seleccionados, se imponen y prevalecen en desmedro de aquellos que, por motivos de diferente cuño, quedan relegados. En palabras de Kuhn (2004:242) cabe preguntarse: ¿Cuál es el proceso mediante el cual un nuevo candidato a paradigma sustituye a su predecesor? Para responder a este interrogante, resulta necesario, en un primer momento, separar el análisis de las condiciones que propician el surgimiento de un *paradigma* de los procesos que permiten su establecimiento y dominio³ (Cimoli y Dosi, 1994).

Centrándose en el primero de estos aspectos, Dosi toma distancia de cualquier intento determinista de explicación. En este sentido, un *paradigma tecnológico* busca superar aquellas teorías que colocan al progreso científico general o a las fuerzas del mercado como factores únicos y excluyentes -desde una mirada monocausal- en la determinación de las oportunidades tecnológicas y del desarrollo de tecnologías en un momento dado. Por el contrario, y de acuerdo con Vence Deza, “un *paradigma*

³ Según Cimoli y Dosi (1994), existen razones suficientes (aunque no explicitadas) para sostener que no es posible formular una teoría general sobre el surgimiento de un *paradigma tecnológico*.

emerge a partir de nuevas posibilidades ofrecidas por la ciencia, pero su configuración no deriva directa y exclusivamente de la ciencia, sino que en ella intervienen criterios de discriminación y selección emanados de instancias económicas e institucionales” (1995:244).

Partiendo de que un *paradigma* es fruto de la aparición de una innovación radical (Dosi, 1982), resulta pertinente retomar aquella cuestión inicial acerca de cómo se origina, bajo qué condiciones y cómo logra imponerse por sobre otros. Para ello, es necesario analizar primero lo que sucede en etapa *preparadigmática*, donde múltiples *paradigmas* se encuentran en pugna por ser considerados referencia en un contexto exploratorio marcado por la falta de consenso y certidumbre: “a first crucial role -as already mentioned- is the selection operated at each level, from research to production-related technological efforts, among the possible 'paths', on the grounds of some rather obvious and broad criteria such as feasibility, marketability, profitability” (Dosi, 1984:18).

En este período exploratorio, la búsqueda de innovaciones se enfrenta a una doble incertidumbre: por un lado, respecto de los resultados prácticos de la búsqueda de innovaciones, y por otro, en relación a los principios científicos y tecnológicos y los procedimientos de resolución de problemas sobre los cuales podrían basarse los potenciales avances tecnológicos (Dosi, 1988:286). En este contexto adquieren especial relevancia los avances científicos: “su progreso y acrecentamiento promueve un conjunto creciente de *paradigmas tecnológicos* potenciales de los cuales unos pocos son realmente desarrollados, aplicados económicamente y con frecuencia se convierten en dominantes” (Dosi, 1992:289).

Considerada la incertidumbre inherente a todo proceso innovador, Dosi (1982) menciona una serie de criterios -positivos y negativos- que interviene decididamente en la selección de un *paradigma*: por un lado, qué desarrollos deben ser excluidos

(criterio negativo) y por otro, qué tecnologías deben ser escogidas (criterio positivo). Asimismo, el economista italiano incorpora criterios generales de carácter económico, como la posibilidad de comercialización, la potencial rentabilidad de una tecnología y su capacidad de reducción de costos, mano de obra y tiempo.

En este sentido, Dosi (1992:289) puntualiza los aspectos que deben considerarse en lo referido a los procesos de selección de un *paradigma*, a saber:

- a) la naturaleza e intereses de las instituciones puente, entre la investigación pura y las aplicaciones económicas.
- b) con (bastante) frecuencia, especialmente en este siglo (XX), factores estrictamente institucionales tales como agencias públicas.
- c) los mecanismos de prueba y error para la exploración de nuevas tecnologías, a menudo asociadas con la empresa schumpeteriana.
- d) el criterio de selección de mercados y/o los requisitos tecnoeconómicos de los primeros usuarios.

De estas descripciones se desprende un asunto de sumo interés para la comprensión de la teoría del cambio tecnológico propuesta por Dosi: la indagación acerca de las razones por las cuales solo ciertos *paradigmas* logran desarrollarse y volverse dominantes. Como señala el propio autor: “a crucial question relates to how an established technological paradigm emerged in the first place and how it was 'preferred' to other possible ones” (Dosi, 1984:16). No obstante, aun cuando Dosi reconozca la relevancia de esta cuestión, no es tratada con la suficiente profundidad en sus trabajos. La falta de un análisis riguroso sobre los procesos de emergencia de un *paradigma*, así como sobre las condiciones que posibilitan su conformación y

la consecuente estabilización de las tecnologías (OCDE, 1996) será uno de los temas que concitará buena parte de la atención en lo que sigue.

Dificultades acerca del paralelismo entre paradigmas científicos y tecnológicos

El carácter monoparadigmático de la propuesta dosiana

Un rasgo fundamental de todo *paradigma tecnológico* es la incorporación de prescripciones significativas sobre las direcciones a seguir (heurística positiva) y las que deben excluirse o evitarse para la resolución de problemas (heurística negativa). En este sentido, el cambio tecnológico se dirige fuertemente hacia ciertas áreas problemáticas mientras descarta otras.

De este modo, el desarrollo de una firma se halla lejos de las reglas del azar y de la aleatoriedad al estar circunscrito a zonas específicas de acción. En otras palabras, un *paradigma* impone, así, severas constricciones en la futura dirección del desarrollo y progreso tecnológicos (Dosi, 1984; von Tunzelmann et al., 2008). Dosi lo expresa en los siguientes términos:

Los paradigmas tecnológicos tienen un fuerte efecto de exclusión: los esfuerzos y la imaginación tecnológica de los ingenieros y las organizaciones en las que se encuentran, se enfocan en precisas direcciones mientras son, por así decirlo, ‘ciegos’ con respecto a otras posibilidades tecnológicas (Dosi, 1982:153).

Estas aserciones se aplican también a las oportunidades tecnológicas, las cuales se encuentran limitadas por las características del *paradigma* y por su grado de

madurez y proceden, en parte, de los avances científicos exógenos y del conocimiento acumulado por las firmas (Dosi, 1992). En este sentido, las oportunidades tecnológicas se hallan “encerradas” dentro de los límites fijados por el *paradigma* (Pittaluga, 2000).

Sin desconocer las potencialidades del paradigma como herramienta heurística, lo que aquí se busca es tensionar ese carácter constrictor y de exclusión que le es atribuido. A este respecto, resulta pertinente recuperar lo explicitado por Teece, ya que nos introduce en la discusión que se pretende establecer a continuación:

The enterprise needs to not only work “inside the paradigm” to sustain product and process improvements, but also to figure out how to augment innovative activities by performing deeply entrepreneurial and possibly radical activities that transcend established engineering and commercial operations...In short, the paradigms approach is a good descriptive model of innovation. But it should not be used normatively to prescribe how all innovation should proceed at the enterprise level. While the paradigms perspective gives comfort as it helps explain how most innovation occurs, it also yields false comfort if it is viewed prescriptively (Teece, 2008:509-510).

Si bien un *paradigma* destaca por señalar “cómo hacer las cosas” (Dosi, 1982) en un marco de una elevada seguridad y certidumbre para quienes actúan en él, su carácter restrictivo es proclive a anular la consideración de opciones por fuera del esquema de acción dominante. En tal sentido, el progreso tecnológico sería visto en una sola dirección: no se estaría en condiciones de reconocer posibles bifurcaciones y caminos alternativos al establecido, ya que tanto las oportunidades como los procesos de búsqueda tecnológica se desarrollan dentro de los límites impuestos por el *paradigma*. Y si bien pueden ser modificados y redinamizados, ello es posible únicamente a partir de la aparición de nuevos *paradigmas* (Pittaluga, 2000), lo que

refuerza la idea de que las *trayectorias tecnológicas* se encuentran circunscritas y determinadas por la formación paradigmática imperante:

La capacidad de las *innovaciones incrementales* de producir mejoras encuentra inevitablemente sus límites, tanto técnicos como económicos. Sólo una nueva innovación radical, al determinar un nuevo horizonte de potencialidades, puede desplegar un abanico de innovaciones incrementales potenciales (Pittaluga, 2000:6).

Buena parte de lo expuesto guarda una estrecha relación con la teoría del cambio científico de Kuhn. Esta teoría dictamina que, durante los periodos de *ciencia normal*, la novedad no forma parte del quehacer de la comunidad de científicos y las reglas de juego se mantienen inalterables. Tampoco se intentan buscar nuevas teorías o esquemas de pensamiento, ni se juzga el marco de supuestos básicos, valores, compromisos y técnicas del *paradigma* vigente. Incluso, las voces críticas suelen ser desautorizadas por la propia comunidad científica (García Farjat y Salguero, 2020).

En este contexto, el *paradigma* se torna incuestionable a raíz de la confianza depositada en su capacidad resolutive y por la seguridad que brinda. Dispone, además, de una protección semántica y social que, según esta perspectiva, permite el correcto desarrollo de la empresa científica conforme sus lineamientos.

Como bien señala Klimovsky (1997:346), por más que sea la llave maestra para la inspección del mundo y dirija el quehacer de los científicos, los fundamentos de un *paradigma* -excepto en momentos de *crisis*- no son puestos en tela de juicio en el modelo de Kuhn. En efecto, en este modelo, la *ciencia normal* se distingue por su fuerte carácter restrictivo: “suprime frecuentemente innovaciones fundamentales, debido a que resultan necesariamente subversivas para sus compromisos básicos” (Kuhn: 2004:26).

En esta misma línea, Bunge (1985) advierte que el propio quehacer científico, tal como lo describe Kuhn en tiempos de *ciencia normal*, impide generar nuevos problemas. La novedad queda relegada y absorbida por el marco impuesto y los científicos, rara vez, descubren nuevas teorías con lo cual la visión y las zonas de análisis tienden a estrecharse:

Entre los objetivos de la *ciencia normal* no hay ninguno que exija nuevos tipos de fenómenos, y en realidad los que no encajan en esos compartimentos frecuentemente ni siquiera se ven. Tampoco entra normalmente entre los objetivos de los científicos inventar teorías nuevas, y a menudo son intolerantes con las inventadas por otros... las áreas investigadas por la ciencia normal son minúsculas, por supuesto, pues la empresa que ahora se discute posee una visión drásticamente reducida (Kuhn, 2004:59).

Estas cavilaciones tienen como propósito central poner en tensión la seguridad propia de la *ciencia normal* para la explicación del cambio tecnológico, más allá de las *anomalías* que puedan surgir y que se intentan resolver, asimilar o minimizar, solo desde el marco prescriptivo provisto por el *paradigma* dominante.

Por estos motivos, el *paradigma* en cuestión se hallaría, de momento, exento de estas (posibles) dificultades, dado que tampoco es “su obligación” resolver todos los problemas que puedan presentarse. Solamente al suscitarse su agotamiento, se daría un verdadero cambio, una revolución en términos kuhnianos, en la cual coexistirían, de manera provisional, propuestas rivales hasta que una de ellas se imponga y logre estabilizarse.

Estos señalamientos buscan señalar ciertas limitaciones que se le impone al desarrollo y a la búsqueda de tecnologías a partir de la exclusiva circunscripción a los parámetros del esquema de acción imperante; a la lealtad cognoscitiva y metodológica de quienes operan bajo su influencia.

Si bien Kuhn (2004) no descarta la posible aparición de fenómenos inesperados e inéditos en el curso de la investigación científica, ese carácter restrictivo atribuido a la *ciencia normal* podría limitar de buena manera la valoración positiva del concepto de *paradigma tecnológico* como herramienta de explicación.

En esta línea expositiva, aunque desde un marco teórico diferente, Bunge (1983) reconoce la existencia de uno o varios marcos conceptuales en cada campo de conocimiento. Según su perspectiva, los investigadores adhieren a los lineamientos generales de un esquema general de pensamiento que incluye un cuerpo de conocimiento con métodos y técnicas específicos que motorizan la investigación científica.

No obstante, para Bunge (1983,1985), Kuhn no ha dilucidado correctamente las nociones de *paradigma* y de *marco conceptual*. Su concepción catastrofista se vuelve objeto especial de crítica. En pocas palabras, el *catastrofismo* asume que el cambio científico ocurre por medio de reemplazos y no por adición, tal como rezuma la noción de cambio kuhniano y que, por extensión, alcanza a los *paradigmas tecnológicos* de Dosi.

Asimismo, Bunge objeta con igual intensidad la tesis que sostiene que una “revolución epistémica arrolla con los logros anteriores, produciendo el «colapso» de teorías y métodos anteriores, los que son «derrocados» por los rivales victoriosos” (1983:5). Si se consideran las lógicas y dinámicas de acumulación intraparadigmática inherentes a un *paradigma*, el filósofo argentino rechaza esa idea de cambio revolucionario que desecha todo lo relacionado al *paradigma* saliente: “todo cambio epistémico es parcial antes que total” (Bunge, 1983:6).

De acuerdo con esta visión, ante el eventual agotamiento y cambio de *paradigma*, los conocimientos y las habilidades adquiridas para la resolución de problemas otrora dominantes quedarían sin efecto, siendo, en su gran mayoría,

reestructurados, desplazados y/o marginados por el nuevo *paradigma*. Entre otros inconvenientes, esta lógica de cambio paradigmático supone una desvinculación explícita entre pasado y presente, lo que puede obstaculizar el posible desarrollo y crecimiento tecnológicos de una firma, precisamente, por el carácter disruptivo que envuelve a la noción kuhniana de cambio científico. De esta forma, se estaría en presencia de alteraciones sustantivas y radicales en la visión de mundo y en los compromisos ontológicos, metodológicos y epistemológicos asumidos por el *paradigma* victorioso.

Sin embargo, según Cupani (2006), las revoluciones tecnológicas distan de comportar esa radicalidad enunciada por Kuhn:

A diferencia de las revoluciones científicas en el modelo de Kuhn, que son a la vez innovadoras y eliminatorias, las revoluciones tecnológicas no necesitan implicar una elección radical, no suponen forzosamente una nueva comunidad y son compatibles con la continuidad de tecnología “normal” (Cupani, 2006: 364).

En coherencia con lo abordado en estas páginas, a lo que se apunta con estas referencias es a mostrar rupturas parciales, el carácter continuo, gradual y evolutivo del desarrollo y progreso técnico y los saltos en los procesos de cambio tecnológico en un contexto de potencial convivencia y diálogo interparadigmáticos. En definitiva, se puede afirmar que las revoluciones tecnológicas no comparten las mismas características ni propiedades de una revolución científica, al menos, de acuerdo a lo establecido por Kuhn.

Para superar algunas de las dificultades que comporta el uso de la teoría de Kuhn para el abordaje del cambio tecnológico, se estima más conveniente partir de una propuesta que asuma la posibilidad de diálogo y convivencia paradigmáticas como supuesto metodológico y epistemológico rector. Esta afirmación encuentra su

razón en que las pautas actuales del desarrollo tecnológico parecen más próximas a la coexistencia de *paradigmas* y a debates permanentes de orden práctico y conceptual (García Farjat y Salguero, 2020) que a la existencia de un eje único y exclusivo de pensamiento y acción, tal como propone Kuhn:

No hay coexistencia de *paradigmas*, salvo en el breve tiempo de una revolución tecnológica... pero esa regla no parece seguirse en la tecnología, donde lo normal es la coexistencia de diversas tecnologías, aunque haya transformaciones de más alcance que otras (Broncano, 2000:207-208).

En este contexto de discusiones se presenta válido apelar al concepto de *tradición de investigación* impulsado por L. Laudan. Si bien comparte ciertas cualidades con los *paradigmas* de Kuhn y los *programas de investigación* de Lakatos, su propuesta epistemológica puede ser considerada como una guía útil para esta discusión.

A diferencia de Kuhn, para quien el cambio científico supone rupturas entre los distintos periodos de *ciencia normal* marcados por los límites de las revoluciones científicas (Pesa y Ostermann, 2002:92), Laudan (1986) propone un imperativo epistemológico y metodológico diferente para su estudio: la coexistencia de *tradiciones de investigación*. Según su teoría, dicha coexistencia se basa en el cuestionamiento permanente de sus fundamentos y la exploración de marcos alternativos como rasgos comunes de la actividad intelectual y práctica en un marco evolutivo y continuo de la ciencia y la tecnología. Este enfoque permite, por consiguiente, desafiar el elevado grado de quietismo propio de los períodos de normalidad kuhnianos, ofreciendo en paralelo la posibilidad de avanzar por sobre el carácter monoparadigmático presente en la interpretación evolucionista del cambio tecnológico formulada por Dosi.

Entre la falta de criterios supraparadigmáticos y la omisión de los conceptos de anomalía y crisis

En continuidad con las críticas vertidas en el apartado precedente, la falta de justificación kuhniana acerca de por qué un *paradigma* es considerado mejor que otro (García Giménez, 2008) está lejos de ser un problema secundario en esta discusión. Esto se debe, principalmente, a que la teoría de Kuhn no ofrece criterios racionales e intersubjetivos para resolver esta cuestión en tiempos de *crisis paradigmática*, es decir, no existe un criterio superior al cual referirse (Kreimer, 1999: 100).

Este cuestionamiento se replica de manera clara en los trabajos de Dosi. Según Bruun y Hukkinen (2008), uno de los puntos débiles de las explicaciones evolucionistas radica, justamente, en la escasa argumentación sobre las razones que explican por qué una tecnología cambia. En modo interrogativo, cabe cuestionarse lo siguiente: ¿Por qué una solución técnica deviene más paradigmática que otra? (Bruun y Hukkinen, 2008:194). O, siguiendo a Kreimer (1999:100): ¿Cómo procede un científico para hacer una elección en la situación de decidirse por una teoría y no por otra? Esta última inquietud, extrapolable fácilmente al ámbito tecnológico, cuando un ingeniero o inventor debe optar entre distintas soluciones, esquemas y procedimientos técnicos en contextos de crisis o cambio.

En esta estela de discusiones se desprende de inmediato un asunto de marcada importancia: determinar cómo se conforma ese acto de conversión kuhniano, es decir, el modo en que se alcanza el consenso necesario para la aceptación y el triunfo de un *paradigma* por sobre los demás. En el caso de Dosi no parece haber una explicación suficientemente precisa sobre las razones que

permiten a un *paradigma tecnológico* imponerse, ni sobre las bases y fundamentos que posibilitan la formación del consenso en sentido kuhniano.

En otras palabras, y por más que Dosi (1982, 1984, 1992) intente responder a estas cuestiones (como se señaló oportunamente en el subapartado anterior), sus apreciaciones no agotan las exigencias de una explicación de esta naturaleza en términos epistemológicos y sociales. En este sentido, Bruun y Hukkinen (2008) advierten que la propuesta paradigmática de Dosi adolece de precisión conceptual para determinar las causas que dan lugar a un cambio de *paradigma tecnológico*, esto, cómo ocurre y bajo qué condiciones se produce. En un tono similar, Bramuglia (2000:6) sostiene que la teoría paradigmática de Dosi “carece de una explicación del mecanismo interno para explicar el pasaje de un paradigma a otro”.

Algunas de estas dificultades se explican por la escasa atención que reciben los conceptos de *crisis* y *anomalía* en las producciones de Dosi, nociones fundamentales en la matriz teórica kuhniana. Es bien sabido que en Kuhn las crisis no son fenómenos espontáneos y azarosos: un *paradigma* no invisibiliza los errores y problemas, sino que, al igual que los éxitos y aciertos, los acumula. Cuando las dificultades que el *paradigma* no puede explicar son tantos que comienza a incomodar a los científicos, se produce una crisis en él y con ello, la posibilidad de sustitución paradigmática. Como indica Kuhn: “el significado de las crisis es que ofrecen un indicio de que ha llegado el momento de cambiar de herramientas” (2004:71).

Aun cuando Dosi distinga los periodos por los que transita el desarrollo tecnológico- progreso normal, acumulativo, incremental y extraordinario-, su teoría no logra explicar con la debida profundidad los factores conducentes a una crisis en función de lo planteado por Kuhn. En efecto como advierte Antonelli:

“Las crisis paradigmáticas surgen como factores de discontinuidad. Se generan nuevas trayectorias y las viejas entran en declive. El origen de tales cambios y la emergencia de nuevos paradigmas tecnológicos, sin embargo, siguen siendo poco claros excepto por la referencia implícita a la noción de oportunidades tecnológicas y su agotamiento final” (2006:85).

En los trabajos del pensador italiano también se observa la ausencia de un análisis que explore la aparición de *anomalías* capaces de desafiar las expectativas o la capacidad resolutive de un *paradigma*. Tampoco desarrolla como esos hechos inesperados podrían ser asimilados o incorporados a la estructura imperante. Para Peine, estas cuestiones representan solo una parte de los elementos que aún deben integrarse en cualquier teoría de la innovación que pretenda hacer uso del aparato teórico de Kuhn como marco de análisis:

By applying the whole Kuhnian framework of paradigms, crises and revolutions to the process of technological change as a whole, much of the descriptive power that is provided with the idea of a paradigm itself and the special kind of progress it establishes remained unexplored (Peine, 2006:7).

Entre las diversas discusiones posibles sobre el tema, resulta especialmente fecundo plantear un debate acerca del carácter racional o (no) en términos de cambio paradigmático, del abandono y aceptación de una teoría frente a otra. Aunque este asunto excede ampliamente los propósitos de este artículo- su profusa difusión y discusión justifica en parte su omisión en estas páginas- se presenta valioso esbozar una respuesta al respecto.

Es de notar que la propuesta paradigmática kuhniana, sin ser irracional como a menudo se la presenta, intenta distanciarse sistemáticamente de toda pretensión universalista que busque establecer normas y criterios generales para la elección y aceptación de teorías. En otras palabras, Kuhn impugna la posibilidad de un

algoritmo neutral que permita decidir entre opciones paradigmáticas. No existiría un lenguaje universal o neutral para discutir sobre cuál *paradigma* adoptar, ya que cada uno define sus propias reglas y su intersubjetividad se ciñe a la comunidad que lo sostiene. Como advierte Cortassa (2013), en los planteamientos kuhnianos prevalece la necesidad de rastrear las motivaciones de los investigadores en las circunstancias personales, comunitarias o contextuales que inciden en la evaluación de las alternativas y de sus resultados.

Estas consideraciones permiten valorar las formulaciones de Dosi a partir del carácter restrictivo que envuelve a un *paradigma tecnológico*, con sus normas y criterios internos, los cuales limitan la introducción de parámetros intersubjetivos capaces de determinar que *paradigma tecnológico* resulta más adecuado o cómo elegir entre distintas opciones en periodos de *crisis* y de *preciencia*.

Desde una perspectiva epistemológica, resulta pertinente acudir nuevamente a los trabajos de Laudan (1986) para tratar esta cuestión. En particular, su noción de *progreso* entendida en términos de la efectividad de una *tradición investigativa*- planteada como unidad de evaluación del progreso científico- para resolver problemas de distinto tipo. Para Laudan, “podemos decir que es siempre racional seguir cualquier tradición que tenga una tasa de progreso más elevada que la de sus rivales” (1986:150).

Así, lo que aquí nos ofrece el filósofo estadounidense es, concretamente, analizar comparativamente las ganancias y pérdidas de los *paradigmas* en cuestión ponderando la utilidad y la viabilidad de teorías, técnicas, procedimientos, rutinas y prácticas del *paradigma* saliente. Este enfoque permite particularmente rescatar los problemas efectivamente resueltos por un *paradigma* (García Farjat y Salguero, 2020) frente al recomienzo de todo tipo de actividades que supone el cambio en Kuhn. En este sentido, la propuesta de Laudan pone a disposición una alternativa

conceptual y explicativa- aunque no la única- que contribuye a superar algunas limitaciones que la teoría kuhniana impone a los planteamientos de Dosi en su análisis del cambio tecnológico.

Ahora bien, una revisión atenta de los trabajos del economista italiano nos lleva a plantear otro cuestionamiento de relevancia: el modelo de Kuhn es trasladado sin alteraciones sustantivas para explicar fenómenos y lógicas de distinto orden, aunque estrechamente vinculados, como la ciencia y la tecnología:

La analogía conceptual entre el *paradigma* kuhniano sobre el desarrollo de la ciencia y el *paradigma tecnológico* no es adecuada, ya que el tipo de fenómeno que explica no es analíticamente comparable. T. Kuhn analiza el desarrollo de la ciencia en la comunidad científica, y G. Dosi se refiere a un fenómeno como la innovación tecnológica que involucra una visión sobre el desarrollo económico de la sociedad, sin la debida profundidad analítica (Bramuglia, 2000: 22).

Conviene destacar que Kuhn emplea el concepto de *paradigma* tomando en cuenta a los científicos y su lógica interna, así como los mecanismos de autoridad que persisten a lo largo de amplios periodos históricos. Dosi, en cambio, extrapola ese marco al incorporar factores y fuerzas económicas, sociales e institucionales al caracterizar a los *paradigmas tecnológicos*:

Em Kuhn, a vitória de um paradigma diz respeito à adesão de colegas, em Dosi diz respeito desde critérios científicos, sociais, até critérios puramente econômicos, ligados, neste último caso, às condições de demanda, por exemplo. Em síntese, o critério de seleção kuhniano é centrífugo (dinâmica voltada para dentro), ao passo que o de Dosi é centrípeto (dinâmica voltada para fora) (Neves e Filho, 2012:28).

A partir de lo anterior, la construcción paradigmática de Dosi no es solidaria de una lógica específica y unitaria que sí presume el concepto kuhniano de *comunidad científica*. Tal es el caso de la selección de un paradigma: mientras que, en la noción de Kuhn, esto recae sobre los científicos que forman parte de la comunidad científica, la selección de un *paradigma tecnológico* se realiza en ámbitos científicos, económicos, políticos e institucionales. En consecuencia, sería difícil hacer extensión del concepto de comunidad de Kuhn a otras áreas a raíz de la presentación conceptual realizada por el autor sobre este concepto (Broncano, 2000).

En resumidas cuentas, y sin intención de querer demeritar los valiosos aportes de Dosi para el estudio del cambio tecnológico a nivel de firmas, su propuesta, al intentar extrapolar un cuerpo de conocimiento de distinta naturaleza -las dinámicas científicas y tecnológicas suponen categorías y dimensiones de análisis diferenciadas, más allá de sus vínculos y atravesamientos-, se expone a la posible pérdida de rigor analítico y un uso excesivo de lo que Hempel (1965) denominó “disponibilidad semántica de un concepto”. Y esto se debe, quizás, entre otros posibles factores, a la falta de consideración de los riesgos implicados en el uso de la analogía como estrategia heurística. En este caso, aplicada para el tratamiento del desarrollo tecnológico y económico desde una visión paradigmática.

Conclusión

La discusión teórica desarrollada a lo largo de estas páginas reveló y discutió la influencia y la relevancia de las ideas de Kuhn en la matriz teórica de Dosi. En este sentido, la presente propuesta representó un esfuerzo intelectual de cariz epistemológico orientado a identificar algunos de los méritos y debilidades de su

interpretación evolucionista del cambio tecnológico a partir del paralelismo que establece el autor entre los *paradigmas científicos* y los *tecnológicos*.

Si bien aquí se coincide con Kupfer (1996) en la importancia del concepto de *paradigma* para teorizar sobre las dinámicas que envuelven a los procesos de innovación, el análisis de la analogía propuesta por Dosi impuso una tarea congruente con lo señalado por Bourdieu, Chamboredon y Passeron (2002): someter a escrutinio las condiciones de validez de dicha analogía y evitar el uso automático de categorías teóricas como herramientas analíticas para explicar fenómenos diversos, por más atractivo o profuso que resulten, como ocurre con la noción de *paradigma científico*.

Esta tarea fue necesaria, no solo para evaluar propositivamente la aplicabilidad de las ideas de Kuhn para el abordaje del cambio tecnológico, sino también para delimitar los límites de la analogía en cuestión con el objetivo de ofrecer una mirada más amplia y abarcativa sobre la materia temática.

Como bien advierte Broncano (2000:206), la analogía entre innovación tecnológica y dinámica de la ciencia resulta tan sugerente que se hace difícil su rechazo. Ello obliga, sin embargo, a mantener una alerta epistémica frente al interés, muchas veces inusitado, que despierta la utilización de ciertas analogías y equiparaciones en las ciencias sociales. En este sentido, las principales conclusiones al respecto revelan que el desarrollo tecnológico se halla lejos de los extensos periodos de *ciencia normal* kuhnianos.

Tampoco pueden pasar desapercibidos ciertos problemas de su teoría que se derivan de su estricta filiación con las ideas de Kuhn. La falta de criterios intersubjetivos para elegir entre opciones y el carácter restrictivo del *paradigma* durante sus etapas de *innovación normal* e *incremental* dejan al descubierto buena

parte de los límites que el modelo de cambio científico de Kuhn impone al estudio del cambio tecnológico.

Ante estas dificultades se propuso considerar el *esquema de resolución* de Laudan (1986) como una posible alternativa epistemológica para disponer de algún criterio racional válido- en términos de ganancias y pérdidas- que oriente la elección de un *paradigma*. De todas maneras, esta teoría fue presentada preliminarmente. Por lo tanto, su aplicación concreta deberá ser examinada con mayor detenimiento para valorar su potencial en los términos planteados en este artículo.

Dicho esto, algo que nos permitió el análisis de la propuesta evolucionista de Dosi fue ubicar nuevamente en el centro de los debates de economía y tecnología una teoría que, con sus aciertos y limitaciones, conserva plena vigencia para el tratamiento de la complejidad inherente al cambio tecnológico. Aun cuando su formulación original data de más de cuarenta años, muchas de sus implicancias aún no han sido exploradas con la profundidad que ameritan, especialmente, por fuera del ámbito de la economía de la innovación.

En futuros trabajos, una estrategia a seguir podría vincularse a la preservación de sus logros y acudir a distintos modelos o teorías que puedan actualizar, complementar y/o superar sus limitaciones como opción teórica para abordar desafíos y problemáticas del presente. Tal es el caso del concepto de *ciencia posnormal* desarrollado por Funtowicz y Ravetz (2000) que puede servir como marco teórico y contextual válido para abordar los nuevos y múltiples desafíos que enfrentan la ciencia y la tecnología en la actualidad.

También puede resultar pertinente acudir a los estudios sociales de la tecnología, en particular, para: a) profundizar en las razones que explican la emergencia y selección de un paradigma y b) discutir y tensionar las regularidades,

estabilidades y marcos interpretativos compartidos y homogéneos que sugiere la noción de *paradigma tecnológico*.

Por otra parte, cabe destacar que las producciones de Dosi también se ven influenciadas de otras perspectivas epistemológicas que todavía no han sido exploradas en detalle. Nos referimos a I. Lakatos y su concepto de *heurística* y a K. Popper, de quien Dosi recupera la idea de prueba y error para describir las etapas iniciales de todo proceso de innovación tecnológica en las firmas. Esto remite, en palabras de Broncano (2000:206), a “aquella extraña mezcla de la posición de Lakatos y Kuhn” que caracteriza al evolucionismo económico de Dosi.

Por último, el paralelismo trazado por el autor nos invita a analizar las complejas e intrincadas relaciones, similitudes y peculiaridades entre el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico: dos modalidades cognoscitivas fundamentales en sus explicaciones y que, por ello, merecen ser revisadas con mayor atención en próximas investigaciones.

Referencias bibliográficas

- Antonelli, C. (2006), “La economía de la innovación: del legado de los clásicos a la economía de la complejidad”, *Apuntes*, (58-59), pp. 51-105, disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=684077007003>
- Barletta F., Robert, V. y Yoguel, G. (2014), *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico* (Vol.1), Buenos Aires, Universidad Nacional de General Sarmiento y Miño y Dávila.
- Barletta, F., Suárez, D. y Yoguel, G. (2021), *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos. Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje*, Universidad Nacional de Sarmiento y Ediciones Complutense.

- Bourdieu, P., Chamboredon, J.C. y Passeron, J.C. (2002), *El oficio del sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Buenos Aires, Siglo Veintiuno.
- Bramuglia, C. (2000), *La tecnología y la teoría económica de la innovación*, Documentos de Trabajo n° 15, Instituto de Investigaciones Gino Germani, disponible en: <https://biblioteca.clacso.edu.ar/Argentina/iigg-uba/20100303021817/dt15.pdf>
- Broncano, F. (2000), *Mundos artificiales: Filosofía del cambio tecnológico*, Ciudad de Mexico, Paidós.
- Bruun, H. y Hukinnen, J. (2008), “Cruzando Fronteras: Un diálogo entre tres formas de comprender el cambio tecnológico”, en Thomas, H. y A. Buch (comps), Fressoli, M. y A. Lalouf. (colabs.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes, pp.140-168.
- Bunge, M. (1983), “Paradigmas y revoluciones en ciencia y técnica”, *El Basilisco*, (15), disponible en: <https://fgbueno.es/bas/pdf/bas11501.pdf>.
- Bunge, M. (1985), *Seudociencia e ideología*, Madrid, Alianza.
- Castaldi, C. y Dosi, G. (2009), “Cambio tecnológico y crecimiento económico: Algunas lecciones de pautas seculares y algunas conjeturas sobre el impacto actual de las TIC”, *Economía: Teoría y práctica*, 1, pp. 81-129, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281122888004>
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1994), “De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación”, *Revista de Comercio Exterior*, 44 (8), pp. 669-682, disponible en: <https://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/362/2/RCE2.pdf>
- Constant, E. (1980), *The origins of the turbojet revolution*, Baltimore, John Hopkins University Press.

- Corazza, R. y Fracalanza, S. (2004), "Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas", *Nova Economia*, 14 (2), pp.127-155, disponible en:
<https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/434/432>
- Cortassa, C. (2013), "Thomas Kuhn: ¿El último de los clásicos o el primer revolucionario? A 50 años de La Estructura de las Revoluciones Científicas", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 8 (22): pp.91-104.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/924/92425714005.pdf>
- Crilly, N. (2010), "The Structure of Design Revolutions: Kuhnian Paradigm Shifts in Creative Problem Solving", *Design Issues*, 26 (1), 54-66,
<https://doi.org/10.17863/CAM.16748>
- Cupani, A. (2006), "La peculiaridad del conocimiento tecnológico", *Scientiae Studia*, 4 (3), pp. 351-373, disponible en:
https://www.scielo.br/j/ss/a/STXgdYmmHXL4Qjcb5xYqrDm/?format=pdf&lang=es_
- Cupani, A. (2017), "Confiar na ciência: mudança de um paradigma cultural", en:
Thomas Kuhn e as ciências humanas, Coleção Filosofia e Ciências Humanas, pp.12-43, disponible en: <https://ibpw.org.br/wp-content/uploads/2018/09/Thomas-Kuhn-e-as-ci%C3%A7%C3%A2ncias-humanas.pdf>
- Dosi, G. (1982), "Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change", *Research Policy*, 11 (3), 147-162, [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Dosi, G. (1984). *Technical change and industrial transformation*, London, Macmillan.
- Dosi, G. (1992). "Fuente, métodos y efectos microeconómicos de la Innovación", *Ekonomiaz, Revista Internacional de Economía*, 22, pp. 269-331 disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/28128148_Fuentes_metodos_y_efectos_microeconomicos_de_la_innovacion

Dosi, G. y Nelson, R.R. (2013), "The evolution of technologies: An assessment of the state of the art", *Eurasian Business Review*, 3(1), 3–46, disponible en: https://delong.typepad.com/ebr-31_dosi-and-nelson.pdf

Dosi, G. y Nelson, R. R. (2016), "Technological paradigms and technological trajectories", en Augier M. y D. Teece (Eds.), *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*, Londres, Palgrave Macmillan, pp.1-12.

Dosi, G. y Sylos Labini, M. (2007), "Technological paradigms and trajectories", en Hanusch H. y A. Pyka (Eds.), *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, Northampton, Cheltenham, pp.331-343, disponible en: <http://digamo.free.fr/elgarneoschump.pdf#page=174>

Elster, J. (2006), *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*, Barcelona, Gedisa.

Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2000), *La ciencia posnormal. Ciencia con la gente*, Barcelona, Icaria.

García Farjat, M. y Salguero, S. (2020), "Un análisis crítico del cambio tecnológico desde la perspectiva de Giovanni Dosi: trayectorias y paradigmas tecnológicos", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15, (43), pp. 91-108, disponible en: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/145>

García Giménez, L. (2008), "Aproximación epistemológica al concepto de ciencia: una propuesta básica a partir de Kuhn, Popper, Lakatos y Feyerabend", *Andamios. Revista de Investigación Social*, 4, (8); pp. 185-212, disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62811458008>.

- Granberg, A. & Stankiewicz, R. (1981), "The development of generic technologies: The cognitive aspects", en Grandstrand O. y J. Sigurdsson (Eds.), *Technological and industrial policy in China and Europe*, Research Policy Institute, pp. 196-224.
- Heijs, J. y Buesa, M. (2016), *Manual de economía de la innovación. Teoría del cambio tecnológico y sistemas nacionales de innovación*, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Madrid, Universidad Complutense.
- Hempel, K. (1965), *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science*, New York, Free Press.
- Johnston, R. (1984), "Controlling technology: An issue for the social studies of science", *Social Studies of Science*, 14 (1), 97-112.
<https://doi.org/10.1177/030631284014001008>
- Klimovsky, G. (1997), *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología*, Buenos Aires, AZ.
- Kreimer, P. (1999), *De probetas, computadores y ratones. La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia*, Colección Ciencia, Tecnología y Sociedad, Bernal, Universidad de Quilmes.
- Kuhn, T. (2004), *La estructura de las revoluciones científicas*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica.
- Kupfer, D. (1996), "Uma abordagem neo-schumpeteriana da competitividade industrial", *Ensaíos FEE*, 17 (1), pp. 355-372, disponible en: <http://200.198.145.164/index.php/ensaaios/article/viewFile/1848/2217>
- Laudan, L. (1986), *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del conocimiento científico*, Barcelona, Encuentros.

- Luján, J. y Moreno, L. (1996), "El cambio tecnológico en las ciencias sociales: el estado de la cuestión", *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, (74), 127-162, disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/175949>
- Monteiro Neves, F. y Afonso de Aguiar Filho, H. (2012), "Dos paradigmas científicos aos tecnológicos: considerações sobre o uso de uma analogia", *Revista Economia Ensaios*, 26 (2), 23-32, disponible en: <https://seer.ufu.br/index.php/revistaeconomiaensaios/article/view/14825>.
- OCDE. (1996), "La innovación tecnológica: definiciones y elementos de base", *Revista REDES*, 6(3), pp.131-175, disponible en: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/500>
- Olsen, O. & Engen, O. (2007), "Technological change as a trade-off between social construction and technological paradigms", *Technology in Society*, 29 (4), 456-468. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2007.08.006>.
- Peine, A. (2006), "Technological Paradigms Revisited – How They Contribute to the Understanding of Open Systems of Technology", *Technical University Technology Studies Working Papers TUTS-WP-2*, disponible en: https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/1197/ssoar-2006-peine-technological_paradigms_revisited_-_how.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2006-peine-technological_paradigms_revisited_-_how.pdf
- Pesa, M. y Ostermann, F. (2002), "La ciencia como actividad de resolución de problemas. La epistemología de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciencia", *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (19), pp. 84-99. Disponible en: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/85030>

Pittaluga, L. (2000), “Cambios tecnológicos recientes: Nuevos enfoques y hechos estilizados”, disponible en:

<https://www.iecon.fcea.udelar.edu.uy/images/publicaciones/115/dt-10-00.pdf>

Vence Deza, X. (1995), *Economía de la innovación y del cambio tecnológico: Una revisión crítica*, España, Siglo XXI.

Von Tunzelmann, N., Malerba, F., Nightingale, P. & Metcalfe, S. (2008),

“Technological Paradigms: past, present and future”, *Industrial and Corporate Change*, 17, (3), 467–484. <https://doi.org/10.1093/icc/dtn012>

Artículo recibido el 8 de abril de 2024

Aprobado para su publicación el 23 de diciembre de 2024