



## APROXIMACIÓN A UN MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

## APPROACH TO A THEORETICAL REFERENCE FRAMEWORK FOR TECHNOLOGICAL CHANGE

Escott-Mota María del Pilar <sup>1\*</sup>, Palacios-Bustamante Rafael <sup>2</sup>

### Aspectos interesantes

La celeridad en el desarrollo de la ciencia y tecnología han propiciado la pertinencia e importancia de estudiar el cambio tecnológico.

Se identifican los principales enfoques, vigencia y tendencia del cambio tecnológico en el contexto actual.

Si bien existe diversidad en los enfoques teóricos para el estudio del cambio tecnológico se evidencia una prevalencia del enfoque de Schumpeter (1961) y la economía evolutiva lo cual sugiere un campo de estudio con cabida para más contribuciones que puedan describir y explicar la dinámica de estos cambios.

Otro hallazgo importante es la propuesta Kurzweil (2012) que discrepa de las contribuciones schumpeterinas, neoclásicas y evolucionistas al sugerir una dinámica del cambio tecnológico exponencial; muy probablemente este elemento será pieza fundamental en la nueva dinámica del cambio tecnológico contemporáneo.

### Resumen

La celeridad en el desarrollo de la ciencia y tecnología han propiciado la pertinencia e importancia de estudiar el cambio tecnológico, por lo cual el propósito de este artículo es realizar una revisión de la literatura de los principales enfoques teóricos del cambio tecnológico. A través de aplicar la orientación metodológica MAGG se identifican los principales enfoques, vigencia y tendencia en el contexto actual donde se evidencia una prevalencia del enfoque de Schumpeter (1961) y la economía evolutiva

lo cual sugiere un campo de estudio con cabida para más contribuciones, así como la propuesta Kurzweil (2005) que discrepa de las contribuciones schumpeterinas, neoclásicas y evolucionistas al sugerir una dinámica del cambio tecnológico exponencial.

*Palabras clave:* cambio tecnológico, escuela evolutiva, escuela neoclásica, marxismo, schumpeter y singularidad tecnológica.

### Abstract

*The speed in the development of science and technology has led to the relevance and importance of studying technological change, for which reason the purpose of this article is to carry out a literature review of the main theoretical approaches to technological change. By applying the MAGG methodological orientation, the main approaches, validity and trend in the current context are identified, where a prevalence of Schumpeter's (1961) approach and evolutionary economics is evidenced, which suggests a field of study with room for more contributions. as well as the Kurzweil (2005) proposal that disagrees with the schumpeterine, neoclassical, and evolutionary contributions by suggesting a dynamic of exponential technological change.*

*Keywords:* evolutionary school, marxism, neoclassical school, schumpeter, technological change and technological singularity.

## 1. Introducción

El inicio de una nueva era sin precedente, enfocada en un desarrollo tecnológico que ha impactado en los diferentes ámbitos: sociales, laborales, económicos, educativos, ecológicos, entre otros, fue lo que trajo el Siglo XX (Stiglitz, 2003, 1990 y Tezanos, 2001). Partiendo de Pérez (2010) algo que ha caracterizado el desarrollo tecnológico es el cambio técnico, el cual se ha evidenciando en las grandes transformaciones tecnológicas que ha vivido la sociedad, por ejemplo, el paso de la revolución industrial a la máquina de vapor, de la era del petróleo a la era informática y de telecomunicaciones.

El cambio tecnológico involucra nuevas formas de organizarse, implica innovar, dejar viejas prácticas que permitan adaptarse a los nuevos requerimientos del entorno, de aquí la pertinencia e importancia de su estudio (Dosi, 1982). En este sentido este trabajo tiene como objetivo hacer una revisión de la literatura de los principales enfoques teóricos que han abordado el cambio tecnológico como Marx (1975), Schumpeter (1939), la escuela neoclásica, evolutiva y más recientemente desde la visión de la singularidad tecnológica propuesta por Kurzweil (2005, 2004) contribuyendo con una aproximación a un marco de referencia teórica del cambio tecnológico.

El artículo está dividido en tres apartados, el primero da cuenta de manera individual de cada enfoque teórico, exponiendo las consideraciones generales que se tienen respecto al cambio tecnológico, así como las convergencias y divergencias que guarda un enfoque respecto a los otros. El segundo apartado detalla la metodología utilizada en el proceso de revisión del estado del arte. Finalmente, el tercer apartado presenta consideraciones finales sobre la vigencia de los enfoques teóricos.

## 2. Marco Teórico

### 2.1 Marx

La concepción de Marx en torno al cambio tecnológico se enmarca dentro de una perspectiva endógena; en la cual el desarrollo e innovación de las fuerzas productivas presentan un carácter cualitativo (Katz, 1996, 2014). En torno a ello, innovar es directamente proporcional a la fuerza social del trabajo, en el cual el sistema capitalista ofrece una visión dominante de la producción desarrollada (Katz, 1996, 2014).

El marxismo visualiza entonces las transformaciones tecnológicas sobre elementos de acumulación internos que permiten innovar hacia nuevos esquemas; sin embargo, no deja de lado el materialismo hacia la construcción de una nueva sociedad basada en los cambios tecnológicos desde la perspectiva de la “teoría de la regulación” (Boyer, 1985). En tal sentido, en la concepción marxista su autor se muestra como un precursor del cambio tecnológico desde lo endógeno hacia espacios innovadores (Rosenberg, 1980, 1984).

El autor de *El Capital* es considerado dentro del neo-shumpeterianismo como generador de aportes relacionados con la revolución tecnológica, los ciclos y la innovación (Freeman et al., 1985). En efecto, el marxismo incorpora elementos relacionados con la fuerza de la sociedad y el rechazo a un sistema capitalista donde solo unos pocos tienen acceso a los beneficios, para ofrecer una visión global en la cual la mayoría encuentre sus propias formas de producción.

Dentro de la ideología marxista, se destaca Kondratieff (1926) quien se interesó en efectuar un análisis a las crisis del capitalismo, insistiendo en un enfoque menos innovador que el de Marx (Valenduc, 2018). Además, Rosenberg (2011) explica como el proceso de auto-transformación evolutivo endógeno, lleva a un desenvolvimiento capaz de propiciar la destrucción creativa de ideas como forma en la cual las organizaciones avanzan.

La postura marxista muestra en el capitalismo la insistencia de destruir ininterrumpidamente lo antiguo para generar aspectos novedosos dentro de las estructuras económicas de las sociedades (Marx, 1975, 2013). Sin embargo, para Marx la visión del cambio tecnológico era positiva, pues consideraba que gracias a ello el capitalismo impulsaba las fuerzas productivas de la humanidad (Jiménez-Barrera, 2018).

En el marxismo el cambio tecnológico es considerado para el análisis del cambio social en relación a la dinámica económica, especialmente desde la perspectiva de las fuerzas productivas y las relaciones de producción (Rosenberg, 1980). En efecto, Marx (1975) muestra la adopción de cambios tecnológicos en los capitalistas, con el propósito de obtener beneficios a través de la disminución de los precios, reducción de costes, adopción de otras formas de producción e incluso a través del impulso a la productividad con cambios técnicos.

## 2.2 Schumpeter

Se atribuye a Schumpeter [1939, 1967] las primeras concepciones de cambio tecnológico en sus obras: *The Theory of Economic Development* y *Business Cycles* respectivamente, donde hace referencia al proceso innovativo como una unidad modular interna – endógena – que propicia el desarrollo capitalista estimulado por el actuar de un agente emprendedor [Cantner, 2016].

Se precisa resaltar dos aspectos medulares del pensamiento de Schumpeter [1939]: la economía capitalista, dinámica e inestable y la innovación como componente que promueve el dinamismo en la economía. A partir de allí, la modificación de las ideas o búsqueda de nuevos elementos se refiere a la actividad de innovar dentro de una economía de mercado donde las tecnologías novedosas generan modificaciones y reemplazan a las tecnologías actuales [Schumpeter, 1939]. Hablar de innovar es introducir un nuevo producto o servicio al mercado, un nuevo método en los procesos de producción para un determinado sector, en el cual los cambios tecnológicos son capaces de mostrar formas inéditas para competir [Schumpeter, 1939]. En este sentido cada innovación podría representar el surgimiento de un nuevo conjunto de empresas o tecnologías y la expiración de otras [Schumpeter, 1967].

El segundo aspecto implica que la inestabilidad y el surgimiento de ciclos económicos son generados por la innovación [Schumpeter, 1967]. A razón de esto Schumpeter [1967] refiere que los cambios tecnológicos pueden llevar a una revolución continua en la estructura de la economía de forma interna, demoliendo lo antiguo para dar paso a lo nuevo, como elemento esencial del capitalismo. Los cambios tecnológicos refieren un carácter dinámico del sistema productivo y es puesto en práctica a través de elementos que de forma endógena pueden llevar a la transformación industrial [Schumpeter, 1967]. La propuesta teórica de Schumpeter [1967] pende del surgimiento de la innovación, lo cual provoca una alteración del curso normal de la economía. En tal sentido, los cambios tecnológicos son implementados en la medida en que los emprendedores muestren actitudes innovadoras para ello [Schumpeter, 1967].

En el Schumpeterianismo, se visualiza la existencia de una relación causa-efecto en torno a los cambios tecnológicos y las ondas largas – conformadas

por fases: recuperación, prosperidad, depresión y recesión – en las cuales, a través del tejido productivo, suceden cambios importantes sobre la forma en que se producen bienes, además de servicios capaces de propiciar una recuperación económica [Valenduc, 2018].

La sinergia surgida a través de múltiples interacciones, llevan a la transición de las empresas en las cuales la innovación está presente como forma de cambio y recuperación organizacional; en torno a ello, los cambios tecnológicos refieren un comportamiento dinámico a largo plazo que muestra una postura esencialmente exógena capaz de influir en la innovación desde lo económico [Rincón y Añez, 2016].

Dentro de la concepción de los cambios tecnológicos, es interesante analizar la afinidad entre el modelo de Marx y Schumpeter quien, aunque no se declara marxista tiene cierta cercanía al mismo [Marx, 1975]. Sin embargo, Schumpeter subraya la importancia de la acción creadora de los emprendedores dentro de las organizaciones, capaces de originar mayor productividad y con ello el crecimiento de las mismas [Schumpeter, 1967].

Por el contrario, el marxismo tiene una concepción más impersonal en la cual el capitalismo muestra a los empresarios como una personificación del capital [Schumpeter, 1967]. Para Schumpeter [1967] la utilización de la figura del empresario contribuye a visualizar la heterogeneidad de estos actores dentro de las organizaciones, convirtiéndose en fuente de novedad donde la tecnología muestra una influencia fundamental [Cantner, 2016].

Schumpeter [1967] apoya la concepción cíclica del desarrollo capitalista, donde la innovación promueve la competencia, aceptación de riesgos e impulso empresarial en el marco del emprendimiento organizacional; mientras que Marx [1975] refiere la tecnología como un fenómeno social manejado por las relaciones de producción dominantes y determinado por la forma en que se desarrolla el modelo capitalista.

## 2.3 Enfoque Neoclásico

Desde su aproximación neoclásica el cambio tecnológico es considerado como una variable exógena a razón de que no emerge a consecuencia de invertir en investigación y desarrollo por parte de las empresas o

por la determinación del agente investigador (Jiménez-Barrera, 2018). En tal sentido, para el enfoque neoclásico la contribución de la tecnología es nula por lo cual sus efectos están prácticamente ausentes (Jiménez-Barrera, 2018).

Los principales representantes de esta teoría, Abramovitz (1956), Solow (1956, 1957), Swan (1956) y Kendrick (1956) coinciden en una visión exógena de los cambios tecnológicos en la cual éstos no se incorporan al factor capital o el trabajo (Katz, 1996). Una de las características típicas del modelo neoclásico es que el crecimiento de las organizaciones es agotado en la medida en que aparecen rendimientos marginales decrecientes en el factor marginal (Ballesteros, Bethencourt, Marrero y Perera, 2011).

En torno a esta temática, Ballesteros et al. (2011) refieren que en el neoclasicismo: *“La función de producción utiliza dos factores productivos: trabajo, representado por la población de la economía, y el capital, cuya acumulación proviene de la asignación de unidades del bien final a actividades productivas”* (p.5). En tal sentido, es un paradigma en el cual los cambios tecnológicos precisan una visión global exógena de las organizaciones.

El paradigma neoclásico considera los cambios tecnológicos desde una perspectiva exógena; sin embargo, a mediados de los años 50 se logró analizar que esta visión había subestimando el rol que tiene la tecnología en la sociedad, minimizando las oportunidades de crecimiento organizacional a partir de la conformación de cambios capaces de dinamizar las fuerzas productivas (Rincón y Añez, 2016).

En efecto, hoy día se visualiza mayor interés por los cambios tecnológicos como forma de crecimiento en las organizaciones, pues tiene efectos desde perspectivas económicas, sociales y culturales. Reconocer la complejidad de la tecnología y la conformación de cambios continuos requiere de la colaboración interdisciplinar capaz de generar una visión integral de las organizaciones (Uranga, Padrón, y De La Puerta, 1992).

A partir de allí, se evidencia el contraste entre la teoría de Schumpeter (1967) y este enfoque neoclásico, en la cual la innovación es un determinante de la dinámica capitalista (Uranga et al., 1992 y Schumpeter, 1967). En tal sentido, el enfoque neoclásico muestra los cambios

tecnológicos desde la visión global, externa, que poco ayuda a la eliminación de obstáculos (Jiménez-Barrera, 2017). Este modelo considera que el crecimiento equilibrado a través del tiempo, *“depende de la tasa natural y de la tasa exógena del progreso técnico”* (Doimeadiós, 2007:15).

La corriente neoclásica resalta lo expuesto por Solow (1957:312) quien menciona *“las mejoras de la educación de la fuerza de trabajo (...) aparecerán como cambio técnico”*. En tal sentido, los promotores del enfoque neoclásico de las competencias, muestran una postura distanciada e incluso estática en el proceso innovador, considerando más importante la formación e inversión en el capital humano (Jiménez-Barrera, 2018). Esta situación contribuye a que la productividad se visualice de forma decreciente (Jiménez-Barrera, 2018).

#### 2.4 Enfoque Evolutivo

El estudio contemporáneo del cambio tecnológico propone una teoría evolutiva cuyos precursores fueron Richard Nelson y Sydney Winter (1982). Además de ello, otros investigadores como Giovanni Dosi (1982), Nathan Rosenberg (1982), Luc Soete (1984), Keith Pavitt (1984), Christopher Freeman (1987), Bengt-Åke Lundvall (1992), Daniele Archibugi y Mario Pianta (1996), Carlota Pérez (2003) y muy recientemente Mariana Mazzucato (2013).

El enfoque evolutivo toma en cuenta los aportes de Schumpeter (1967) sobre el cambio tecnológico en el cual los mecanismos de variación y selección influyen notablemente en la innovación desde el punto de vista de la tecnología, evidenciando el progreso a lo largo del tiempo (Arrow, 1994). En este contexto, Brian (1994) explica la importancia de la competencia a través de mecanismos de selección que contribuyen a que las organizaciones puedan crecer y prosperar, adaptándose a los cambios tecnológicos.

Esta corriente también denominada corriente neo-schumpeteriana ha enfocado su investigación en dar una explicación del cambio tecnológico, a través de sus regularidades y evoluciones (Perez, 2003). Por lo tanto, suman esfuerzos a estudiar las peculiaridades y comportamiento de la innovación a partir de los cambios técnicos individuales, transitando por los clústeres, sistemas tecnológicos, llegando a las revoluciones tecnológicas (Perez, 2003). Del mismo modo han introducido conceptos como sistemas de

innovación y trayectorias tecnológicas (Perez, 2003 y Arena y Lazaric, 2003).

Dentro del comportamiento de la economía, aparecen los denominados ciclos económicos dentro del sistema financieros en el cual autores como Kondratieff (1926) analizan la conformación de ondas largas o ciclos que se forman incorporando aspectos de las finanzas en las organizaciones (Aguirre, 2017). Por otra parte, Minsky (1986) y Kindleberger (1989) han estudiado las particularidades entre los ciclos de movimiento rápido - auge-frenesí - y su declive cuando sucede (Aguirre, 2017).

En torno a este contexto, surgen los ciclos de onda larga como resultado de la resistencia a diversas transformaciones, especialmente si están enmarcadas en cambios tecnológicos como núcleo transformacional (Tapias, 1996). En tal sentido, lo que se quiere es hallar la máxima eficiencia en torno a una práctica organizacional que sea productiva en los diversos ámbitos. A continuación se evidencia, en la Tabla 1, los ciclos de ondas largas: y económico tanto su manejo como su almacenamiento y transporte, en comparación con la biomasa en su estado original.

**Tabla 1.** Ciclo ondas largas. Periodo de instalación y despliegue de cada oleada de desarrollo.

Gran oleada	Revolución tecno País núcleo	Instalación Irrupción	Frenesí	Reacomodo	Despliegue Sinergia	Madurez
1ra	Revolución industrial. Inglaterra	1771 (setentas e inicio de ochentas)	Fines ochentas inicio noventas	1793 - 1797	1798 - 1812	1813 - 1829
2da	Máquina de vapor y ferrocarriles(E-USA)	1829 (treintas)	Década cuarentas	1848 - 1850	1850 - 1857	1857 - 1873
3ra	Acero ing. Pesada USA-Alemania	1875 - 1884	1884 - 1893	1893 - 1895	1895 - 1907	1908 - 1918
4ta	Petróleo, automóvil, prod. en masa (USA)	1908 - 1920*	1920 - 1929	1929 - 1933 1929 - 1943	1943 - 1959	1960 - 1974
5ta	Informática y telecomunicaciones (USA a Europa y Asia)	1971 - 1987*	1987 - 2001	2001 - ??	20 - ??	

CiFuente. Pérez (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. Cambridge Journal of Economics, Vol. 34, No.1,

Las ondas largas aparecen sucesivamente a lo largo del tiempo y en las diferentes revoluciones tecnológicas acontecidas (Perez, 2010). Tapias (1996) expresa en torno a esto que: “La onda larga más reciente comenzó con la gran depresión de 1929 y su último período o colapso se inicia aproximadamente en 1975” (p.53). A su vez, dentro del enfoque evolutivo, Mandel (1995) menciona que los estudios de ondas largas surgen dentro de periodos históricos diferenciados, especialmente desde una perspectiva cualitativa en el cual se evidencia una metodología monopólica e incluso tardía del capitalismo (Tapias, 1996).

En efecto, Mandel (1995) refiere un capitalismo tardío en el cual la innovación tecnológica y sus ganancias lo caracterizan, por ello considera “la reducción del tiempo de rotación del capital fijo es otra consecuencia de la celeridad del cambio tecnológico” (Jiménez-Barrera, 2018:185). Tal como se evidencia, los cambios tecnológicos influyen notablemente en las organizaciones, su estructura, aplicaciones y nivel de producción alcanzado.

Las ondas largas partiendo de Rosenberg y Frischtak (1984) surgen a lo largo de periodos hasta que ocurran cambios evidenciados claramente; es por

ello que, cuando se habla de una economía fuerte, se precisa la conformación de este tipo de ondas con las cuales se brinda estabilidad y crecimiento a la sociedad. En torno a lo señalado, Rosenberg y Frischak (1984) explican: "las condiciones que deben ser satisfechas para que la innovación tecnológica pueda generar ondas largas en el crecimiento económico..."

Otro de los autores que establece aportes en cuanto a las perspectivas de cambio tecnológico es Schumpeter (1967) y sus ondas largas, para quien las crisis organizacionales rompen con el capital empresarial, generando rentas tecnológicas en sectores industriales avanzados cuya productividad se genera por encima de la media de trabajo determinando el valor de las mercancías (Aguirre, 2017). Por ello, la renta tecnológica es capaz de aumentar la tasa media de ganancia.

Por su parte, la contribución de Schumpeter (1967) refiere la definición de un equilibrio estacionario, así como el desequilibrio en el cual los ciclos económicos aparecen, posterior a un choque tecnológico determinado (Tobón, 2009); la cual contrasta con el pensamiento neoclásico en el cual una empresa es visualizada como una entidad técnica en la cual se transforman los factores por productos - inputs por outputs - en aras de maximizar la eficiencia económica organizacional (Gallego, 2003).

La crítica al enfoque neoclásico parte del hecho de que busca imponer una simetría perfecta entre trabajo y capital, sin encontrar un soporte real; en ella el trabajo es medido en términos físicos con una correspondiente remuneración (Pasinetti, 2000). El capital a su vez también se expresa en términos físicos; sin embargo, la remuneración no es concordante con la teoría de la distribución de la renta por lo cual depende del beneficio empresarial (Pasinetti, 2000).

#### 2.4 Ley de Rendimientos Acelerados

Se trata de una teoría propuesta por Kurzweil (2005) en los años noventa, en la cual expone la razón del porque la tecnología y los procesos evolutivos generalmente prosperan exponencialmente. De esta idea subyace la noción de singularidad tecnológica,

el ritmo del cambio tecnológico está en constante aceleración y sus capacidades se están expandiendo a un ritmo que aumenta también cada vez más rápido impidiendo hacer proyecciones tecnológicas (Kurzweil, 2005).

Uno de los aspectos referidos por Kurzweil (2004) es que los cambios tecnológicos y con ello el mayor rendimiento de la computación se han suscitado desde por lo menos más de cien años. Por ello, el autor insiste en que la tasa de crecimiento exponencial se mantendrá y que la singularidad está cerca (Kurzweil, 2005). La ley de rendimiento acelerado se basa entonces en la sucesión de eventos continuos capaces de modificar la realidad vivenciada por los seres humanos.

Además, Kurzweil (2004) explica la existencia de un patrón de crecimiento exponencial en los circuitos semiconductores integrados. Por ello, en el avance tecnológico cuando se encuentran barreras, surgen cambios tecnológicos para cruzarlas y modificar la realidad, avanzando a nuevos esquemas dentro del tejido de la historia humana (Orbe, 2011).

Uno de los aspectos interesantes referidos por Kurzweil es que la ley de rendimiento acelerado implica la ocurrencia de una singularidad tecnológica antes de que culmine el siglo actual (Orbe, 2011). Al analizar la postura del autor, se evidencia que la singularidad es sinónimo de cambios trascendentales, capaces de modificar estructuras mentales, influir en los entornos socioculturales e incluso desarrollar un tramado de nuevos saberes que sienten las bases de un futuro muy distinto al conocido.

### 3. Metodología

Para realizar la revisión de la literatura se elige aplicar la orientación metodológica MAGG de Marquina, Alvarez, Guevara y Guevara (2013), la cual plantea cuatro componentes - búsqueda de la literatura, exploración de la literatura, desarrollo del argumento y crítica de la literatura - permitiendo sólidamente desarrollar una revisión de la literatura. En la tabla 2 se describe como fue aplicada la metodología Marquina, Alvarez, Guevara y Guevara (2013) para esta investigación.

**Tabla 2.** Aplicación de la metodología Marquina, Alvarez, Guevara y Guevara (2013)

Componente	Búsqueda de la literatura	Exploración de la literatura	Desarrollo del argumento	Crítica de la literatura
Aplicación	Se establece el objeto de estudio: Cambio tecnológico  Se recolecta la literatura a través de motores de búsqueda de bases de datos de revistas científicas partiendo de las principales teorías y sus principales exponentes teóricos del cambio tecnológico.	-Concluida la búsqueda de la literatura, se comienza a estudiar la evolución que presenta el tema del cambio tecnológico en años recientes.	-Se clasifican autores con base en sus enfoques teóricos y sus visiones sobre el cambio tecnológico con el objetivo de tener información ordenada de sus argumentos.	-Se elabora una contrastación teórica en donde se comparan los conceptos claves de diferentes autores que han desarrollado el tema del cambio tecnológico desde diferentes enfoques.

Fuente: Elaboración propia a partir de Marquina, Alvarez, Guevara y Guevara (2013).

## Resultados y Consideraciones Finales

La revisión de la literatura llevada a cabo en este trabajo da cuenta de diferentes perspectivas teóricas del cambio tecnológico existentes para su estudio. Se inició con el enfoque de Marxista donde el cambio tecnológico es sugerido como secuela y no origen del proceso social y económico evidenciando contrariedad a través de el aumento por socializar la ciencia y tecnología, relacionar la eficiencia científica con patentes y la perene privatización. Para Marx la llegada de nuevas tecnológicas estaba relacionada con la explotación.

Para la perspectiva neoclásica el cambio tecnológico es considerado como una variable exógena dado que no resulta de un proceso de I+D de las empresas, sin embargo, tampoco había claridad de donde si surgía. Por otro lado, Schumpeter (1961) aborda el cambio tecnológico a través la destrucción creativa; acción comprendida como innovar en una economía de mercado en el que novedosas tecnologías destruyen antiguas tecnologías y sus arquetipos provocado un cambio tecnológico.

Los precursores de Schumpeter (1961), los

economistas evolutivos estudian la variación en el desarrollo económico conducida por el cambio tecnológico al análisis de las tecnologías en sí mismas: sus interrelaciones, sus patrones de difusión e impacto en la dirección de la innovación; cómo conducen a transformaciones en la organización de empresas e instituciones; la forma en que influyen en el empleo y la vida social; cómo cambian y son cambiados por la estructura de los mercados; y, finalmente, sobre cómo la acción del gobierno influye en su impacto en la economía y ecología.

Si bien existe diversidad en los enfoques teóricos para el estudio del cambio tecnológico se evidencia una prevalencia del enfoque de Schumpeter (1961) y la economía evolutiva lo cual sugiere un campo de estudio con cabida para más contribuciones que puedan describir y explicar la dinámica de estos cambios. Otro hallazgo importante es la propuesta Kurzweil (2012) que discrepa de las contribuciones schumpeterinas, neoclásicas y evolucionistas al sugerir una dinámica del cambio tecnológico exponencial; muy probablemente este elemento será pieza fundamental en la nueva dinámica del cambio tecnológico contemporáneo.

## Referencias Bibliográficas

- Aguirre, T. (2017). Ciclo largo y sistema financiero: Crisis, contracción del crédito y ganancia. *Revista Ola Financiera*. Vol. 10 [No. 28]. Recuperado de: [www.olafinanciera.unam.mx](http://www.olafinanciera.unam.mx). Abramovitz, M. (1956), "Resource and output Trends in the United States since 1870", *American Economic Review Papers and Proceedings*, vol. 46, May.
- Arena, R. & Lazaric, N. (2003). La théorie évolutionniste du changement économique de Nelson et Winter. Une analyse économique rétrospective, *Revue économique*, Presses de Sciences-Po, vol. 54(2), pages 329-354.
- Archibugi, D., & Planta, M. (1996). Measuring technological change through patents and innovation surveys. *Technovation*, 16(9), 451-519.
- Arrow, K. (1994). Methodological individualism and social knowledge. *American Economic Review*. 84(2): 1-9
- Ballesteros, J., Bethencourt, C., Marrero, G., y Perera, F. (2011). Tema 1. Los Modelos de tasa de ahorro exógenas. El modelo de Solow. España, Universidad de la Laguna: Departamento de Análisis Químico. Recuperado: [https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/2595/mod\\_resource/content/0/Tema1\\_Solow\\_MacroIII\\_ULL\\_2011\\_12.pdf](https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/2595/mod_resource/content/0/Tema1_Solow_MacroIII_ULL_2011_12.pdf)
- Boyer, R. (1985). Marx, la técnica y la dinámica de la acumulación. *Cuadernos Políticos*, n 43, México.
- Cantner, U. (2016). Fundamentos de cambio económico - un enfoque schumpeteriano extendido. *J Evol Econ* (2016) 26: 701 - 736 DOI: 10.1007/s00191-016-0479-z
- Doimeadiós, Y. (2007), El crecimiento económico en Cuba: Un análisis desde la productividad total de los factores, Tesis doctoral, Facultad de Economía, Universidad de La Habana.
- 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.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter Publishers.
- Gallego, J. (2003). El cambio tecnológico y la economía neoclásica. *Dyna*, 70(138), 67-78.
- Jiménez-Barrera, Y. (2018). Aproximación crítica a las principales teorías sobre el cambio tecnológico. *Revista Problemas del Desarrollo*, 193 [49]. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v49n193/0301-7036-prode-49-193-171.pdf>
- Katz, C. (1996). La concepción marxista del cambio tecnológico. *Revista Buenos Aires. Pensamiento Económico*, n 1, pag 155-180, Buenos Aires, Argentina. Consultado: 29-11-2018. Recuperado de: <https://katz.lahaine.org/la-concepcion-marxista-del-cambio-tecnologico/>
- Katz, C. (2014). Discusiones marxistas sobre tecnología. *Razón y Revolución*, [3].
- Kendrick, J. W. (1956), "Productivity Trends: Capital and Labor", *Review of Economics and Statistics*, vol. 38.
- Kindleberger, C. P. (1989). The German economy, 1945-1947: Charles P. Kindleberger's letters from the field. Meckler.
- Kondratieff, N.D. (1926). Die langen Wellen der Konjunktur, *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 56; English version: The Long Waves in Economic Life, *Review of Economic Statistics*, 1935, 17, [reprinted in: *Lloyds Bank Review*, No. 129, July 1978].
- Kurzweil, R. (2004). The law of accelerating returns. In Alan Turing: Life and legacy of a great thinker (pp. 381-416). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kurzweil, R. (2005). The singularity is near: When humans transcend biology. Penguin.
- Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning.
- Mandel, E. (1995). Long waves of capitalist development: a Marxist interpretation: based on the Marshall lectures given at the University of Cambridge. Verso.
- Marquina, P., Alvarez, C., Guevara, D., & Guevara, R. (2013, 2 de agosto). Revisión de Literatura Esquema. Documento de trabajo con esquema para el desarrollo del Trabajo de Investigación Final-Tesis, modalidad.
- Marx, K. (1975). El capital. Libro 1. Fondo de Cultura Económica. México.



- Marx, K. (2013). El capital: tomo I (Vol. 1). e-artnow.
- Mazzucato, M. (2013b). Financing innovation: creative destruction vs. destructive creation. *Industrial and Corporate Change*, 22(4), 851-867.
- Minsky, H. P. (1986). Stabilizing an unstable economy.
- Nelson, R. R., & Sidney, G. (1982). Winter. 1982. An evolutionary theory of economic change, 929-964.
- Orbe, A. (2011). La Singularidad no está cerca, según Paul Allen. *Revista hipertextual*.
- Pasinetti, L. (2000). Critica della teoria neoclassica della crescita e della distribuzione. *Moneta e credito*, 53(210), 187-232.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6), 343-373.
- Perez, C. (2003). *Technological revolutions and financial capital*. Edward Elgar Publishing.
- Perez, C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 34, No.1, pp. 185-202
- Rincón, E. y Añez, C. (2016). El empresario como agente innovador del desarrollo económico: la visión de Joseph Alois Schumpeter. *Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología del Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo*. Vol. 2 N° 1.
- Rosenberg, N. (1980). Marx y la tecnología. *Monthly Review*, n 8, Barcelona, marzo 1980.
- Rosenberg, N., & Nathan, R. (1982). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. y Frischtak, C.R. (1984)", *Technological Innovation and Long Waves*", *Cambridge Journal of Economics*, N° 8 p.7-24
- Rosenberg, N. (2011). Was Schumpeter a marxist? *Industrial and corporate change*, vol. 20, núm. 4, pp. 1215-1222.
- Soete, L., & Turner, R. (1984). Technology diffusion and the rate of technical change. *The Economic Journal*, 94(375), 612-623.
- Solow, R. M. (1957), "Technical Change and The Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 39, núm. 3, August.
- Solow, R. M. (1962). Technical progress, capital formation, and economic growth. *The American Economic Review*, 52(2), 76-86.
- Schumpeter, J. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Primera Edición, McGrawHill, New York.
- Schumpeter, J. (1967). *Teoría del desenvolvimiento económico*. Cuarta Edición, Fondo de Cultura Económica, México D.F
- Stiglitz, J. (2003). *Los felices 90*. Buenos Aires: Taurus
- Swan, T. W. (1956), "Economic Growth and Capital Accumulation", *Economic Record*, vol. 32, November.
- Tapias, H. (1996). *Dinámica tecnológica*. Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, Colombia. N° 11. Recuperado de: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/325554/20782926>
- Tezanos, J.F. (2001). *La sociedad dividida. Estructuras de clase y desigualdades en las sociedades tecnológicas*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Tobón, A. (2009). Schumpeter y la nueva síntesis neoclásica en macroeconomía. *Perfil de Coyuntura Económica* No. 14, pp. 173-188. Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/pece/n14/n14a7.pdf>
- Uranga, M. G., Padrón, M. S., & De La Puerta, E. (1992). *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio: Debates y nuevas teorías* (Vol. 4). Icaria Editorial.
- Valenduc, G. (2018) *Technological revolutions and societal transitions*. ETUI aisbl, Bruselas. Recuperado de: <https://www.etui.org/Publications2/Foresight-briefs/Technological-revolutions-and-societal-transitions>. Consultado: 28-11-21018
- Valenduc, G. y Vendramin, P. (2016). *Work in the digital economy: sorting the old from the new*. European trade union institute. Consultado: 3-12-2018. Recuperado de: [http://ftu-namur.org/fichiers/Work\\_in\\_the\\_digital\\_economy-ETUI2016-3-EN](http://ftu-namur.org/fichiers/Work_in_the_digital_economy-ETUI2016-3-EN).

