



# CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN INTERACCIÓN

Cambio tecnológico e  
innovación

INGENIERÍA Y SOCIEDAD

Cátedras II y III

DIRECTORAS DE CÁTEDRAS:  
MILENA RAMALLO Y ÉLIDA REPETTO

**CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**EN INTERACCIÓN**  
**Cambio tecnológico e innovación**

Milena Ramallo  
Élida Repetto

## ÍNDICE

	<i>Página</i>
1. Introducción .....	3
2. Ciencia y Tecnología: tensiones e interacciones.....	3
3. Técnica y Tecnología.....	6
3.1. Aproximación a la noción de Técnica.....	6
3.2. Profundizando el concepto de Tecnología.....	7
3.3. Clasificación de Tecnología.....	9
3.4. El método tecnológico.....	11
4. Cambio tecnológico.....	12
4.1. Investigación y Desarrollo (I+D).....	15
4.2. Invención e Innovación Tecnológica.....	17
4.3. Tipos de innovaciones.....	19
5. La competitividad en el paradigma tecno-económico actual.....	21
6. Consideraciones finales.....	24
7. Referencias bibliográficas .....	25

# CIENCIA Y TECNOLOGÍA: CONCEPTOS EN INTERACCIÓN

## CAMBIO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

*"La ciencia y la tecnología quizá sean parcialmente responsables de muchos de los problemas más graves que hoy tenemos planteados, pero lo serán en gran parte a causa de la inadecuada comprensión de los mismos por parte del ciudadano medio (...) y del insuficiente esfuerzo que se ha hecho para acomodar nuestra sociedad a las nuevas tecnologías" (Sagan, 1984: 52).*

### 1. Introducción

En este capítulo abordamos el concepto de tecnología, su relación con la técnica y la ciencia desde una perspectiva sistémica. Por un lado, exponemos una breve clasificación de la tecnología y por otro, los pasos del método tecnológico. Posteriormente, planteamos la dinámica del cambio tecnológico y cómo intervienen las nociones de invención e innovación tecnológica en este proceso, focalizando la mirada en la importancia de las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D). Por último, nos centramos en la competitividad del actual paradigma tecno-económico y el impacto de las tecnologías digitales en el ámbito industrial.

### 2. Ciencia y Tecnología: tensiones e interacciones

Actualmente es muy difícil entender a la tecnología sin la intervención de la ciencia. Sin embargo, numerosas invenciones no se originaron en la aplicación deliberada de conocimientos científicos ni fueron realizadas por científicos. Muchas herramientas y procesos fundamentales en los campos de la mecánica, la química, la astronomía, la metalurgia y la hidráulica fueron desarrollados antes de poder descifrar las leyes que los gobernaban.

En otras épocas, hubo creaciones complejas como las pirámides egipcias, los acueductos romanos y las catedrales medievales, en las que no se utilizaron conocimientos científicos en el sentido moderno de la ciencia. Otros casos

significativos son la utilización de algunas drogas y sustancias naturales en la práctica de la medicina (quinina, curare, otras), o los procesos de fabricación precientíficos usados en la fermentación y los colorantes (Feibleman, 1983).

Quizás el ejemplo más clásico es el de la máquina de vapor, protagonista central en la expansión de la Revolución Industrial, que tuvo múltiples aplicaciones prácticas antes que la termodinámica explicara los principios físicos en que se apoyaba. Una vez desarrollada la teoría, pudo utilizarse para el diseño de nuevos productos industriales: el motor de combustión interna para vehículos de carretera, la turbina de vapor para la generación de fuerza eléctrica, la propulsión de buques y el motor de turbo reacción para aviones militares y civiles.

Como ha señalado Mario Bunge (Bunge, 1985) la Revolución Industrial no se originó ni en Cambridge ni en Oxford, sino que la desarrollaron artesanos, no científicos. Por ello, la industrialización en sus comienzos tuvo un carácter predominantemente técnico.

Inglaterra en la primera parte del siglo XVIII, carecía de ingenieros con una adecuada educación para la ciencia, así como tampoco existía una institución pública, excepto las escuelas de formación básica, para el conocimiento necesario de las artes navales, militares, mecánicas y otras. Muy por el contrario, la educación de los ingenieros en ausencia de toda preparación sistemática era “dejada al azar”. Se podría afirmar que la mayor parte de ellos tenían ingenio mecánico o “mente mecánica”. Esto es un conocimiento práctico experiencial sobre los mecanismos y el funcionamiento de las máquinas, que les permitió una visión sobre lo que ellas podían hacer, y también imaginar nuevos tipos de dispositivos, como la máquina de hilar de Arkwright para la industria textil.

Muchos de estos ingenieros e inventores tuvieron esa formación. Entre ellos James Watt se destacó por tener una mente flexible y ser un verdadero inventor. Podía observar el problema tanto en su conjunto como en su detalle y de este modo vislumbrar las mejoras y los cambios revolucionarios. Las modificaciones introducidas por Watt en el motor de Newcomen lo transformaron radicalmente al proponer una clara invención: el *condensador separado*. Un domingo de mayo de 1765, mientras caminaba por Glasgow Green, Watt cuenta que la solución al problema se le presentó de forma súbita como un “relámpago de comprensión” (Pacey, 1979).

Recién a partir del segundo ciclo de la industrialización (también llamada Segunda Revolución Industrial), a mediados del siglo XIX, se desarrollaron nuevos conocimientos científicos para aplicarlos a la producción industrial y agrícola, a los servicios, especialmente al transporte y al diseño de nuevos artefactos o productos de consumo. Posteriormente, con las dos guerras mundiales (1914-1918 y 1939-1945) la interdependencia entre ciencia y tecnología o *tecnociencia*<sup>1</sup> se fue acentuando cada vez más. Esto puede verse claramente en algunos proyectos: el *Radiation Laboratory* de Berkeley, el *Radiation Laboratory* del M.I.T., el proyecto ENIAC de la *Moore School* de Pennsylvania y, en particular, el Proyecto Manhattan (Los Alamos). Lo interesante en estos ejemplos es señalar que las industrias de fuerza nuclear y de la computación, más allá del interés político y militar para desarrollarlas, nacieron sólo cuando se contó con los conocimientos científicos disponibles para ello.

Así como la tecnología emplea conocimientos científicos, al mismo tiempo su desarrollo dio lugar a nuevas áreas/campos de la ciencia y nuevas teorías. Ejemplos de esto son la teoría de la información, cibernética, programación lineal, investigación operativa, biotecnología, neurofisiología, nanotecnología, etc. También, otras disciplinas científicas como la astronomía o la biología moderna se afirmaron gracias a la invención del telescopio *Hubble*<sup>2</sup> y el microscopio.

En síntesis, cada vez es más frecuente que la innovación tecnológica sea el motor de la investigación científica tanto de carácter aplicado, para aportar conocimientos que ayuden a resolver problemas tecnológicos, como de carácter básico, para aportar un

---

<sup>1</sup> Javier Echeverría plantea que la consolidación de la sociedad de la información tiene sus orígenes en el último cuarto del siglo XX, donde aparece lo que él denomina “tecnociencias”. La tecnociencia es una nueva modalidad de poder, que se plasma en la organización de los sistemas de ciencia y tecnología en los diversos países y que surge gracias a la aparición de los sistemas programables y de la informática y es una fase superior de lo que él considera la *Big Science*, surgida al calor de la finalización de la Segunda Guerra Mundial y su principal objetivo es la innovación productiva, para lo cual requiere cuantiosas sumas de dinero en inversión inicial, que generalmente son aportadas por agentes privados. De allí que lo fundamental de la tecnociencia es la relación total que hay entre ciencia, tecnología y empresa donde la producción de conocimiento científico y tecnológico se convierte en un nuevo sector económico.

<sup>2</sup> Éste fue puesto en órbita en la década de 1990 y permitió observar el espacio sin que mediara la atmósfera. En este caso la ciencia posibilitó, con los recursos tecnológicos de la época, construir el *Hubble* y a su vez este avance tecnológico posibilitó nuevos descubrimientos científicos: nuevos sistemas solares, información sobre el universo, confirmación de la existencia de los llamados “agujeros negros”.

fondo de conocimientos sobre el que puedan desarrollarse nuevas iniciativas de innovación técnica (Quintanilla, 2017).

### 3. Técnica y Tecnología

A continuación, profundizaremos los conceptos de técnica y tecnología identificando sus características principales, señalando sus semejanzas y diferencias. Luego, presentaremos una clasificación de tecnología y el método tecnológico.

La semejanza de los términos *técnica* y *tecnología* lleva a que se usen frecuentemente como sinónimos. Ambos comparten la raíz del vocablo griego *techné*, traducido como “arte”, “habilidad” o “destreza”. En latín, la palabra griega *técnica* se tradujo por *ars*, de la cual deriva la palabra arte, y otras como artesano, artista, artificial (del lat. *arte factus*, hecho con arte - Diccionario de la Real Academia Española).

Lo interesante es que los griegos consideraban que *techné* no era un mero hacer, sino un saber hacer, implicando un conocimiento de carácter práctico contrapuesto a la episteme que es un conocimiento meramente teórico. Las técnicas estuvieron presentes desde el origen de la humanidad. Algunas de ellas son muy antiguas y formaron parte de una construcción cultural. Podemos mencionar a modo de ejemplo técnicas como la agricultura, el manejo del fuego, domesticación de animales (Gianella, 1995).

#### 3.1. Aproximación a la noción de Técnica

La palabra *técnica* designa *el conocimiento que, siguiendo ciertas reglas, puede hacer o producir algo*. El producto no existe en la naturaleza; es creado con un fin práctico. Designa acciones intencionales, *que tienen como fin la creación de un objeto artificial*<sup>3</sup>, es decir no natural. Esta creación puede ser una cosa, un estado o un proceso controlado o hecho deliberadamente por el ser humano. El concepto de técnica es muy amplio e incluye actividades diversas: productivas, artesanales, artísticas, intelectuales, etc. En

---

<sup>3</sup> El objeto artificial es diseñado y el diseño o proyecto es la representación anticipada de una creación, por ejemplo, un telar mecánico, una forma de organización de la producción, el endicamiento de un río, etc. (Bunge, 1985)

algunos casos, la técnica ha tenido su propia historia, como la navegación, la agricultura y la producción textil.

Habitualmente se identifica a la técnica con el artefacto que es su producto o su resultado. Sin embargo, como venimos planteando, no es posible considerar los objetos como entidades separadas de las acciones que los generan y del conocimiento técnico utilizado.

De esta manera, la técnica comprende:

*“...las actividades o sistemas de acciones artesanales, artísticas, dirigidas hacia el propio cuerpo y su entorno inmediato, etc., de carácter socialmente estructurado, pero no directamente integradas en los modernos procesos productivos industriales, generalmente organizados en torno a la institución de la empresa (pública o privada), ni vinculadas a la actividad científica”*  
(Liz, 1995).

En esta definición destacamos algunas características fundamentales de la técnica:

- Es un tipo de conocimiento que guía acciones no vinculado a la ciencia
- Persigue intereses individuales orientados a modificar el entorno próximo. Estos intereses son fácilmente determinables.
- Opera de manera directa sobre la realidad
- Es un saber que incluye qué hacer (*know that*) y cómo hacerlo (*know how*). Estos saberes se transmiten de modo personal y comprenden una serie de habilidades particulares.
- La evaluación es inmediata, se busca resolver problemas prácticos y de manera eficiente. Por eso dicha evaluación es muy cercana a los contextos de producción y de uso.

### **3.2. Profundizando el concepto de Tecnología**

La definición de tecnología, así como la de técnica dista mucho de ser unívoca. Es decir, no tiene una significación única. El uso de la palabra está hoy muy difundido, y se la emplea para designar tanto al conocimiento tecnológico como al producto obtenido a través de ese conocimiento.



A partir de este conocimiento, como base y fundamento, se puede considerar a la *tecnología* como:

*“...las actividades o sistemas de acciones socialmente estructuradas, sumamente integradas en los procesos productivos industriales y estrechamente vinculadas al conocimiento científico” (Liz, 1995).*

En esta definición, observamos algunas características de la tecnología:

- Es un tipo de conocimiento vinculado a la actividad científica.
- Persigue intereses colectivos y son más sofisticados que los de la técnica.
- Opera en niveles de la realidad no fácilmente accesibles. Las actividades tecnológicas son más complejas y organizadas.
- Como saber involucra, además de destrezas adquiridas, formas institucionales de aprendizaje (escuelas, universidades, etc.).
- Además de la evaluación interna de las creaciones tecnológicas, la externa se aleja de estos contextos de producción y sus posibles impactos.

Es importante destacar que una gran parte de la técnica se fue transformando en tecnología al vincularse con la ciencia a partir de mediados del siglo XIX. No obstante, como sostienen muchos autores, si bien la tecnología involucra conocimientos científicos y un método tecnológico, hay siempre una cuota de conocimientos no sistemáticos, que provienen de la experiencia u oficio.

En el capítulo sobre ciencia vimos que las comunidades científicas producen y regulan conocimientos científicos, están integradas por profesionales que comparten un paradigma y ellas mismas están insertas en la sociedad. Análogamente, las comunidades tecnológicas están integradas por personas con competencias específicas que cuentan con un conjunto de teorías y métodos de investigación, originan o continúan una tradición de diseño-ensayo, evalúan artefactos o proyectos y comparten concepciones sobre procesos naturales, sociales y técnicos. Por otro lado, la sociedad con su medio natural y social, económico, político y cultural, contiene y promueve a las comunidades tecnológicas (Bunge, 1985). Las comunidades tecnológicas no son tan abiertas como las científicas: las patentes y los secretos industriales y militares obstaculizan la difusión de los avances tecnológicos. La

discusión puede girar en torno a si sólo el conocimiento tecnológico es un producto que se comercializa. En esa dirección podemos preguntarnos si es válido pensar a la ciencia como un conocimiento desinteresado. Sin embargo, la ciencia se encuentra hoy en un proceso de colectivización que implica unificar fines teóricos y prácticos. Por lo tanto, como afirma Ziman (1986), existe una gran dificultad para distinguir entre ciencia básica y aplicada.

A su vez, el conocimiento tecnológico se vincula a sistemas industriales y empresariales de investigación, decisión, organización, producción, comercialización y evaluación. En esa complejidad intervienen diversos sistemas. Por ejemplo, si tomamos a la comunidad informática, no existe el inventor solitario, sino que la organización está asegurada por las sociedades, reuniones y publicaciones profesionales.

### 3.3. Clasificación de tecnología

Las clasificaciones de la tecnología son muy diversas. Siguiendo la definición de tecnología que hemos propuesto tomaremos la clasificación de M. A. Quintanilla (2017) teniendo en cuenta el papel de los agentes humanos en cuanto a sus conocimientos y sus capacidades o habilidades. En la siguiente tabla podemos ver la clasificación:

<i>Tecnologías</i>	<i>Conocimientos y habilidades</i>
<b>1. Tecnologías basadas fundamentalmente en conocimientos</b>	<p><b>a) En conocimientos teóricos de carácter científico:</b> tecnologías de punta o tecnologías avanzadas, muy vinculadas al desarrollo del conocimiento científico, con escasa base operacional y con un alto peso en ellas de las actividades de I+D (investigación y desarrollo), como las tecnologías para el control de la fusión nuclear, la ingeniería genética, la tecnología láser, etcétera.</p> <p><b>b) En conocimientos operacionales<sup>4</sup> muy elaborados y generalmente con una fuerte base científica:</b> tecnologías de ingeniería tradicional como la ingeniería civil o mecánica, la arquitectura, la cirugía, etcétera.</p>
	<b>a) En habilidades manuales específicas:</b> artesanías, oficios manuales.

<sup>4</sup> Se refieren a conocimientos de orden práctico.

<b>2. Tecnologías basadas fundamentalmente en habilidades o capacidades</b>	<p><b>b) En habilidades manuales no específicas:</b> tecnologías de fabricación en serie, manufacturas, etcétera.</p> <p><b>c) En habilidades organizativas específicas:</b> técnicas de gestión de empresas o de instituciones.</p> <p><b>d) En habilidades organizativas no específicas:</b> técnicas de organización, asistencia social, técnicas de ventas, etcétera.</p> <p><b>e) En habilidades intelectuales específicas:</b> técnicas de programación de ordenadores, de control numérico de máquinas-herramientas, medicina especializada, control de plantas industriales, etcétera.</p> <p><b>f) En habilidades intelectuales no específicas:</b> relaciones públicas, publicidad, gran parte de las técnicas artísticas y culturales, etcétera.</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la clasificación brindada por M. A. Quintanilla, M. A. (2017)

Como mencionamos anteriormente, existen otros criterios de clasificación. Uno muy conocido es el que tiene en cuenta la intensidad de las acciones tecnológicas orientadas a la transformación de los componentes materiales. De acuerdo a eso, es posible diferenciar entre tecnologías duras y blandas. Las primeras generan grandes cambios en los entornos y en los sistemas e insumen mucha energía y materiales. En cambio, las segundas diseñan artefactos/sistemas que emplean pocos recursos escasos, no dañan el medio ambiente, no tienen un gran consumo de energía y pueden ser muy eficientes. Ejemplos de estas tecnologías son aquellas que diseñan generadores eléctricos sustentables para uso doméstico o viviendas rurales con algunas de las comodidades modernas.

Sin embargo, además de las tecnologías que transforman la materia, existen tecnologías organizacionales: el sistema fabril del siglo XVIII, los laboratorios de Investigación y Desarrollo, el Taylorismo y el Fordismo de los siglos XIX y XX, los actuales parques tecno-industriales en donde conviven la fábrica, el laboratorio y la universidad<sup>5</sup> son claros ejemplos.

---

<sup>5</sup> Esto visualizarse en el triángulo propuesto por Jorge Sábato. Este tema se desarrollará con una mayor profundidad en el cuadernillo de Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación.

### 3.4. El método tecnológico

La relación actual entre ciencia y tecnología se da en varios sentidos. Como ya explicamos la tecnología, no sólo usa conocimientos que le provee la ciencia, sino que muy especialmente se apoya en el método científico tomándolo como modelo operativo. La lógica interna de la ciencia sirve de modelo a la investigación tecnológica y a los procesos mismos de innovación e invención. Por lo tanto, el método científico (descrito en el capítulo anterior, particularmente el hipotético deductivo) tiene su versión análoga en el proceso tecnológico.

Siguiendo esta idea, el método tecnológico, al igual que el científico también podría dividirse en 2 grandes contextos: el contexto de descubrimiento y el contexto de justificación que aborda cuestiones de validación. En el primer contexto importa la formulación de una idea o problema, la invención de un artefacto o proceso, vinculado a factores sociales, políticos, económicos o tecnológicos. Por otro lado, el segundo contexto involucra cuestiones de validación: ensayos/pruebas satisfactorias, factibilidad de la creación/descubrimiento, resolución del problema inicial con éxito, incremento del conocimiento tecnológico disponible. Además, existe un tercer contexto denominado contexto de aplicación que se refiere a la producción, comercialización y evaluación (Klimovsky, 1971).

A continuación, en la tabla se observan los pasos del método científico y del tecnológico teniendo en cuenta los contextos ya mencionados.

	PASOS DEL MÉTODO CIENTÍFICO	PASOS DEL MÉTODO TECNOLÓGICO
Contexto de descubrimiento	La pregunta: planteo de un problema teórico.	Planteo de un problema práctico.
	El científico propone una respuesta provisoria: una hipótesis (proposición general y sintética).	Diseño de la cosa, estado o proceso que tal vez resuelva el problema en alguna aproximación.
	El marco teórico: el <i>background</i> del científico.	Búsqueda de los «principios» (leyes o reglas), así como de los datos, necesarios para resolver el problema.

<b>Contexto de justificación</b>	Proposiciones singulares extraídas de la hipótesis para poder ser verificadas. (Consecuencias observacionales).	Construcción de un modelo en escala, o de un prototipo (máquina, grupo experimental, programa social en pequeña escala, etc.).
	La contrastación: a) justificación de la hipótesis b) falsación o refutación de la hipótesis.	Pruebas-evaluación de factibilidad, fiabilidad y eficiencia. Revisión crítica del diseño, de las pruebas o del propio problema.
<b>Contexto de aplicación (o tecnológico)</b>		Fabricación-Producción-Implementación-Comercialización-Evaluación de consecuencias.

Fuente: Elaboración propia sobre los contextos propuestos por G. Klimovsky, 1971.

#### 4. Cambio tecnológico

Muchas veces se ha pensado que el desarrollo tecnológico ha contribuido decisivamente en el progreso de las sociedades. Se habla del “tren del progreso” que no se tendría que perder como metáfora del desarrollo científico y tecnológico de una región o país. El problema de esta metáfora es que no hay un solo tren, hay muchos trenes y muchos futuros tecnológicos posibles. Por esto, lo principal es saber dónde queremos ir y cómo queremos llegar, algo que depende, en parte, de las decisiones de las personas. Entonces *¿cómo y por qué se desarrolla la tecnología?*

En primer lugar, el desarrollo tecnológico no es lineal. No se pasa de un modelo a otro simplemente por un aumento de la eficiencia o una mejora estrictamente técnica. No se trata sólo de ingenieros buscando soluciones a problemas sociales y necesidades humanas. A ellos se les suma una variedad de intereses económicos y decisores que participan en los cambios tecnológicos. Por ejemplo, el paso de la heladera refrigerada a gas a una con sistema eléctrico no se dio porque ésta última fuese más eficiente que la primera sino porque era más económica ya que se habían tendido las redes eléctricas.

En segundo lugar, el desarrollo tecnológico es multidireccional, es decir, sigue un camino zigzagueante, con retrocesos y avances, marcados por la participación de múltiples actores que intervienen en todo el proceso: desde la idea hasta los impactos y desechos.

Retomando la pregunta antes formulada comencemos por *¿cómo se produce el cambio tecnológico?* Es posible identificar algunas modalidades de este proceso:

- *Salto estructural*, que configuran verdaderas rupturas con el pasado y dan lugar al paso de una generación de tecnología a otra; para viabilizar los saltos estructurales es fundamental el aporte de la ciencia.
- *Períodos de evolución gradual*, en los que se produce un desarrollo por acumulación de conocimientos y experiencias. La evolución requiere de dos factores principales: aprendizaje por experiencia y la masa crítica (o sea el conjunto de recursos financieros, conocimientos, mercado, entre otros).

Tanto los saltos estructurales como los períodos de evolución gradual generan distintos tipos de innovaciones, tema que será abordado más adelante en este texto.

En cuanto al interrogante *¿por qué se produce el cambio tecnológico?*, existen modelos teóricos que muestran la dinámica de dicho cambio. Algunos modelos tienen una lógica determinista: intentan explicar el cambio tecnológico a partir de una única causa determinante. En unos casos, es la tecnología misma, en otros, es la política, economía o la cultura. Cada uno de los siguientes modelos por separado sigue esta lógica:

- *Modelo Tecnológico*: la tecnología cambia por sí misma, es una fuerza autónoma que determina el cambio social. El cambio se presenta como progreso lineal. Se clasifica a las sociedades de acuerdo con el estadio de desarrollo tecnológico. La naturaleza de una sociedad está determinada por la tecnología. Cabe esperar que las sociedades ubicadas en un estadio tecnológico similar sean similares en sus demás aspectos. La sociedad va a la saga de la tecnología. No se explica dentro de este modelo por qué muchas sociedades no han hecho uso de productos tecnológicos que poseían.
- *Modelo Económico*: la causa del cambio tecnológico son las fuerzas comerciales y económicas que están detrás de las innovaciones. Las tecnologías desarrolladas son las más adecuadas en un lugar y tiempo determinados para las condiciones económicas existentes. Este modelo subraya que casi siempre hay una serie de tecnologías posibles para hacer un trabajo particular. Los criterios determinantes sociales son los económicos y estos producen los cambios tecnológicos. Se adoptan las tecnologías que minimicen los costos y maximicen

la eficiencia económica. Las tecnologías que se adoptan son aquellas que se suponen tienen éxito en el mercado. Pero no siempre las tecnologías más eficientes son las que se desarrollan comercialmente.

- *Modelo Político:* El desarrollo tecnológico se considera como el reflejo de las relaciones jerárquicas de la sociedad, es decir, que los cambios en las tecnologías de producción reflejan los deseos de las minorías dominantes de mantener el poder y su control sobre la sociedad. La innovación tecnológica se transforma en un arma política. Pero es difícil explicar todo el cambio tecnológico desde este modelo, es decir, sólo en términos de estrategias de poder político.
- *Modelo Cultural:* La determinante del cambio tecnológico está en los valores, creencias y la cultura de la sociedad. Así, por ejemplo, para algunos autores el cambio tecnológico contemporáneo se explica por la gradual aceptación de la “imagen científica del mundo” iniciada en la Europa del Renacimiento. Para otros, los cambios no pueden separarse de los contextos culturales. La crítica a este modelo es ideológica: para los marxistas no habría una causalidad cultural porque lo ideológico está determinado por lo económico y tecnológico.

Frente a estas perspectivas deterministas y lineales sobre el cambio tecnológico, el siguiente modelo propone una visión superadora que integra las distintas variables involucradas en dicho proceso. Es un modelo interactivo que analiza el cambio tecnológico y la innovación de una manera dinámica, teniendo en cuenta las relaciones, los procesos y las trayectorias de las tecnologías, extendiendo la mirada más allá de aspectos meramente técnicos o artefactuales.

En el *Modelo de Interacción* se interrelacionan todas las variables (tecnología, política, economía, cultura) en una forma compleja y sistémica. La producción y el conocimiento tecnológico se consideran como el telón de fondo de la sociedad, con su peculiaridad cultural, con distinto capital humano, bagaje intelectual y en un medio ambiente con una serie muy definida de recursos. El modelo de desarrollo tecnológico que surge en un medio social interactúa con éste acentuando algunos aspectos y cambiando otros. La tecnología y la sociedad se representan aquí como espejos recíprocos. Por lo tanto, la tecnología y la sociedad no deben considerarse como elementos separados; más bien, nuestras sociedades son tecnológicas tanto como nuestras tecnologías son sociales.

En síntesis, el cambio tecnológico desde un enfoque sistémico pone de manifiesto la capacidad de innovación tecnológica de un país o de una región. Esta capacidad puede generarse a partir de las actividades de investigación (I+D) tal como veremos en el siguiente apartado.

#### 4.1. Investigación y Desarrollo (I+D)

El término "Investigación y Desarrollo" y su sigla I+D (en Estados Unidos conocido como *Research and Development -R&D-*, en Europa *Research and Technological Development -RTD-*) está habitualmente relacionado al concepto de innovación empresarial o gubernamental.

Tradicionalmente las actividades de I+D se han vinculado al ámbito industrial y se las ha definido como el conjunto de tareas y procesos de investigación que una organización lleva a cabo para mejorar los productos, procedimientos y/o servicios ya existentes en el mercado o para conducir/crear otros nuevos. De acuerdo con esto, I+D se asemeja a la ingeniería, pero se distingue en su proceso y objetivos.

- Por un lado, genera conocimiento, desarrolla diseños y sigue con la creación, validando los prototipos-ensayos y su viabilidad. La ingeniería continúa con esta etapa, convirtiendo estos prototipos en productos viables económicamente y vendibles.
- Por otro lado, en ella se pueden reconocer tres distintos subprocesos: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental/tecnológico. A modo de síntesis se puede ver:

SUBPROCESOS	CARACTERIZACIÓN
<b>INVESTIGACIÓN BÁSICA</b>	Busca conseguir conocimientos nuevos o la comprensión de un tema de investigación, buscando conocer los fundamentos de los fenómenos/hechos observables, a través de trabajos experimentales o teóricos. En un sentido industrial, la investigación básica se usa para mejorar el conocimiento sobre un tema sin estar guiado por un objetivo comercial en particular y tener una aplicación o uso determinado.
<b>INVESTIGACIÓN APLICADA</b>	Se propone crear nuevos conocimientos vinculados con un objetivo comercial/práctico específico que incluye procesos, productos o servicios a partir de la realización de trabajos originales.



<b>DESARROLLO</b>	<p>El desarrollo incluye la producción de prototipos mediante el trabajo sistemático que hace uso de los conocimientos obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica.</p> <p>Se producen materiales, dispositivos, productos, procesos, servicios, sistemas útiles nuevos o mejoras de los existentes que sean útiles y/o comercialmente viables.</p>
-------------------	---

Fuente: Elaboración propia sobre los subprocesos desarrollados en el Manual de Frascati (OCDE, 2015) y Universidad Internacional de Valencia (2022).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, Manual de Frascati, 2015: 47),

*“la I+D comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad) y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible”.*

En este sentido, para que una actividad sea reconocida de I+D, “...debe cumplir con cinco criterios básicos, debe ser: 1) Novedosa 2) Creativa 3) Incierta 4) Sistemática 5) Transferible y/o reproducible” (OCDE, 2015: 47).

Además, hay rasgos comunes en las actividades de I+D que le dan identidad, aunque sean desarrolladas/ejecutadas por diferentes personas:

- Deben estar dirigidas a lograr objetivos generales y específicos.
- Siempre están orientadas hacia nuevos descubrimientos (invenciones, soluciones, observaciones, etc.) asentados en conceptos originales (y su comprensión) o hipótesis.
- Los productos/resultados finales son en general inciertos teniendo en cuenta sobre todo la cantidad de tiempo y los recursos que se precisen para alcanzar los objetivos. Estos resultados pueden transferirse de modo libre o comercializarse en el mercado.
- Siguen un plan de acción y un presupuesto.

Para efectuar actividades de I+D, se necesita personal científico y técnico capacitado en la producción de conocimiento tecnológico y en la eficiencia para su comercialización a través de sus propios productos, patentes, asesoramiento técnico, contratos de *know-how*, entre otros. La actividad requiere de conocimientos que van

más allá de los propiamente científicos-técnicos, como es la información sobre la legislación, las fuentes de financiamiento, el mercado, las tendencias, etc. provenientes de las áreas: administrativa, financiera, comercial, marketing, etc. que también intervienen activamente en la obtención, uso y comercialización de la tecnología.

Con una perspectiva más amplia, la tendencia actual muestra las actividades de I+D asociadas a programas generados desde organismos internacionales como la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) o la OCDE, con el fin de promover la cooperación entre países. De esta manera, los programas de I+D han pasado del ámbito empresario y académico a la esfera gubernamental con organismos públicos encargados de planificar políticas de ciencia y tecnología. Para M. A. Quintanilla (2017) estos programas de I+D son el medio más importante para producir innovaciones tecnológicas y promover la investigación científica.

Los programas de I+D están atravesados por dos contextos: el contexto social y el contexto científico-tecnológico. El primer contexto condiciona al programa porque responde a las necesidades sociales o económicas del mismo. De allí derivan las evaluaciones externas: evaluación de las consecuencias y la idoneidad. Pero a su vez, el programa se ve condicionado por el segundo contexto que provee los recursos científicos y tecnológicos disponibles, dando lugar a las evaluaciones internas: factibilidad, eficiencia y fiabilidad.

En este sentido, el diseño de los programas de I+D debiera basarse en la compatibilización del interés científico y tecnológico con la utilidad social porque cualquier investigación está condicionada por los recursos disponibles, las necesidades sociales, los intereses económicos, las expectativas, entre otros aspectos (Quintanilla, 2017). En síntesis, en los programas de I+D convergen las decisiones políticas, la investigación científica, el diseño tecnológico y los procesos de evaluación interna y externa.

#### **4.2. Invención e Innovación Tecnológica**

La invención es un proceso que lleva a la creación de algo nuevo o de algo que existía, pero no era controlado por el ser humano, por ejemplo, la existencia del fuego es

previa al ser humano, pero éste encontró maneras de producirlo, mantenerlo o extinguirlo. En este caso, controlar el fuego no requirió ciencia alguna (Bunge, 1985), como también casi todos los inventos que se dieron hasta el comienzo de la Edad Moderna (metalurgia, arquitectura, agricultura). A partir de mediados del siglo XIX, iniciado el segundo ciclo de crecimiento industrial, esta situación cambió: en la invención de la radio Marconi utilizó patentes de Nikola Tesla, probándose de esta manera las teorías de Michael Faraday, James Maxwell y Heinrich Hertz. Otros ejemplos que podemos mencionar son: el microscopio óptico que se funda sobre la física óptica; los productos sintéticos, como los colorantes artificiales desarrollados por la industria alemana que se fundan en la química; o el motor eléctrico fundado sobre la electrodinámica. Bunge (1985: 220) sostiene que decir que un invento “se funda” sobre una ciencia no implica que se dice que esta ciencia sea suficiente, sino que se la utiliza, poco o mucho, en el diseño del invento.

En este sentido, se puede ver que el inventor a partir del siglo XIX no ignora la ciencia. Sin embargo, a diferencia del científico que se interesa por explicar los fenómenos, el inventor diseña artefactos o procedimientos que tienen una utilidad. Su característica fundamental es aprovechar al máximo lo que sabe buscando alcanzar un objetivo práctico con una gran imaginación.

*En síntesis, el invento puede ser definido como un nuevo dispositivo o procedimiento concebido por el ser humano. Es también la acción y el efecto de generar un nuevo producto. Dicha acción puede ser científica o puede también ser una nueva técnica para obtener un resultado práctico.*

Si bien las innovaciones requieren de invenciones, no todas las invenciones llegan a ser innovaciones. Esto se debe a que en muchas ocasiones fracasan en su desarrollo. Una invención pasa a ser una innovación cuando los factores políticos, sociales y económicos posibilitan su producción, comercialización, uso y difusión (Gay, Ferreras, 1997; Fernández Sánchez, Vázquez Ordás, 1996).

La invención transformada en innovación puede ser un nuevo producto o proceso o la mejora de algo ya existente. Una innovación tiene que ser técnicamente realizable pero además requerida y aceptada por la sociedad. En este caso, nos referimos a las condiciones económico-financieras, políticas, culturales, así como a las necesidades y aspiraciones del consumidor. Por lo tanto, es un proceso colectivo que incluye en cada momento a diferentes actores, desde proveedores hasta consumidores. Si bien la innovación es un hecho tecnológico, para llegar a ser un hecho económico-social debe tener un impacto social significativo y una gran difusión. Un ejemplo de innovación fue la introducción de la máquina de vapor para accionar los telares mecánicos durante la Primera Revolución Industrial. Esto muestra que la innovación es el resultado de la conjunción de lo técnicamente posible con lo socioeconómicamente deseado o aceptado desde el punto de vista de la sociedad, como de la producción.

#### **4.3. Tipos de innovaciones**

En sentido amplio, es posible distinguir al menos dos tipos de innovaciones tecnológicas: *radicales e incrementales*. Las innovaciones incrementales se generan a partir de una innovación radical. Cuando ésta logra difusión -por ejemplo, la máquina de vapor- se da lugar a la acumulación de diversas innovaciones graduales casi de modo inmediato (se mejoró la disposición de la caldera, se separó el condensador del vapor, se crearon las válvulas de regulación automática de la presión en función de la carga, etc.) que impactan con fuerza en la difusión de esa tecnología.

En ocasiones, surgen innovaciones radicales que revolucionan el desarrollo de todo el *sistema tecnológico* y de la industria en general. Sus aplicaciones son prácticamente universales y fomentan el desarrollo de otras tecnologías. La creación de la televisión propició el desarrollo de otras industrias y actividades: la producción de equipos de transmisión y recepción, la expansión de la publicidad, la música, la industria del entretenimiento y la información. En este ejemplo se ve con claridad que los sistemas tecnológicos no sólo alteran el ámbito de los negocios y la producción sino además el contexto cultural e institucional en el que se desarrollan.

Cada nuevo sistema tecnológico implica la formulación de regulaciones necesarias para su desarrollo y control, moldeando las innovaciones de ese sistema. Cuando se

produce este tipo de innovaciones se genera, en el campo tecnológico, algo similar a un cambio de paradigma científico. En este sentido, es posible hablar de *paradigmas tecnológicos*. Por ello, un nuevo paradigma tecnológico da lugar a cambios radicales en el ámbito económico, social, ambiental, productivo, cultural, etc. Por ejemplo, podríamos mencionar los efectos socioculturales, institucionales, además de los económicos que tuvo el ferrocarril o el múltiple impacto de las tecnologías de la información y la comunicación, entre otras. *“Un paradigma [tecnológico] es, entonces, una lógica colectiva compartida en que convergen el potencial tecnológico, los costos relativos, la aceptación del mercado, la coherencia funcional y otros factores”* (Pérez, 2010: 139).

El paradigma ofrece un horizonte de posibilidades que muchas veces determina la trayectoria de una innovación, es decir, el recorrido que se espera de una tecnología, que podría ser una mejora o la versión superior de un producto o servicio. En el caso de los *smartphones* se espera que mejoren en determinadas funciones: cámaras con mejor resolución, procesadores más rápidos, más capacidad, diseños sofisticados, etc. Un producto tiene prefijado qué mejoras va a incorporar definidas por los paradigmas vigentes. En el ejemplo anterior, a fines de los noventa se esperaba que los celulares fueran cada vez más pequeños y la versatilidad no estaba en sus metas, los que cambian con la aparición de los *smartphones*.

A continuación, sintetizamos las características principales de los tipos de innovaciones.

<i><b>Tipos</b></i>	<i><b>Definiciones</b></i>
<b>Incrementales</b>	Ocurren frecuentemente de manera continua en cualquier actividad industrial o de servicios. Van surgiendo por mejoras que sugieren los ingenieros sobre algún producto, o de pequeñas adaptaciones propuestas por usuarios u otras personas que participan en el proceso de innovación. Ninguna innovación gradual por sí sola tiene efectos drásticos en la economía, pero sus efectos acumulativos pueden conducir a una productividad mayor. Las mejoras en la aparición de nuevas funciones y utilidades en un software.
<b>Radicales</b>	Es la introducción de productos y procesos verdaderamente nuevos, un alejamiento de la ‘trayectoria normal’ de una tecnología, que no resultan de la mejora o modificación gradual de un producto o proceso anterior. Por ejemplo, la energía nuclear nunca podría haber surgido de mejoras graduales en las plantas.

<b>Sistemas tecnológicos</b>	Los sistemas tecnológicos <sup>6</sup> son el resultado de una combinación exitosa de innovaciones radicales y graduales (o sea modificaciones sustantivas de los contenidos científicos y tecnológicos), junto con innovaciones organizacionales, que afectan a diversos ámbitos.
<b>Paradigmas tecnológicos</b>	Los paradigmas tecnológicos implican cambios muy importantes en los sistemas tecnológicos, debido a la introducción de nuevas tecnologías con potencial para transformar una amplia gama de actividades económicas, sociales, culturales y políticas. Las repercusiones tienen un alcance mayor porque involucran: la convergencia entre distintas tecnologías, cambios radicales en las características de muchos productos y servicios; efectos ambientales inesperados; un acceso desigual a las tecnologías dentro y entre los países, entre otras.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de C. Freeman, 1987.

Un sistema tecnológico va evolucionando en una red compleja de interrelaciones entre ingenieros, científicos, proveedores, consumidores e instituciones públicas y privadas hasta llegar a transformarse en lo que se ha llamado *sistema nacional de innovación* (Arocena, 1993). El carácter interactivo e interdisciplinario que muestran las innovaciones, el conocimiento y la experiencia que las sustentan, la infraestructura y los servicios necesarios, como así también la diversidad de aprendizajes que se van generando, proveen las ventajas competitivas al contexto económico en el que se desarrolla dicho sistema (Pérez, 2010).

## 5. La competitividad en el paradigma tecno-económico actual

La innovación tiene un rol multifacético en los paradigmas tecno-económicos (Freeman, 1987) que afectan las capacidades competitivas tanto de las empresas como

---

<sup>6</sup> Durante la Primera Revolución Industrial se conformaron sistemas tecnológicos tomando como núcleo a la máquina de vapor. Ésta motivó el impulso de la metalurgia y la siderurgia, permitiendo a su vez la aplicación cada vez más extensiva de máquinas textiles y máquinas herramientas para múltiples usos. Otro aspecto ligado sistémicamente a los anteriores es el desarrollo del transporte terrestre o naval –ferrocarril, buque de vapor-. Durante la Segunda Revolución Industrial los núcleos de nuevos sistemas tecnológicos fueron la fabricación del acero, la química pesada, el uso de la electricidad, el auge de las comunicaciones, la aparición del motor a explosión interna, el uso del frío, los descubrimientos médicos. En el proceso de la Tercera Revolución Industrial los sistemas tecnológicos se van constituyendo en torno a la microelectrónica, la genética, los nuevos materiales, las telecomunicaciones, los sistemas programables, la robótica, la automatización flexible, etc.

de las economías. Como vimos, las innovaciones tecnológicas han desempeñado un papel preponderante en el incremento de la productividad en la mayor parte de los países, y le han dado ventajas competitivas a aquellas empresas que las adoptaron y aplicaron exitosamente. Las ventajas competitivas son las capacidades que tienen las empresas en aspectos que los competidores no pueden desarrollar o no están dispuestos a igualar. De allí que la competitividad de una empresa es su posición relativa en comparación con otras empresas en el mercado local o global.

En el paradigma tecno-económico actual, para que una empresa sea competitiva debe tener una sólida estructura organizacional, recursos humanos multicalificados, creativos y el dominio de una tecnología determinada. Las ventajas competitivas se basan en las vinculaciones entre las actividades de I+D, tanto empresarial como gubernamental, la difusión comercial de las innovaciones y las transformaciones sociales, las relaciones intra e interempresariales (grandes y pequeñas, públicas y privadas), etc. El cuadro que aparece al final de este texto muestra los paradigmas tecno-económicos (Freeman, 1987) y a su vez las innovaciones que los generaron.

En este contexto, las tecnologías digitales están transformando la economía y la sociedad mundial. Asistimos a un nuevo ciclo de crecimiento industrial marcado por cambios tecnológicos que acentúan algunas de las condiciones anteriores y generan disrupciones. Las empresas han sufrido un gran impacto en sus formas de organización, dirección y financiamiento. Se acortó su vida media, se redujo el tiempo en que nuevos emprendimientos se constituyen exitosamente en el mercado y las innovaciones por su aceleramiento son muy difíciles de prever.

Entonces, ¿cómo impactan las tecnologías digitales en las industrias?

Las nuevas tecnologías provocan diversas disrupciones. Muchas veces sus impactos son difíciles de evaluar y, sobre todo en algunos contextos pueden provocar desempleo o acrecentar las desigualdades sociales.

En primer lugar, los clientes han cambiado sus expectativas respecto de los productos y la experiencia que involucra el acto de la compra, la marca, el servicio al cliente, la identificación con una clase de consumidor, etc. La digitalización permite crear perfiles de consumo que sirven para mejorar la calidad y la difusión del producto. El ejemplo de *Nespresso* muestra la centralidad del cliente y su experiencia.

En segundo lugar, las nuevas tecnologías están mejorando los productos. Esta mejora no solamente se da por el uso de nuevos materiales sino por la aplicación de los datos

y el análisis de los mismos que permiten conocer su vida útil. Un ejemplo de esto son los sensores que monitorean los productos permitiendo controlar el mantenimiento y de esa forma maximizar su uso.

En tercer lugar, tanto las expectativas de los clientes como la mejora de los productos llevan a una innovación colaborativa entre las empresas. Esto vale tanto para las organizaciones ya establecidas, como para las nuevas y jóvenes. Las primeras, en ocasiones, no pueden visibilizar las necesidades del cliente y las segundas, carecen de capacidad financiera e información. Por eso es necesario una colaboración entre ambas, que permita cubrir las falencias de cada una. Estas colaboraciones no son fáciles, pero a veces pueden generar otros modelos de negocios como el caso de Uber que es el resultado de combinar lo *online* y *offline*, promoviendo el desarrollo de nuevos sistemas tecnológicos (Schwab, 2017: 79). De esta forma las grandes empresas, permanecerán debido a su escala, invirtiendo en el desarrollo de *start-ups* y pymes ya sea comprándolas o asociándose con ellas, favoreciendo la agilidad y la creatividad en el negocio. En esa dirección, Google se reorganizó en un holding denominado *Alphabet* para poder seguir innovando.

En cuarto lugar, los nuevos modelos de operación se basan en el uso intensivo de las plataformas digitales que funcionan a nivel global y están vinculadas con el mundo físico. Cada vez es mayor el número de personas que no compran ni poseen objetos físicos, sino que pagan por un servicio que acceden a través de la plataforma: leer un libro electrónico o escuchar música en *Spotify*. Este modelo genera actividades más sostenibles que plantean cambios en la forma de entender la propiedad, pero además las nuevas tecnologías al hacer un uso más eficiente de la energía y los materiales, preservan los recursos y favorecen el medio ambiente. En Argentina, podemos mencionar el caso de Mercado Libre que acerca la oferta y la demanda a través de una plataforma para la compra y la venta de activos físicos.

Todos estos cambios mencionados, obligan a las empresas a proveerse de sistemas de seguridad de datos que los protejan de ciberataques o accidentes involuntarios. Asimismo, las desafían a generar y retener empleados motivados y calificados. Esta situación plantea la necesidad de empresas que funcionen con equipos de trabajo dinámicos que, de forma remota o presencial, intercambien continuamente información y puntos de vista: es el *talentismo* que define K. Schwab (2017: 82).



Por su parte, las empresas que además combinan el mundo físico y digital con el biológico, pueden provocar una disrupción en toda una industria. Por ejemplo, en el ámbito de la medicina, la industria de la sanidad desarrolla nuevas formas de diagnóstico al mismo tiempo que puede digitalizar las historias clínicas y obtener información de implantes u otros dispositivos.

En los tiempos de transición es cuando se pueden abrir nuevas “ventanas de oportunidad” acordes a las condiciones políticas, económicas y sociales de cada país o región. Sin embargo, esas realidades normalmente pueden presentar problemáticas de desempleo o inflación que hacen difícil pensar a largo plazo, y simultáneamente dichas oportunidades tienen un tiempo cada vez más limitado, *“(…) para acercarnos a la ventana, y estar en condiciones de atravesarla antes que se cierre, hay que saltar un foso que es ya hoy más grande que ayer”* (Arocena, 1993: 99).

## **6. Consideraciones finales**

En este texto, se ha buscado identificar las características principales de la tecnología: su concepto, las interacciones con la ciencia y la técnica, la clasificación y el método tecnológico, señalando la analogía con el método científico. Además, por un lado, se ha tratado de responder cómo y por qué se desarrolla la tecnología reconociendo las posibles variantes y los modelos que lo explican, así como también la importancia de las actividades de Investigación y Desarrollo para la generación de capacidades tecnológicas y la competitividad en un país o región. Por otro lado, se han profundizado las nociones de invención e innovación tecnológica, destacando los rasgos más distintivos de ambos procesos. Asimismo, se ha puesto en evidencia el valor del actual paradigma tecno-económico, los rasgos más sobresalientes de las tecnologías digitales y su impacto en las industrias.

Por último, podemos dejar planteada la pregunta ¿la ciencia y la tecnología están subordinadas a fuerzas sociales y políticas o son autónomas y capaces de producir cambios radicales e imposibles de predecir? Las posibles respuestas llevarían a cuestionar el determinismo tecnológico. Consideramos que la tecnología no es la consecuencia inevitable de su desarrollo autónomo, sino que depende, en parte, de los contextos en los cuales se genera y de la interacción concreta de los grupos sociales participantes. Y tomando como referencia a L. Winner habría que evitar el

“sonambulismo tecnológico” de algunos funcionarios que toman decisiones (deambulando) sin el conocimiento suficiente sobre los temas tecnológicos.

Frente al determinismo o al sonambulismo tecnológico, afirmamos junto a M. Quintanilla (2017: 27) la idea de que “*las tecnologías son como son porque hay personas que toman decisiones para que sean así*”. Por lo tanto, se podrían tomar decisiones que sin renunciar al desarrollo tecnológico aprovechen sus consecuencias sociales y económicas beneficiosas.

## 7. Referencias bibliográficas

- Arocena, R. (1993) *Ciencia, tecnología y sociedad. Cambio tecnológico y desarrollo*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Bunge, M. (1987) *Ciencia, Técnica y desarrollo*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- (1985) *Pseudociencia e ideología*. Buenos Aires, Editorial Alianza Universidad.
- Echeverría, J. (2003) *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Feibleman, J. K. (1983/1961) Pure science, applied science, and technology: an attempt at definition [Ciencia pura, ciencia aplicada y tecnología: un intento de definición]. In: Mitcham, C. & Mackey, R. (Ed.). *Philosophy and technology. Readings in the philosophical problems of technology [Filosofía y tecnología. Lecturas sobre los problemas filosóficos de la tecnología]*. New York: The Free Press. p. 36.
- Fernández Sánchez, E. Vázquez Ordás, C. J. (1996) El proceso de innovación tecnológica en la empresa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 2*, WI (Universidad de Oviedo), pp. 29-45
- Freeman, C. (1987) *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan [Política tecnológica y resultados económicos: Lecciones de Japón]*. London: Printer Publishers
- Gay, A., Ferreras, M. (1997) *La Educación Tecnológica Aportes para su implementación*. Prociencia Conicet. MCyEN.
- Gianella, A. (1995) *Introducción a la Epistemología y a la Metodología de la ciencia*. La Plata: Edulp.
- Klimovsky, G. (1971) Estructura y validez de las teorías científicas, en Ziziemsky y otros, *Métodos de investigación en psicología y psicopatología*.
- Liz, M. (1995) *Conocer y actuar a través de la tecnología*, en Broncano, F. (editor), *Nuevas meditaciones sobre la técnica*. Buenos Aires. Editorial Trotta.

- OCDE (2015) Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, the Measurement of Scientific, Technological and innovation activities. [Manual de Frascati 2015: Directrices para la recogida y comunicación de datos sobre investigación y desarrollo experimental, la medición de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación] Publicado por acuerdo con OCDE, París (Francia)
- Pacey, A. (1980) *El laberinto del ingenio: ideas e idealismo en el desarrollo de la tecnología*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, Colección Tecnología y Sociedad.
- Pérez, C. (2010) Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos. Capítulo 4. Del original en inglés: Technological Revolutions and Techno-economic Paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 185-202. Disponible: [https://carlotaperez.org/wp-content/downloads/publicaciones/marco-teorico/Revoluciones tecnologicas y paradigmas tecnoeconomicos.pdf](https://carlotaperez.org/wp-content/downloads/publicaciones/marco-teorico/Revoluciones_tecnologicas_y_paradigmas_tecnoeconomicos.pdf)
- Quintanilla, M. A. (2017) *Tecnología: Un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología* (2da edición). México: Fondo de Cultura Económica.
- Sagan, C. (1984) *El cerebro de Broca. Reflexiones sobre el apasionante mundo de la ciencia*. México: Ed. Gribaldo (edición electrónica).
- Schwab, K. (2017) *La cuarta revolución industrial*. Buenos Aires: Debate.
- Universidad Internacional de Valencia (2022) *Algunos conceptos básicos sobre I+D*. Disponible: <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/algunos-conceptos-basicos-sobre-i-mas-d>
- Winner, L. (1977) Autonomous Technology: Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought [Tecnología autónoma: La técnica fuera de control como tema del pensamiento político] Cambridge (Mass.): MIT Press. Disponible en: [https://monoskop.org/images/0/00/Winner\\_Langdon\\_Autonomous\\_Technology\\_Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought.pdf](https://monoskop.org/images/0/00/Winner_Langdon_Autonomous_Technology_Technics-out-of-Control_as_a_Theme_in_Political_Thought.pdf)
- Ziman, J. (1996) *Introducción a las ciencias*. Barcelona: Ariel.

## PARADIGMAS TECNOECONÓMICOS EN LA INDUSTRIALIZACIÓN

<div> <div>1770</div> <div>1830</div> <div>1880</div> <div>1930</div> <div>1980</div> <div>2000- actualidad</div> </div>					
1° Rev. Industrial	2° Rev. Industrial		3° Rev. Industrial		4° Rev. Industrial
Industria textil	Industria metalúrgica Industria química Industria eléctrica		Industria automotriz	Telecomunicaciones Computación Microelectrónica	Inteligencia artificial Impresión 3D - Biología sintética
Máquina a vapor Ferrocarril	Laboratorio I+D/ Lámpara incandescente/Bienes de consumo durables		Motor de combustión interna Aviones/Armamentos	Nanotecnología Vehículos autónomos	
Hidráulica Vapor	Electricidad		Petróleo/ Nuclear (combustibles fósiles)	Energías renovables (eólica, solar, hidráulica, biomasa, geotérmica, etc.)	
Producción mecánica	Taylorismo		Fordismo Línea de montaje	Postfordismo Producción flexible	Cooperación entre sistemas de fabricación virtuales, biológicos y físicos
Sistema fabril	Apogeo de pequeñas empresas		Aparición de grandes empresas	Empresas transnacionales Empresas en red	Fábricas inteligentes Redes de colaboración