

# INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El proceso de innovación tecnológica es un proceso que abarca el espectro de actividades que se inicia con búsqueda de necesidades tecnológicas de organizaciones del sector productivo y se extiende hasta la comercialización, en el mercado de estas organizaciones, de los productos , procesos, equipo, etc., que derivan de esfuerzos de investigación y desarrollo (IDE) o de otros mecanismos.

De esta manera, la realización de innovaciones tecnológicas, entre otras condiciones:

- a) Implica satisfacer demandas del sector productivo, a través del uso de cambios técnicos que colocados en el mercado, producen consecuencias económicas y sociales.
- b) No implica necesariamente ejecutar proyectos de IDE. La generación de cambios técnicos pueden estar esencialmente basadas en informaciones técnicas disponibles en la literatura, normas técnicas, patentes, etc., o en la compra de tecnología producida por terceros (innovación por Adopción).
- c) Necesariamente requiere del contexto de organizaciones del sector productivo, que incorporen los cambios técnicos a sus sistemas de producción y les atribuye significación económica y/o social.

Así para que los proyectos de investigación y desarrollo tengan consecuencia económico / sociales, necesitan estar vinculadas a necesidades tecnológicas específicas de organizaciones existentes del sector productivo.

Se plantea la correlación entre las funciones tecnológicas, las distintas alternativas de innovación tecnológica y la planeación del desarrollo de organizaciones del sector productivo, bajo el concepto de que este desarrollo depende de estrategias de innovación especificaciones que, a su vez, son influenciadas por las políticas y estrategias nacionales.

De acuerdo al estudio de Donald G. Marquis, existen tres tipos de innovaciones:

1. Las innovaciones que se refieren a la administración de sistemas complejos donde el cambio tecnológico se encuentra presente en primer plano. Ejemplo: proyectos espaciales, proyectos de defensa, etc. Se caracteriza por la existencia de la planeación a largo plazo.
2. Las innovaciones radicales ( a saltos), son aquellas que representan el desarrollo tecnológico más radical y que ocasionan cambios en la industria. Ejemplos : el convertidor B.O.F. (Basic Oxygen Furnace), xerografía, etc. Se originan de la aplicación de innovaciones graduales de otros sectores o áreas de actividad o de la aplicación de nuevos conocimientos científicos, generados a partir de proyectos de investigación básica y requieren de inversiones significativas.
3. Las innovaciones graduales son aquellas que son esenciales para la supervivencia de la empresa y derivan de mejoras que no cambian

sustancialmente los productos, procesos o equipos existentes o de desarrollo que pueden implicar esfuerzos de desarrollo o de investigación. Desarrollo e ingeniería. Esta clase de innovación esta más involucrada como factor económico que las otras dos innovaciones.

Las innovación no es producto de una sola acción, más bien es la integración de diversos procesos interrelacionados, como son la concepción de la idea, del invento de un articulo nuevo, el desarrollo de un nuevo mercado, etc.

Tabla 1. Tipos de innovaciones y sus relaciones		
Innovación de Sistemas	Innovación Radical	Innovación gradual
Planeación a largo plazo	Planeación a mediano plazo.	Planeación a corto plazo
Implica administración de sistemas complejos.	Implica ventaja en la productividad	Implicada cambios pequeños, sin alterar demasiado el equipo o proceso existentes.
Grandes inversiones	Inversiones significativas.	Suelen requerir inversiones significativas
Impacto nacional o mundial	Impacto en el sector	Impacto inmediato en la empresa

Fuente: "The anatomy of succesful innovations"; Donald G. Marquis; National Science Foundation, Technical Report, Vol. 69, núm, 17, 1969.

Estos procesos integrados actúan hacia el logro de un objetivo común, el cambio tecnológico.

La innovación puede ser desarrollada desde la concepción hasta la implementación por una sola organización. Pero frecuentemente es deducida de las contribuciones de fuentes ajenas, efectuadas en otros lugares y diferentes tiempos.

El modelo del proceso considera como fuentes de inicio y abasto del mismo a la tecnología y el mercado, dividiéndolo en diferentes etapas y evento. Estos eventos pueden o no ser lineales.

1. El proceso de innovación inicia con una nueva idea, la cual incluye la etapa de reconocimiento de la posibilidad técnica y potencial. El innovador deberá tener un conocimiento actualizado del estado del arte y del conocimiento técnico para sustentar sus estimaciones de posibilidad técnica. Asimismo deberá de estar al día en cuanto a demandas sociales y económicas para poder reconocer una demanda y diferenciarla determinando si es potencial o real.

La determinación de la demanda es importante.

2. La siguiente etapa es la formulación de la idea, la cual consiste en la asociación y fusión de los conceptos de la demanda satisfecha y la posibilidad técnica, esta fusión de conocimientos de origen al concepto de

diseño. Este es un verdadero acto creativo en la cual la asociación de ambos elementos es esencial.

Si tan sólo se considera el concepto técnico, éste puede o no solucionar la demanda insatisfecha, en forma similar una investigación para responder a una demanda dada, puede o no desarrollarse dependiendo de las posibilidades técnicas que en ese momento existan.

Lo anterior no implica que una sola persona tenga que recabar toda la información necesaria, tampoco implica que deba de entender a fondo y a detalle todos los aspectos técnicos y económicos involucrados. Para lograr lo anterior, se pueden organizar grupos de trabajo con un coordinador capaz de presentar la información de la manera más adecuada para su comprensión y manejo por quienes lo van a integrar creativamente.

Una vez planteada la idea o concepto de diseño llega el momento de decidir si conviene o no, asignarle recursos económicos y humanos, ya pasarla a la etapa de búsqueda de soluciones.

Parte de esta etapa realmente es un proceso de evaluación para llegar a una decisión que toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Probabilidad estimada de éxito técnico
- b) Costo estimado de desarrollo y fabricación
- c) Tiempo estimado de desarrollo
- d) Probabilidad de comercialización exitosa
- e) Rentabilidad del proyecto.

3. La idea o concepto de diseño, es meramente la identificación y formulación de un problema, con el fin de tomar una decisión. Si esta es favorable y se le asignan fondos, se entra a la etapa de la búsqueda de información para la solución del problema planteado.

En muchos casos, una parte o la totalidad de la información necesaria está disponible. Es por esta razón que es crítico tener accesos modernos a la información técnica almacenada en bancos de datos computarizados con expertos técnicos bien informados y/o bien relacionados con otros expertos; normalmente colocados en empresas en otros ramos industriales. El punto crítico es contar con la información del máximo avance de la tecnología, o sea, el llamado estado del arte tecnológico.

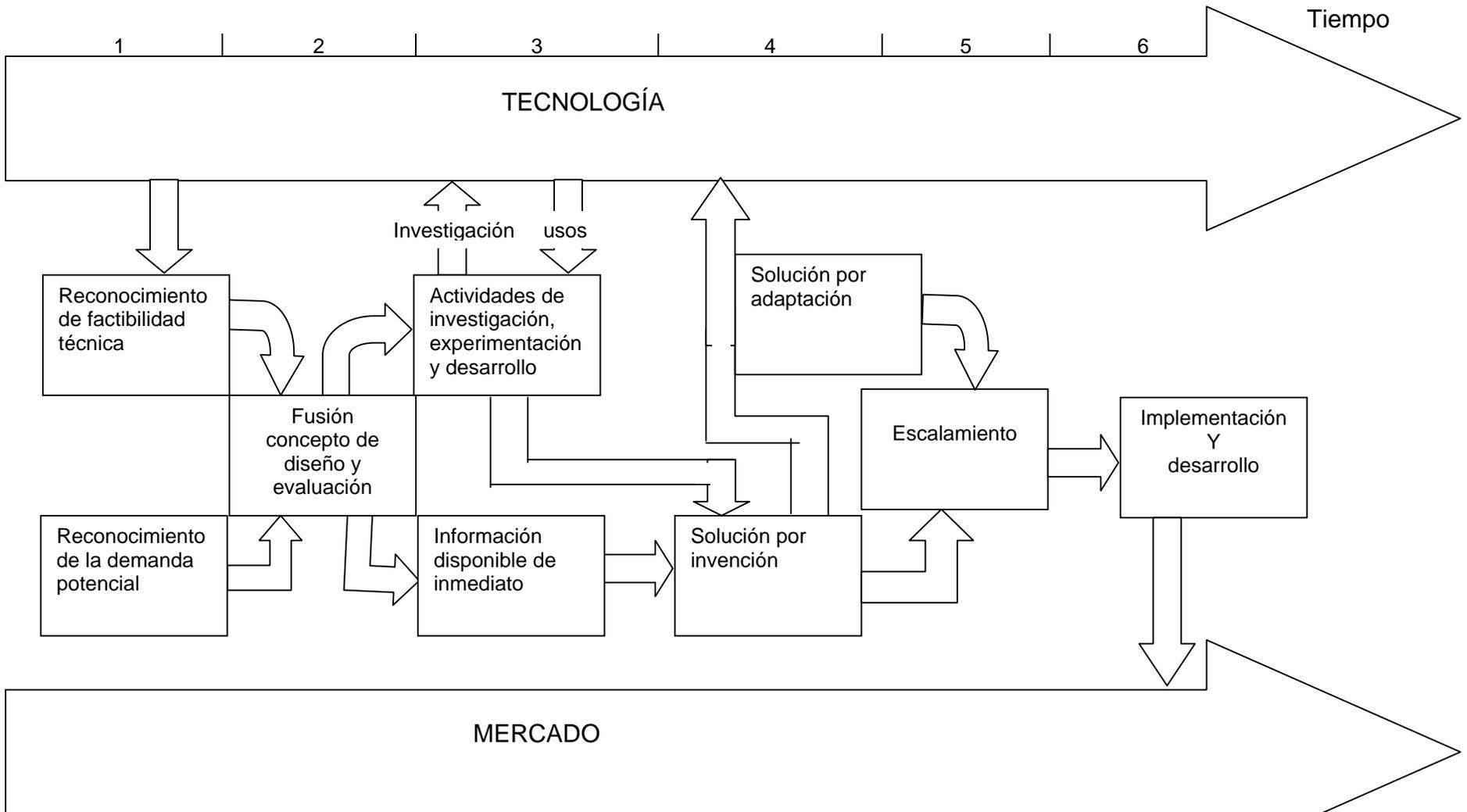
En otros casos la información requerida no está disponible o bien no existe. Es en este punto en donde aparece la necesidad de la actividad inventiva y especialmente del proceso de IDE, el cual pone al descubierto problemas no previstos que a su vez requiere soluciones y nuevas decisiones que implican abandono de algunos proyectos y la redefinición de otros.

4. Si la actividad de resolución del problema se lleva a cabo, una solución deberá ser encontrada.

Hay casos en los cuales, parte de la solución se logra adaptando una solución tecnológica a un problema similar, pero en una industria totalmente diferente. Esto es una innovación por adaptación ( o imitación).

La combinación de información técnica disponible, la información técnica autogenerada vía IDE y la adaptación de otras tecnologías, nos puede dar la solución que puede ser un invento y por lo tanto, se debe decidir si patentar o no, para protección de la invención.

5. La solución al problema puede ser la verificación de la inicialmente planteado



1. Reconocimiento
2. Formación de la idea
3. Búsqueda de la solución al problema
4. Solución
5. Desarrollo
6. Utilización y difusión

Gráfica 14. Modelo de innovación  
 Fuente: "The anatomy of successful innovations"  
 Donald G. Marquis. National Science  
 Foundation (22)

## 1. Innovación tecnológica

La innovación tecnológica se ha convertido en el motor más poderoso que mueve a la sociedad, sin embargo este no es un fenómeno nuevo, ha estado presente en nuestras vidas y les ha dado forma por muchos años. Lo que sucede es que en esta época la capacidad de las organizaciones para sintetizar componentes, productos y procesos en el ámbito mundial ha aumentado de manera gradual. Es decir, las empresas hoy en día cuentan con capacidades como no existían antes.

Tradicionalmente la ventaja competitiva de una empresa derivó de la eficiencia, como bajo costo de los bienes y servicios. Hoy en día, la innovación es la última frontera competitiva, las empresas logran su ventaja competitiva y sus beneficios económicos en gran parte como resultado de la innovación.

Las empresas que sobrevivirán y prosperarán son aquellas que puedan manejar la innovación y obtener de ésta beneficios organizacionales.

Es importante diferenciar entre las innovaciones y las invenciones. El proceso de invención incluye todos los aspectos conducentes a la creación de un nuevo concepto que, al menos en principio, es factible. El proceso de innovación toma un nuevo concepto o combina varios conceptos nuevos o antiguos en un nuevo esquema (otra invención) y luego lo desarrolla en un producto, proceso o servicio comercialmente útil. Aún cuando la frontera entre invención e innovación con frecuencia no es definida en la práctica comercial, la distinción se concentra en la explotación de un nuevo concepto hacia la aplicación y el valor comercial<sup>1</sup>.

La innovación es un proceso complejo, de múltiples etapas y de muchas personas, donde los extremos, inicial y final, son:

- a) La generación de una idea o invención
- b) La conversión o explotación de esta idea en una aplicación útil, que con frecuencia recibe el nombre de comercialización

El proceso de innovación tecnológica es un proceso que abarca el espectro de actividades que pueden iniciar con la búsqueda de necesidades tecnológicas de organizaciones del sector productivo y se extiende hasta la comercialización, en el mercado de estas organizaciones, de los productos, procesos, equipo, etc., que derivan de esfuerzos de investigación y desarrollo (IDE) o de otros mecanismos.

De esta manera, la realización de innovaciones tecnológicas, entre otras condiciones:

---

<sup>1</sup> Thamhain Hans J., Manejo de la innovación basada en la tecnología, en Manual de gestión en tecnología, Gerard Gaynor, Mc Graw Hill, Colombia, 1999, pp 183-185.

- d) Implica satisfacer demandas del sector productivo, a través del uso de cambios técnicos que colocados en el mercado, producen consecuencias económicas y sociales.
- e) No implica necesariamente ejecutar proyectos de IDE. La generación de cambios técnicos pueden estar esencialmente basadas en informaciones técnicas disponibles en la literatura, normas técnicas, patentes, etc., o en la compra de tecnología producida por terceros (innovación por adopción).
- f) Necesariamente requiere del contexto de organizaciones del sector productivo, que incorporen los cambios técnicos a sus sistemas de producción y les atribuye significación económica y/o social.

Así para que los proyectos de investigación y desarrollo tengan consecuencia económico/sociales, necesitan estar vinculadas a necesidades de mercado/tecnológicas específicas de organizaciones existentes del sector productivo.

Se plantea la correlación entre las funciones tecnológicas, las distintas alternativas de innovación tecnológica y la planeación del desarrollo de organizaciones del sector productivo, bajo el concepto de que este desarrollo depende de estrategias de innovación, especificaciones que, a su vez, son influenciadas por las políticas y estrategias nacionales.

## **2. Modelos de innovación tecnológica**

Cuando se llega a entender el papel tan importante que juega la innovación en el desempeño de una empresa, la investigación y la práctica administrativa se concentran en desarrollar modelos que expliquen las innovaciones exitosas.

En la década de los 50's, los estudios se orientaron a investigar los rasgos que ayudarían en la identificación y el desarrollo de individuos innovadores. Estudios en los que ya se había identificado el papel importante del conocimiento y las capacidades relacionadas con el trabajo, la necesidad de compartir riesgos y un ambiente de trabajo adecuado y que apoyara su actividad. A este tipo de administración se le llamo administración de primera generación donde el desempeño innovador de la empresa dependía de la capacidad dada por el recurso humano, clima organizacional y el liderazgo.

Un estudio, ya clásico, es el de Donald G. Marquis (1969), donde se reconoce la existencia de tres tipos de innovaciones:

- 4. Las innovaciones que se refieren a la administración de sistemas complejos donde el cambio tecnológico se encuentra presente en primer plano. Ejemplo: proyectos espaciales, proyectos de defensa, proyecto del genoma humano, etc. Se caracteriza por la existencia de la planeación a largo plazo.
- 5. Las innovaciones radicales (a saltos), son aquellas que representan el desarrollo tecnológico más radical y que ocasionan cambios en la industria.

Ejemplos : el convertidor B.O.F. (Basic Oxygen Furnace), xerografía, el transistor, clonación, etc. Se originan de la aplicación de innovaciones graduales de otros sectores o áreas de actividad o de la aplicación de nuevos conocimientos científicos, generados a partir de proyectos de investigación básica y requieren de inversiones significativas.

6. Las innovaciones graduales son aquellas que son esenciales para la supervivencia de la empresa y derivan de mejoras que no cambian sustancialmente los productos, procesos o equipos existentes o de desarrollo que pueden implicar esfuerzos de desarrollo o de investigación. Esta clase de innovación esta más involucrada como factor económico que las otras dos innovaciones. Se liga directamente a programas para la calidad.

De lo anterior se observa que la innovación no es producto de una sola acción, más bien es la integración de diversos procesos interrelacionados, como son la concepción de la idea, del invento de un artículo nuevo, el desarrollo de un nuevo mercado, etc.

Innovación de Sistemas	Innovación Radical	Innovación Gradual
Planeación a largo plazo	Planeación a mediano plazo.	Planeación a corto plazo
Implica administración de sistemas complejos.	Implica ventaja en la productividad	Implica pequeños cambios, sin alterar demasiado el equipo o proceso existentes.
Grandes inversiones	Inversiones significativas.	Suelen requerir inversiones significativas
Impacto nacional o mundial	Impacto en el sector	Impacto inmediato en la empresa

**Tabla 1. Tipos de innovaciones y sus relaciones**

Fuente: "The anatomy of succesful innovations"; Donald G. Marquis; National Science Foundation, Technical Report, Vol. 69, núm, 17, 1969.

Estos procesos integrados actúan hacia el logro de un objetivo común, el cambio tecnológico, orientados y aceptados por el mercado

La innovación puede ser desarrollada por una sola organización, desde la concepción hasta su implementación, mas, frecuentemente es producida por las contribuciones de fuentes ajenas, efectuadas en otros lugares y en diferentes tiempos.

De acuerdo al modelo de Marquis, el proceso (gráfica 1) considera como fuentes de inicio y abasto del mismo a la tecnología y el mercado, dividiéndolo en diferentes etapas y eventos, estos pueden o no ser lineales.

5. El proceso de innovación inicia con una nueva idea, la cual incluye la etapa de reconocimiento de la posibilidad técnica y potencial. El innovador deberá tener un conocimiento actualizado del estado del arte y del conocimiento técnico para sustentar sus estimaciones de posibilidad técnica. Asimismo deberá de estar al día en cuanto a demandas sociales y económicas para poder reconocer una demanda y diferenciarla determinando si es potencial o real. La determinación de la demanda es importante.
6. La siguiente etapa es la formulación de la idea, la cual consiste en la asociación y fusión de los conceptos de la demanda satisfecha y la posibilidad técnica, esta fusión de conocimientos da origen al concepto de diseño. Este es un verdadero acto creativo en el que la asociación de ambos elementos es esencial.

Si tan sólo se considera el concepto técnico, éste puede o no solucionar la demanda insatisfecha, en forma similar una investigación para responder a una demanda dada, puede o no desarrollarse dependiendo de las posibilidades técnicas que en ese momento existan.

Lo anterior no implica que una sola persona tenga que recabar toda la información necesaria, ni que deba de entender a fondo y en detalle todos los aspectos técnicos y económicos involucrados. Para lograr lo anterior, se pueden organizar grupos de trabajo con un coordinador capaz de presentar la información de la manera más adecuada para su comprensión y manejo por quienes lo van a integrar creativamente.

Una vez planteada la idea o concepto de diseño llega el momento de decidir si conviene o no, asignarle recursos económicos y humanos, y pasarla a la etapa de búsqueda de soluciones.

Parte de esta etapa realmente es un proceso de evaluación para llegar a una decisión que toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- f) Probabilidad estimada de éxito técnico
- g) Costo estimado de desarrollo y fabricación
- h) Tiempo estimado de desarrollo
- i) Probabilidad de comercialización exitosa
- j) Rentabilidad del proyecto.

7. La idea o concepto de diseño, es meramente la identificación y formulación de un problema, con el fin de tomar una decisión. Si esta es favorable y se le asignan fondos, se inicia la etapa de la búsqueda de información para la solución del problema planteado.

En muchos casos, un parte o la totalidad de la información necesaria esta disponible. Es por esta razón que es crítico tener accesos modernos a la información técnica almacenada en bancos de datos computarizados, con

expertos técnicos bien informados y/o bien relacionados con otros expertos; normalmente colocados en empresas en otros ramos industriales. El punto crítico es contar con la información del máximo avance de la tecnología, o sea, el llamado estado del arte tecnológico.

En otros casos la información requerida no está disponible o bien no existe. Es en este punto en donde aparece la necesidad de la actividad inventiva y especialmente del proceso de IDE, el cual pone al descubierto problemas no previstos que a su vez requiere soluciones y nuevas decisiones que implican abandono de algunos proyectos y la redefinición de otros.

8. Si la actividad de resolución del problema se lleva a cabo, una solución deberá ser encontrada.

Hay casos en los cuales, parte de la solución se logra adaptando una solución tecnológica a un problema similar, pero en una industria totalmente diferente. Esto es una innovación por adaptación (o imitación).

La combinación de información técnica disponible, la información técnica autogenerada vía IDE y la adaptación de otras tecnologías, puede dar la solución que puede ser un invento que se debe de patentar para protección de la invención.

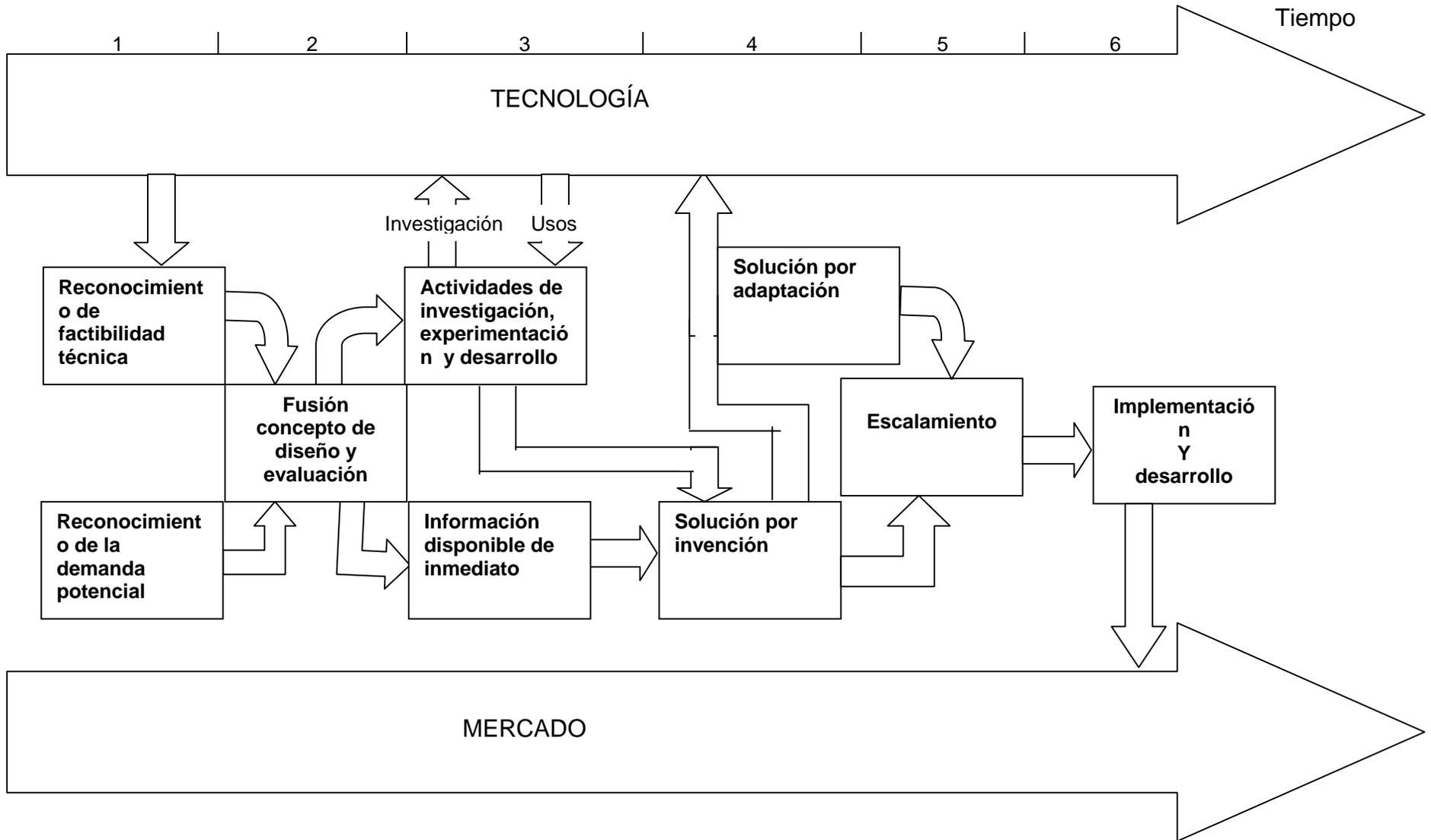
9. La solución al problema puede ser la verificación de lo inicialmente planteado o bien la solución a un problema un tanto diferente con objetivos modificados. El proceso del desarrollo implica la construcción de una planta piloto o de prototipos para pruebas de escalamiento y confiabilidad en el funcionamiento.

La innovación nunca se consigue totalmente, hasta que el producto es introducido en el proceso de producción, en el mercado consigue ventas y se desarrollan reducciones en costos.

10. Llegamos a la última etapa donde la solución es utilizada y difundida en el mercado. El llegar a esta etapa no significa ninguna garantía, en promedio solo uno o dos de cada cinco productos nuevos llegan a conseguir beneficios suficientes como para considerarlos con recuperación de la inversión.

Los costos de promoción, publicidad y distribución, si los hay, son normalmente más altos que los de las etapas anteriores, por lo que la ejecución de esta etapa requiere de cuidadoso análisis económico. La incertidumbre técnica se ha transformado en riesgo económico. En el mismo estudio Marquis concluye que:

- a. Las pequeñas innovaciones, en cantidad, contribuyen significativamente al desarrollo comercial.



7. Reconocimiento
8. Formación de la idea
9. Búsqueda de la solución al problema
10. Solución
11. Desarrollo
12. Utilización y difusión

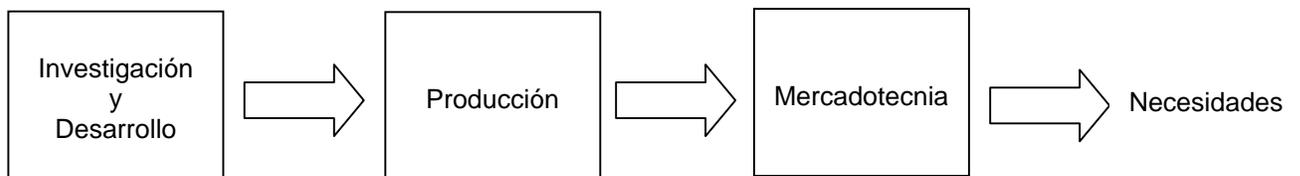
**Gráfica 1. Modelo de innovación**

Fuente: "The anatomy of successful innovations"  
Donald G. Marquis, National Science Foundation

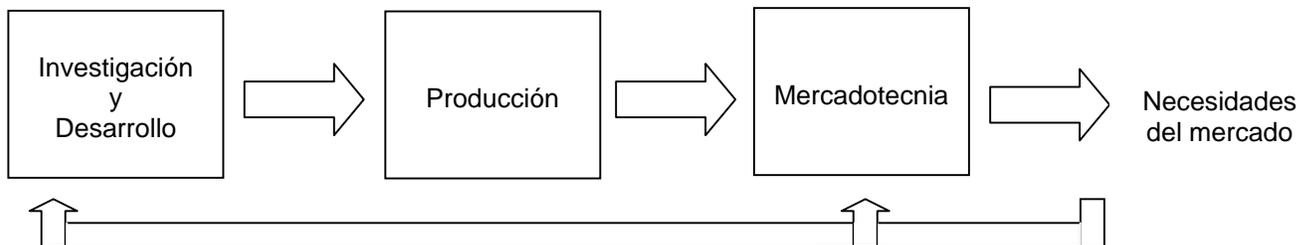
- b. En el proceso de innovaciones exitosas, el reconocimiento de la demanda en el mercado es un factor mas frecuente que el reconocimiento de la posibilidad técnica.
- c. Como principales fuentes de información para innovaciones exitosas, hallamos a la experiencia y capacidad de la gente que se encuentra en la propia empresa.

El modelo de Marquis ha sido la base para el desarrollo de otros estudios que han ayudado a comprender el proceso de las innovaciones exitosas.

Bright (1969) y Martín (1994)<sup>2</sup> retoman el modelo original de Marquis y hacen la distinción entre el empuje de la tecnología y el jalón del mercado, ya que una invención es “empujada” por las funciones de investigación y desarrollo, producción y ventas hacia el mercado sin considerar a las necesidades del cliente; por el contrario las innovaciones basadas en el “jalón” del mercado fueron desarrolladas por IDE en respuesta a las necesidades del mercado identificado.



**Gráfica 2a. Empuje de la tecnología**



**Gráfica 2b. Jalón del mercado**

Fuente: Martín Michael J. C., *Managing innovation and entrepreneurship in technology based firms*, John Wiley & Sons, 1994 N.Y. p. 45

<sup>2</sup> J. R. Bright, “Some Management lessons from technological innovation research”, *Long Range Planning* 2(1), 36-41 (1969), en Martín, Michael J. C., *Managing Innovation and entrepreneurship in technology based firms*, John Wiley & Sons, 1994 New York, pp. 43-45.

De lo expresado anteriormente se identifican las dos fuentes de las innovaciones:

- a) El conocimiento tecnológico existente (la tecnología).
- b) Las necesidades explícitas existentes en el mercado (el mercado).

El proceso de innovación para productos nuevos cuyo objeto es su introducción al mercado descrito por Marquis, fue ampliado por R. G. Cooper (1983), dicho proceso fue dividido en 7 etapas (gráfica 2). La conclusión básica es que el proceso de innovación para nuevos productos, implica la retroalimentación permanente de la actividad técnica en el análisis del mercado. Y por otro lado, cuanto más rápido se llevan acabo las pruebas reales de mercado, con el producto terminado, las probabilidades de tener una innovación exitosa serán mayores. Considerando que el proceso de innovación deberá iniciar de acuerdo al ciclo natural del producto que se pretenda innovar.

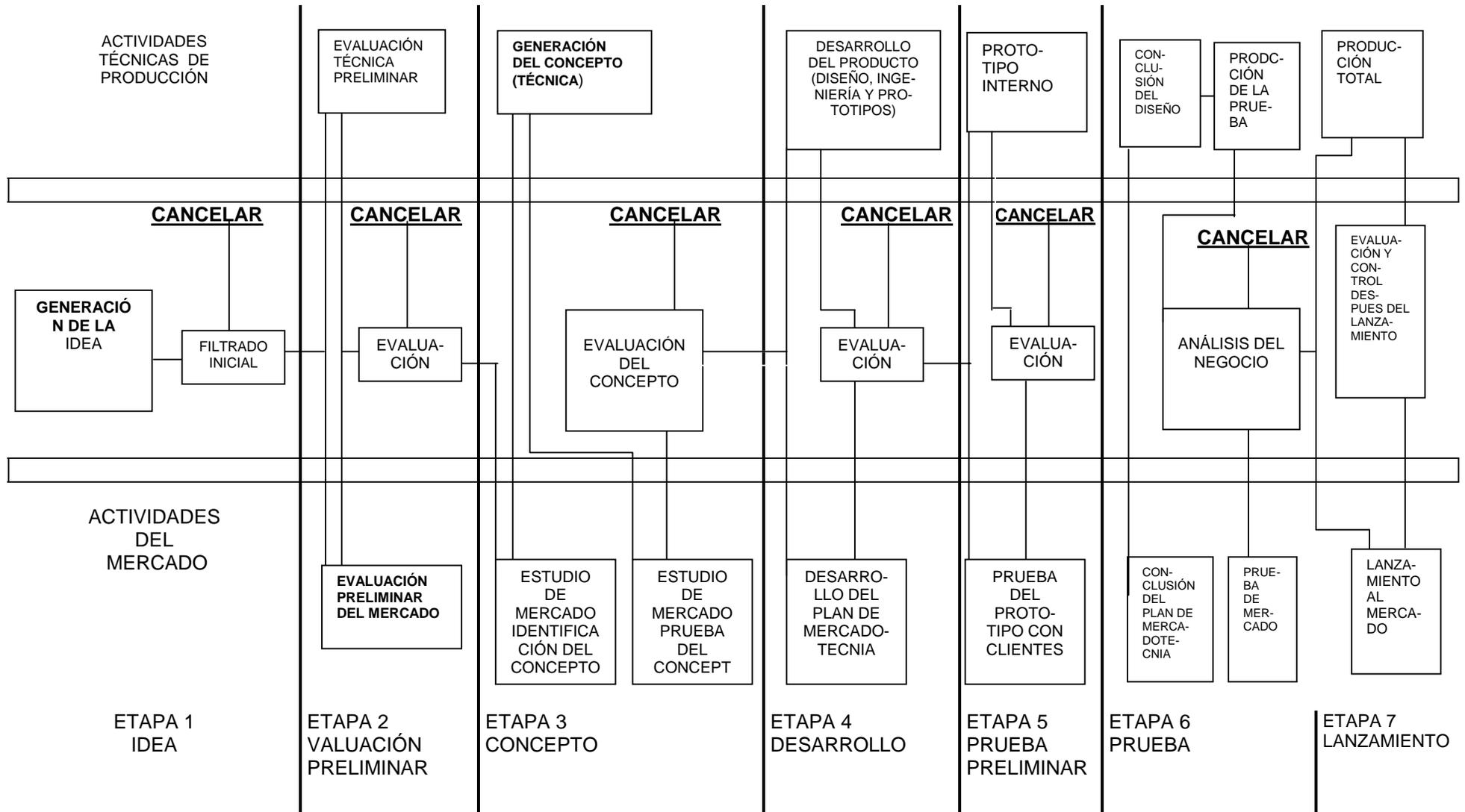
Las observaciones de Cooper orientan numerosas investigaciones acerca del proceso de innovación y su relación con el tiempo, Patterson<sup>3</sup> (1993) lo llamó el tiempo de oportunidad para que productos nuevos sean exitosos en el mercado y considera que su determinación es difícil. Este autor desarrolla el concepto de vida de la innovación (gráfica 3) y considera ocho etapas:

- T<sub>o</sub>; Se presenta la oportunidad
- T<sub>p</sub>; La oportunidad se detecta
- T<sub>b</sub>; Inicia la actividad del proyecto de investigación
- T<sub>f</sub>; Se define el producto y proceso
- T<sub>r</sub>; Proceso de producción se lleva a cabo y se inicia la comercialización
- T<sub>s</sub>; Los primeros clientes son satisfechos
- BET; Se da el punto de equilibrio A=B
- T<sub>e</sub>; Salida o declive

El concepto de ciclo de vida de la innovación del producto lo considera como el tiempo transcurrido entre el momento en que se ve la oportunidad y el tiempo en que los primeros clientes quedan satisfechos con el producto. Y proporciona elementos para calcular el retorno de las inversiones en las posibles innovaciones.

---

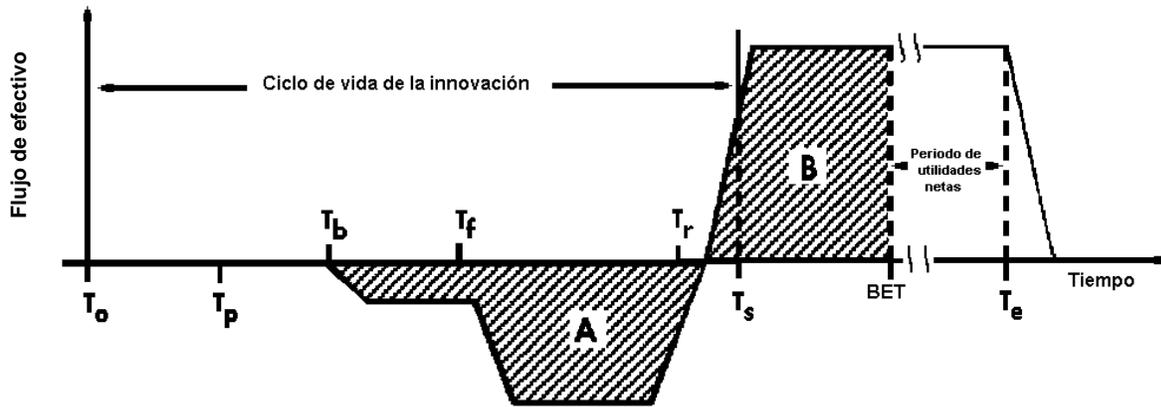
<sup>3</sup> Patterson, Marvin L., *Accelerating innovation*, Van Nostrand Reinhold, 1993, New York, pp. 3-4



**Gráfica 3. Modelo de innovación para productos nuevos ( 7 etapas)**

FUENTE: "A process model for industrial new product development"; R. G. Cooper; IEEE Transactions on Engineering Management, vol. EM 30, núm. 4, Febrero 1983.





**Gráfica 3. Ciclo de vida de la innovación**

Fuente: Patterson, Marvin L., Accelerating innovation improving the process of product development, Van Nostrand Reinhold, 1993, New York, p.4.

Tiempo ↓	Investigación		Idea del producto Desarrollo del producto	Idea Demostración de factibilidad	Concepción Factibilidad
	Ingeniería		Diseños de producto Manufactura del producto	Desarrollo del producto / proceso Planta piloto Semicomercialización	Desarrollo del producto
	Comercialización	Prueba de mercado Introducción Crecimiento rápido Madurez	Continuidad de la producción	Producción a gran escala	Comercialización Expansión del mercado
		Declinación			Madurez del producto Obsolescencia del producto

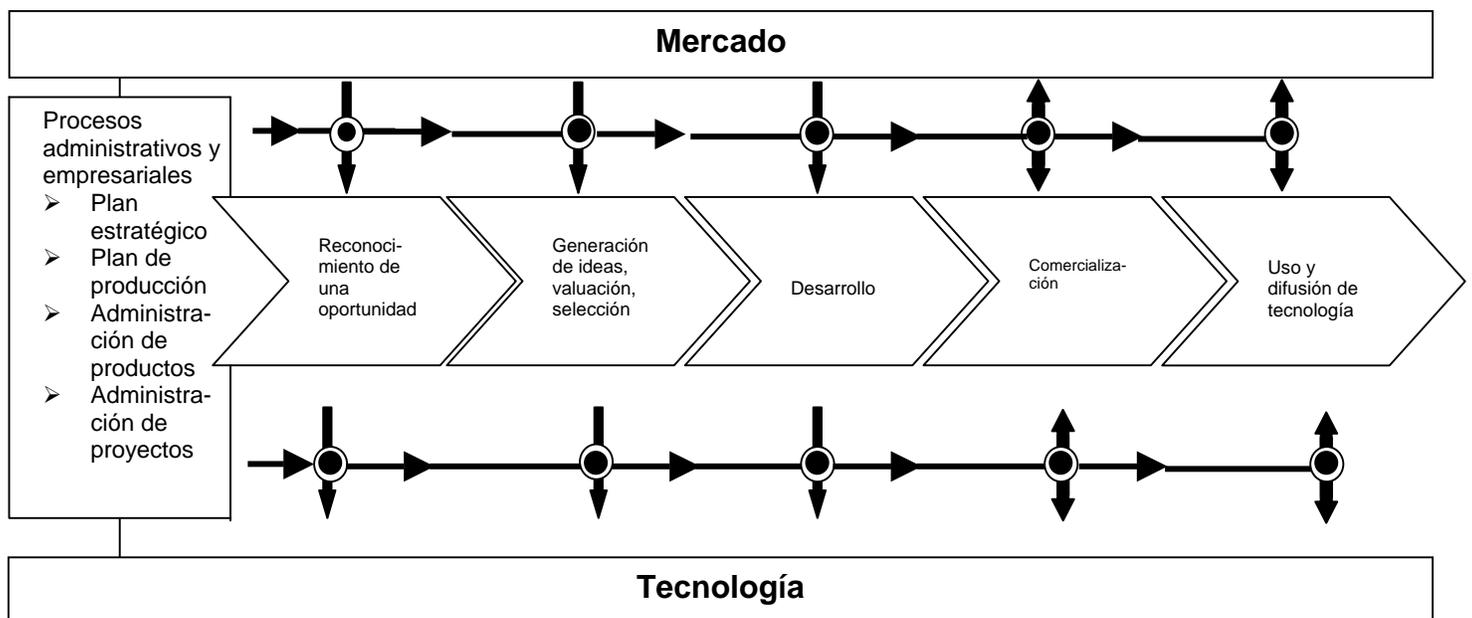
**Gráfica 4. Fases del desarrollo de un nuevo producto**

Fuente: Rosenau Milton D., Innovación, la gerencia en el desarrollo de nuevos productos, Legis, 1988, Bogota Colombia, p.204.

Rosenau<sup>4</sup> (1988) agrupa las propuestas de diversos autores y presenta 5 fases para el desarrollo de un nuevo producto, con el afán de ayudar en la asignación de responsabilidades a los diferentes departamentos involucrados en la innovación, además considera que son difusos los límites entre las fases (gráfica 4).

En los últimos años varios investigadores como F. Johene et. Al., R. Cooper, C. Crawford, J. Quinn, A. Van de Ven, A. Gupta y M.J.C. Martín, han explorado la enorme extensión y la gran profundidad de los subsistemas y las variables involucradas en el manejo de la innovación.

Para la década de los 90's, muchas empresas adoptaron prácticas administrativas de innovación más sistemáticas y analíticas centradas en las necesidades de las empresas y de los clientes, con ello garantizaban que los procesos operacionales estén bien enlazados con el mercado, la tecnología y los sistemas administrativos además de que la innovación pueda transferirse a una aplicación que agregue valor a la empresa; esta fue llamada modalidad administrativa de segunda generación y requiere, en mayor medida, de una capacidad de decisión.



**Gráfica 5. El proceso innovador y sus conexiones en el mercado, la tecnología y los subsistemas administrativos.**

Un modelo del proceso de innovación que evolucionó con esta modalidad (Edward B. Roberts, 1988)<sup>5</sup>, y que se muestra en la gráfica 5, nos muestra que la

<sup>4</sup> Rosenau Milton D., Innovación la gerencia en el desarrollo de nuevos productos, Legis Editores, 1988, Bogotá Colombia, p. 204

<sup>5</sup> Edward B. Roberts, Generating technological innovation, Technol, Management, 31 (1): 11-29, de enero-febrero 1988, en *Manual de Gestión en Tecnología*, Mc Graw Hill, Gerard Gaynor, 1999, p.187

innovación es un proceso de múltiples etapas, muy influido por la tecnología, los procesos administrativos y el mercado<sup>6</sup>.

Por otro lado dada la dinámica creciente y la turbulencia del entorno organizacional, se reconoce la necesidad de un proceso administrativo para la innovación. Considerando que la administración del proceso de innovación es sustantivo, es necesario reconocer que se da bajo condiciones difíciles ya que el manejo exitoso de la innovación tecnológica exitosa involucra una serie compleja de variables que se relacionan sobre todo con la operación, el recurso humano, la estructura y el entorno organizacional, posicionadas por la misión y orientadas por la visión organizacional.

### **Razones por las que fracasan las innovaciones**

El acervo de conocimientos técnicos del cual depende la innovación, puede aumentar mediante IDE. Pero debe reconocerse que la IDE es sólo una parte del proceso total y por sí mismo no genera el crecimiento económico.

En términos económicos, el gasto en IDE no es más que un costo fijo mientras no se exploten comercialmente los resultados a través de la innovación, para considerarlo como una inversión será necesario llegar al final del proceso de innovación, es decir llegar al mercado y permanecer en el.

La IDE puede, tan sólo constituir la primera etapa del proceso, y ahora se reconoce la importancia de una cadena continua de innovación que enlace la investigación de mercados, la invención, el desarrollo de diseño, la instrumentación, el arranque con la primera producción y la comercialización del nuevo producto. Dicha cadena no necesariamente deberá ser lineal.

La IDE representa usualmente una proporción relativamente pequeña del costo total de una innovación exitosa (gráfica 5 y tabla 1) y cuando se elabore el presupuesto de la innovación debe preverse el costo total y no tan solo el de la IDE. Los costos y las partidas varían dependiendo del producto, del mercado, de la industria en particular, etc.

Dentro del propio componente de la IDE, las etapas de desarrollo representaran una parte mucho mayor de este gasto que la investigación científica, la que así se convierte en una parte relativamente pequeña de los costos totales de la innovación.

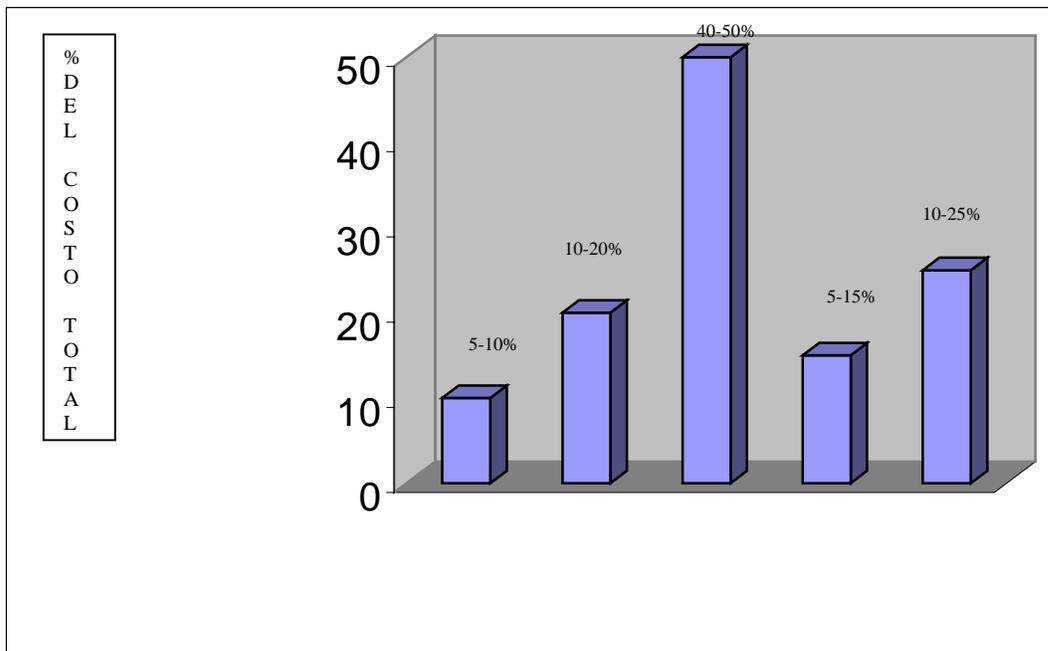
---

<sup>6</sup> Thamhain, Hans J., Manejo de la innovación basada en la tecnología, en *Manual de Gestión en Tecnología*, Mc Graw Hill, Gerard Gaynor, 1999, p 187.

Fase o actividad \ Autor	Charpie	Mansfield et al	Estadísticas de Canadá	Kamin Horresh Bijaoni
I D	15-30	46.2	59	47
Ingeniería del proceso de producción, incluso herramental	40-60	36.9	31	18
Puesta en marcha del proceso de fabricación.	5-15	9.1	6	15
Puesta en marcha de la Mercadotecnia	10-25	7.7	2	20

Tabla 1.- Distribución de los costos en las diferentes fases del proceso de la innovación tecnológica.

Cita: R. Horesh J. Y Kamin; "How the costs of technological innovation are distributed over time" Research Management, March-April 1983, en La ciencia y la tecnología, usos y restricciones en los países en desarrollo, el caso de la transferencia de tecnología de Zinalco, Tesis de Maestría, UNAM, FCA, 1987, Luis Alfredo Valdés Hernández.



En las economías de mercado, la innovación y la inversión están estrechamente relacionadas, porque no es solo que una innovación potencialmente provechosa estimule la inversión, sino también que un alto nivel de inversión tiende a estimular la innovación a fin de aprovechar los últimos adelantos tecnológicos.

El principal impulso hacia la innovación exitosa proviene del mercado, por una demanda existente o potencial.

Cuando la orientación de la IDE difiere del proceso de producción, el riesgo de invertir en IDE que no resuelva problemas del proceso productivo y de las necesidades del mercado será mayor.

Estas dificultades pueden surgir en las economías industriales planificadas y en las de libre empresa.

Cualquiera que sea el sistema económico, el proceso de innovación puede verse obstruido en cualquier etapa y puede resultar afectado por una gran variedad de factores.

Entre las principales razones por las que fallan las buenas innovaciones se encuentran:

- a. factores del mercado (27.5%),
- b. la administración (23.5%),
- c. el capital (15%),
- d. regulaciones (12%),
- e. la tecnología (11.5%),
- f. otros aspectos (10%).

Como principales barreras al proceso de innovación se tienen:

- a) la burocracia,
- b) los problemas de comunicación,
- c) la mala formulación de los proyectos,
- d) los problemas en la transferencia de la tecnología,
- e) la aversión al riesgo (por tradición y costumbre),
- f) ausencia de ejecutivos y administradores tecnológicos,
- g) escasa relación y conocimiento del mercado,
- h) falta de financiamiento oportuno y adecuado,
- i) estructura del sector industrial,
- j) inexistencia o manejo inadecuado de los roles críticos.

La relación existente entre el gasto en IDE y la economía nacional es compleja y dependiente de múltiples factores exógenos. Hay países que han gastado una gran cantidad de dinero en IDE en años recientes, sin que esto le haya ocasionado un notable crecimiento económico.

En un estudio reciente en la OECD, se tiene como principal indicador de la intensidad del esfuerzo nacional de inversión en IDE, el porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) dedicado a la IDE.

Esta aparente ausencia de correlación entre el gasto en IDE y el crecimiento económico es debida al hecho que la IDE es solo una parte del proceso innovativo.

Otro factor importante a considerarse es la mano de obra calificada y en general los recursos humanos capacitados.

La aplicación de nuevos conocimientos técnicos a la producción y manufactura requieren de personal entrenados en todas las etapas del proceso de innovación, que sea capaz de identificar necesidades y resolver problemas.

Por ser la mano de obra calificada un recurso escaso, la mejor distribución de la misma en las etapas del proceso de innovación es el factor limitante en la optimización de dichos procesos.

En la practica, la innovación no proviene solamente de la IDE sino también de otros mecanismos: compra, adopción, innovación, etc.

No es necesario ni factible descansar por total en la IDE propios.

Los resultados de la investigación están disponibles internacionalmente en las publicaciones y los resultados de la mayor parte de la investigación tecnológica están disponibles a través del mercado, en formas de nuevas maquinas y materias primas o mediante la adquisición de patentes y licencias.

El conocimiento técnico es un articulo común en los mercados internacionales.

El intercambio internacional de conocimientos técnicos aparece en la balanza de pagos tecnológicos que compara los pagos de un país a otros países por sus conocimientos técnicos, licencias y patentes, con sus ingresos por tales conceptos.

En general, parecería que cualquier país debe hacer compras de tecnología en el exterior pero para poder hacerlo así con el mayor provecho necesita desarrollar esfuerzos internos de IDE para adaptar y asimilar.

Se requieren tasas elevadas de inversión para utilizar plenamente las técnicas más avanzadas, aun cuando se adquieren en el exterior, ya que tales técnicas están a menudo incorporadas en un equipo de capital.

### **3. Propuesta para la administración de la tecnología<sup>7</sup>**

#### **Proceso Administrativo general**

---

<sup>7</sup> Luis Alfredo Valdés Hernández, El sistema tecnológico en las organizaciones y su administración en Contaduría y Administración, núm. 191. octubre-diciembre 1998, pp. 35-50

Dado que la tecnología es un insumo básico para cualquier actividad de transformación y producción de bienes o servicios, se hace necesario buscar su mejor utilización, productividad y rendimiento de una manera análoga a cómo se tratan los otros insumos en las organizaciones.

Cuando usamos el termino administración nos referimos al proceso de llevar a cabo las actividades eficientemente con personas y por medio de ellas. Este proceso conlleva las funciones o actividades primarias del administrador, que se clasifican en planeación, organización, dirección y control<sup>8</sup>.

La planeación contempla el definir las metas de la organización, establecer una estrategia global para el logro de estas metas y desarrollar una jerarquía detallada de planes para integrar y coordinar las actividades.

La organización se encarga de diseñar la estructura de la organización, incluyendo la determinación de las tareas por realizar; quién las debe realizar, cómo se agrupan, quién reporta a quien y dónde se toman las decisiones.

La dirección se refiere a la orientación y coordinación de las personas. Cuando los administradores motivan a sus subordinados dirigen las actividades de otras personas; cuando escogen el canal de comunicación más adecuado resuelven conflictos entre sus miembros o solucionan su resistencia al cambio; es decir realizan funciones de dirección.

El control se orienta al monitoreo, comparación, detección de fallas potenciales y la aplicación de correctivos con el fin de asegurar el desempeño de la organización.

### **Proceso propuesto para administrar el sistema tecnológico**

En la administración del sistema tecnológico es necesario considerar con detenimiento el impacto que tienen los sistemas tecnológicos en los aspectos humanos y sociales. Quienes escriben sobre las relaciones y el control de la tecnología tienden a reducir su análisis en la organización y su productividad, poniendo un énfasis particular en la planeación y administración, manejo de la investigación, sistemas para su control en la organización profesional de científicos y tecnológicos. Estos temas son importantes, pero existe una amplia dimensión de contenido humano en los sistemas tecnológicos que con mucha frecuencia se ignora; por ejemplo, los valores personales y la experiencia individual en el trabajo técnico y que en muchas ocasiones son los elementos que dan la ventaja competitiva a las organizaciones.

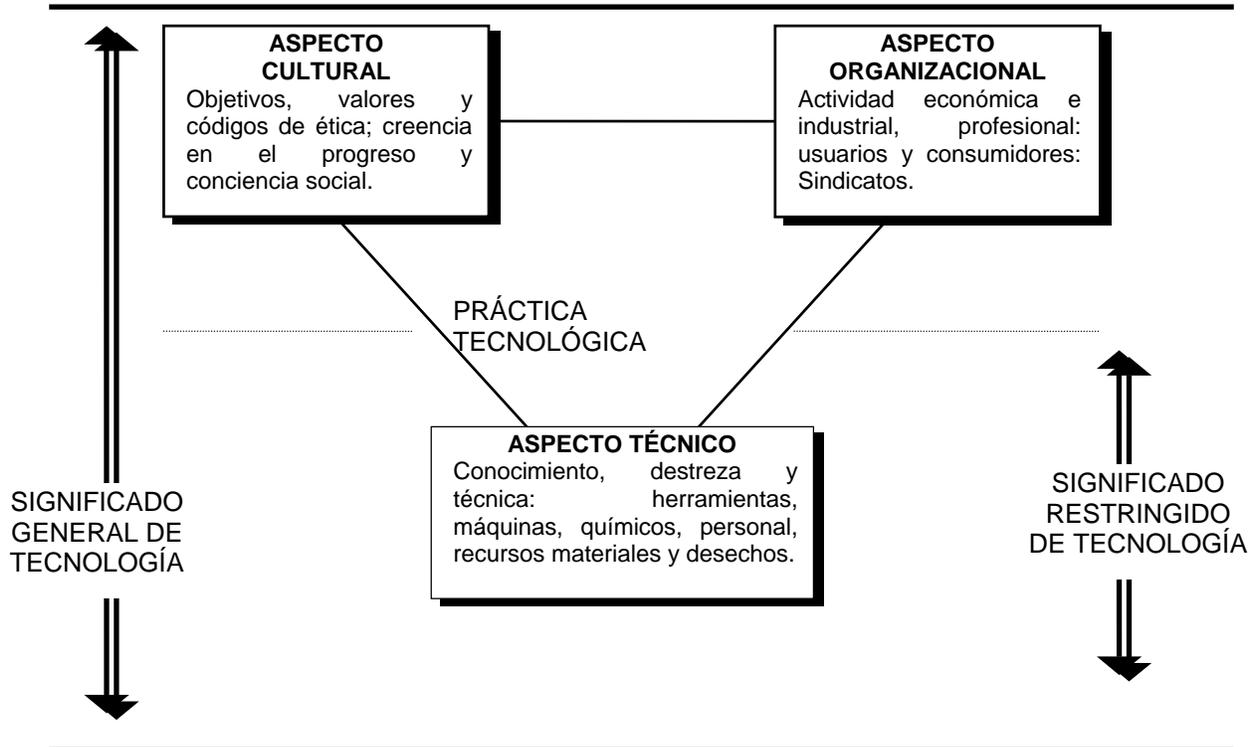
Estas ideas las resume Pacey<sup>9</sup> en la gráfica 6, donde el triángulo en su conjunto representa el concepto de la práctica tecnológica, y las esquinas sus aspectos organizacionales, técnicos y culturales. Ilustra también la forma en que se emplea

---

<sup>8</sup> Stephen Robbins, *Administración teoría y práctica*, México, Prentice-Hall, 1987.

<sup>9</sup> Arnold Pacey, *La cultura de la tecnología*, México, Fondo de Cultura Económica 1990.

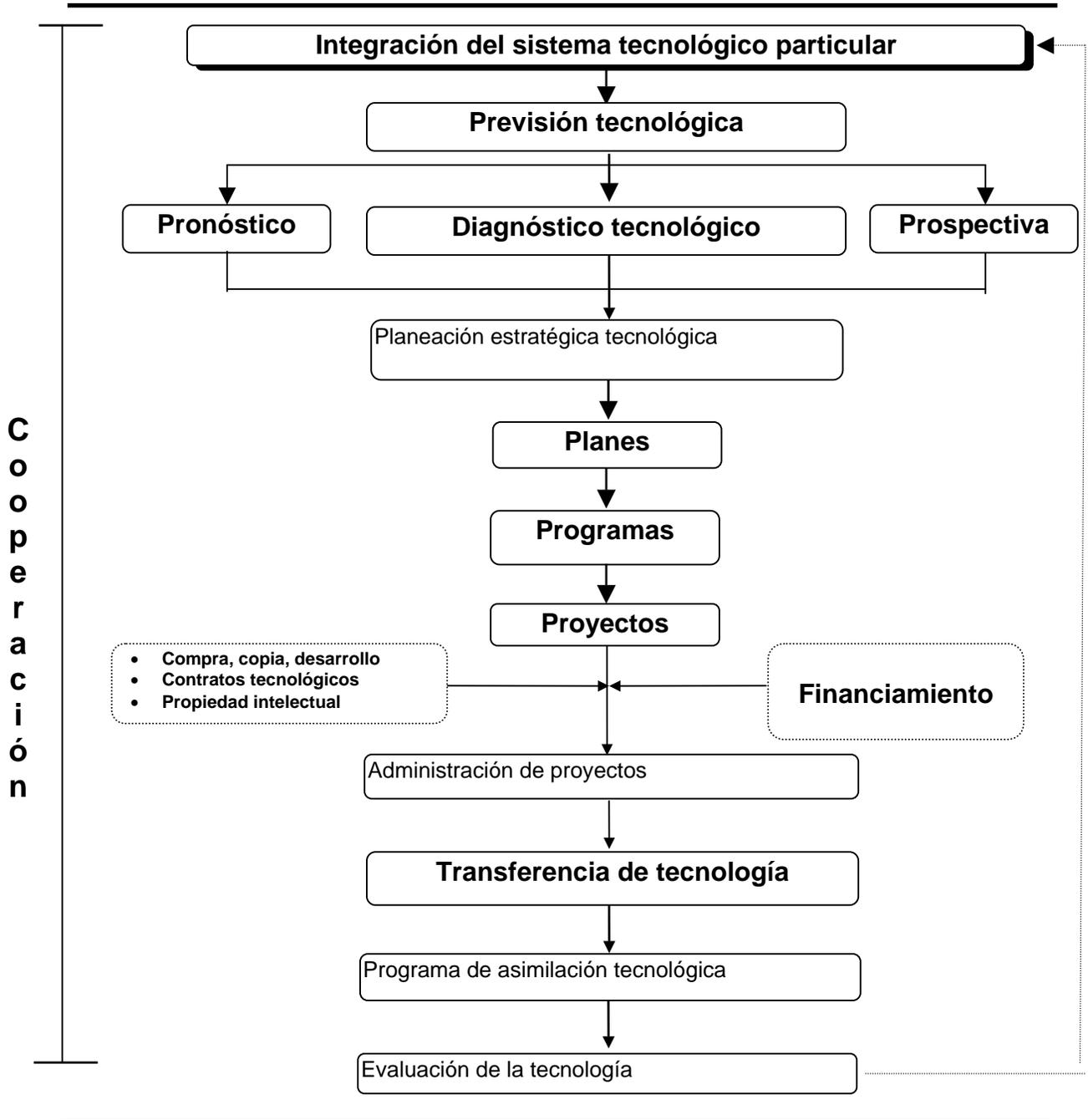
la palabra tecnología en un sentido restringido y, en otras, el general. Este concepto de práctica tecnológica es similar al del sistema tecnológico propuesto.



**Gráfica 6. Diagrama de las definiciones de la “Tecnología” y de la “Práctica Tecnológica”**

Fuente: Arnold Pacey, *La Cultura de la Tecnología*, México, Fondo de Cultura Económica 1990, p. 19.

Podríamos decir que la administración del sistema tecnológico es el proceso con un enfoque sistémico aplicado al diagnóstico, pronóstico y prospectiva tecnológica de la organización y su entorno, con el fin de conocer las fortalezas-debilidades tecnológicas de la organización posicionándolas con las oportunidades-amenazas del entorno respectivamente, estableciendo la permanencia o el crecimiento de la organización, mediante la integración de un sistema tecnológico adecuado, que antecede a los planes, programas y proyectos de desarrollo tecnológico que sean necesarios, ya sea adquiriéndolos, desarrollándolos o mediante la copia; conservando siempre la dirección que dan la misión, visión y objetivos de la propia organización. Además contemplando los programas de asimilación para la conservación, acrecentamiento y difusión del conocimiento tecnológico aunado al aseguramiento y control del mismo para el desarrollo de una cultura organizacional en beneficio del individuo, de la propia organización y del país en general (gráfica 7).



Gráfica 7. Proceso propuesto para la administración del sistema tecnológico.

Sin embargo, por sus múltiples interrelaciones con otras áreas de la actividad organizacional, sus variados niveles y grados de especificidad, sus implicaciones económicas, sociales, culturales y dinamismo, entre otros aspectos, la tecnología requiere una administración con una complejidad muy superior a la de otros insumos. Esta complejidad demanda un acercamiento metodológico, conceptual, organizacional y operacional de tipo sistémico para que la administración del sistema tecnológico se realice dentro de condiciones de eficacia y eficiencia compatibles con el proceso del desarrollo nacional.

Así, la administración del sistema tecnológico debe definirse de la manera más amplia posible, reuniendo bajo un mismo marco de referencia los conceptos, métodos y técnicas aplicables al sistema tecnológico para que no sólo se puedan identificar claramente sus interdependencias y articulaciones sino para que se pueda utilizar la misma base común de conocimientos para posibilitar un proceso de toma de decisiones y de acciones tecnológicas coordinadas en distintos contextos, a modo de evitar la incongruencia, suboptimización y lograr la efectividad del proceso integral del desarrollo tecnológico; para así llegar a las innovaciones radicales o graduales.

Por lo que la administración del sistema tecnológico es un proceso que establece permanentemente misión, visión, propósitos y objetivos de naturaleza tecnológica; evaluando continuamente su validez, percibe y crea las oportunidades propicias para su logro, detectando y previendo problemas y dificultades asociadas a su logro con el fin de darles forma y solución.

Aún cuando éstas actividades no se encuentran de una manera formal y explícita en las organizaciones, se basan en los conceptos y técnicas<sup>10</sup> de:

- ✍ Integración del sistema tecnológico. Para administrar el sistema lo primero que se debe hacer es integrar el sistema tecnológico identificando el vector tecnológico de la misión, la estructura organizacional y su diseño de transformación además de identificar los elementos del entorno específicos para la organización. Determinando sus objetivos y medidas de actuación o parámetros tecnológicos.
- ✍ Elaboración del diagnóstico tecnológico. El diagnóstico tecnológico se integra con los datos de los parámetros tecnológicos que pueden ser de carácter cualitativo o cuantitativo. Se puede comparar con el Balance General de las empresas, pues nos debe ofrecer una fotografía del nivel tecnológico que se tiene y por un análisis de sus parámetros indicarnos áreas de oportunidad.
- ✍ Formulación del pronóstico y la prospectiva tecnológicos. Los parámetros tecnológicos o indicadores se deben recopilar de manera histórica, en aquellas empresas donde existan registros de los mismos, de tal forma que se puedan usar como base de datos para elaborar pronósticos y proyectar sus valores en el tiempo como los valores esperados en un futuro determinado. Esa situación proyectada es inercial y tendría una alta certidumbre si las condiciones del

---

<sup>10</sup> Luis Valdés Hernández, *Una aproximación al concepto de administración de la tecnología*, en Memorias XXIV Asamblea de Cladea, Lima Perú, Septiembre 1991.

entorno se mantuvieran constantes, lo que es cierto es que en un entorno turbulento las condiciones tienen cambios permanentes, por ello ese futuro tan solo es uno de tantos posibles. Una herramienta que ha venido en auxilio de los administradores con enfoque estratégico es la prospectiva o estudio del futuro en el que a través de técnicas cualitativas y cuantitativas se establecen situaciones futuras posibles, probables y deseadas con base a elementos sociales, determinando, así, variables motrices del sistema.

- ✍ Desarrollo e implantación de la planeación estratégica tecnológica. Con el establecimiento de la misión, la visión, la fuerza inercial, las fortalezas y debilidades de nuestro sistema, las oportunidades y amenazas del entorno, se facilita el establecimiento de líneas tecnológicas estratégicas para la organización. Considerando el nivel competitivo en el mercado y el tecnológico del sistema, la organización determina si compra, copia o desarrolla partes del paquete tecnológico.
- ✍ Establecimiento de programas para el desarrollo e innovación tecnológica. Esas líneas estratégicas se orientarán por programas a elementos específicos de los vectores tecnológicos dependiendo de la etapa del ciclo de vida, ya sea del producto específico o de la organización misma. En una etapa de introducción los programas se orientarán a la tecnología de producto; en la etapa de crecimiento hacia la tecnología de proceso; en la etapa de madurez el apoyo será hacia la tecnología de operación y finalmente en la obsolescencia de nuevo hacia el producto originando una segunda curva por un producto nuevo o diferenciado.
- ✍ Elaboración de las políticas tecnológicas organizacionales. Para llevar a cabo el proceso administrativo del sistema tecnológico es necesario establecer en la organización políticas tecnológicas orientadas a proteger y acrecentar el acervo tecnológico existente o en vías de desarrollo.
- ✍ Formulación y evaluación de los proyectos de desarrollo tecnológico, así como la búsqueda de su financiamiento. Los proyectos son la parte operativa del concepto estratégico, para su buen desarrollo es necesario establecer metodologías para su formulación, las recomendaciones del Banco Mundial son que en su estructura se contemplen cinco apartados: Aspectos de Mercado, Aspectos Técnicos, Aspectos Económicos Financieros, Aspectos Administrativos referentes a su implantación y control así como una Evaluación Costo Beneficio. Por otro lado la evaluación se deberá efectuar considerando la sinergia del proyecto en la organización. En la administración de los proyectos se debe contemplar los aspectos financieros de los mismos, ya sea por un financiamiento interno o uno externo vía la mejor opción de los diferentes programas de apoyo al desarrollo tecnológico que existen en el entorno.
- ✍ Estructura y aprobación de los contratos de transferencia tecnológica. Los contratos de transferencia tecnológica no sólo se contemplan en la compra de tecnología también en el desarrollo de nuevas tecnologías, puede ser de manera interna o por cooperación con otras organizaciones. La administración del sistema tecnológico deberá usar estos contratos como elemento de control y

para asegurar la transferencia exitosa de los sistemas tecnológicos a la organización receptora.

- ✍ Formulación e implantación de los programas de asimilación de tecnologías. Dentro de los contratos de transferencia un apartado importante es el del programa de asimilación que disminuirá en la organización receptora el tiempo de aprendizaje del nuevo sistema y habilitará para mejorar el sistema.
- ✍ Desarrollo de una cultura organizacional adecuada. Una de las principales funciones de la administración del sistema tecnológico es el desarrollo de un clima organizacional adecuado que ayude al desarrollo de una cultura orientada al cambio ya sea gradual o radical.

### **El administrador y el sistema tecnológico**

La definición funcional describe a los administradores como planificadores, organizadores, directores y controladores de las organizaciones. En la práctica real todo administrador para conducir a la organización al logro de sus objetivos establecidos efectúa más de dichas funciones. Las funciones del administrador de la tecnología se traducen en un sistema de toma de decisiones estratégicas, estructurales y operacionales, que abarca actividades de planeación, organización, asignación de recursos, implantación, orientación de la ejecución, monitoreo, control y evaluación de resultados para el logro de las innovaciones<sup>11</sup>.

Entre las herramientas que deberá utilizar se encuentran:

- Los contratos de transferencia tecnológica.
- La cooperación con universidades y centros de investigación.
- Ley de la propiedad industrial.
- Evaluación de los proyectos de desarrollo tecnológico.
- Evaluación y desarrollo de programas para la calidad total.
- Programas externos para el financiamiento al desarrollo tecnológico, en la organización.

Por lo tanto el administrador de la tecnología deberá reunir muchos conocimientos, así como una serie de habilidades que lo capaciten como un generalista capaz de integrar, coordinar y dirigir el insumo tecnológico.

### **4. Propuesta para el proceso de innovaciones exitosas, en México.**

El desarrollo de un proceso propio para las innovaciones exitosas requiere de la observación y análisis de la información existente, y es aquí donde se debe puntualizar que:

---

<sup>11</sup> Luis Valdés Hernández, *La Administración de la Tecnología en las Organizaciones*, en *Memorias XVI Simposio Nacional de Pesquisa de Administracao em C&T*, Río Janeiro, Brasil, Octubre 1991.

- 1) El proceso de innovación fundamental es el presentado por Marquis y dependiendo de las condiciones particulares de cada organización el proceso se debe adecuar
- 2) El proceso de la innovación es independiente del lugar geográfico, sin embargo, su restricción más importante es el propio sistema organizacional y su cultura, ya que serán estos los que promuevan las respuestas innovadoras a los problemas presentados por el entorno.
- 3) En nuestro país las condiciones para las innovaciones son, al igual que el resto del mundo, más propicias al jalón del mercado y de estas las graduales. Entre otras cosas debido al tamaño del mercado nacional y el tamaño de organizaciones con que contamos; sin que esto quiera decir que estamos exentos de las innovaciones radicales ni del empuje de la tecnología.
- 4) La condición fundamental es un sistema administrativo con una orientación hacia el cliente, las innovaciones y su asimilación en la organización que permita generar nuevo conocimiento.

De lo anterior es de considerar la necesidad de que el entorno ayude a satisfacer:

- a) El establecimiento de procesos para los diagnósticos organizacionales, donde se contemplen las capacidades tecnológicas existentes.
- b) La promoción y difusión del conocimiento endógeno, es decir el desarrollado al interior de las organizaciones.

Por parte de las organizaciones es necesario:

- a) Establecer procesos que ayuden a monitorear el entorno tanto en los elementos del mercado (jalón) como del sistema tecnológico (empuje).
- b) Desarrollar alianzas estratégicas con sistemas externos a las propias organizaciones (escuelas superiores y universidades), que auxilien al desarrollo de soluciones innovadoras.
- c) Desarrollo y establecimiento de programas para la calidad ya que estos son los responsables, en mayor medida, de las mejoras continuas o innovaciones graduales.

## **5. Observaciones finales**

El proceso de globalización demanda nuevos esquemas que integren las nuevas relaciones tecnológicas que se generan, eliminando aquellas que desaparecen o que aportan efectos mínimos al sistema organizacional.

En las organizaciones una variable de resonancia es la tecnología debido a que afecta en gran medida al sistema, sin embargo, se deja afectar en igual forma por el sistema mismo; es así que crea el efecto de amplificar los beneficios o los problemas, por lo que su manejo y administración deberá ser con un conocimiento integral del sistema y sus variables. Es necesario entender a la tecnología como

un insumo capaz de ser administrado y orientado a las estrategias organizacionales.

El proceso de administración de la tecnología propuesto demanda, primero, un conocimiento integral de la organización y, segundo, analizar, organizar y aplicar el sistema tecnológico orientado por la estrategia organizacional y tiene como objetivo desarrollar el mayor número de innovaciones (graduales o radicales) por jalón del mercado o empuje del sistema tecnológico.

La administración del sistema tecnológico se hace con herramientas existentes en el acervo actual del conocimiento administrativo. Para que los sistemas tecnológicos sean factor de cambio en el desarrollo de los países se requiere de las organizaciones productivas, ya sean pequeñas, medianas o grandes, y éstas a su vez para una implantación exitosa necesitan administradores con visión estratégica y un claro entendimiento del proceso para las innovaciones exitosas.

## Bibliografía

DESSLER , Gary, *Organización y administración*, México, Prentice-Hall 1979.

FERNÁNDEZ, Sánchez E. y FERNÁNDEZ, Zulima , *Manual de dirección estratégica de la tecnología*, Barcelona España, Ariel, 1989.

GIRAL, José y GONZÁLEZ, Sergio, *Tecnología apropiada*, México, Alhambra, 1980.

MAGNET, Myron, "Meet the new revolutionaries", en *Fortune*, Switzerland, vol 125, num. 4, feb. 24, 1992.

PACEY, Arnold, *La cultura de la tecnología*, México, Fondo de Cultura Económica, 1990.

ROBBINS, Sthepen, *Administración teoría y práctica*, México, Prentice-Hall, 1987.

SCHEDER, Brenton R., "How sony keeps the magic going", en *Fortune*, Switzerland, vol. 125, num. 4 , feb. 24, 1992.

SCHOROEDER, Roger G., *Administración de operaciones*, México, Mc Graw Hill, 1988.

VALDÉS Hernández, "La administración de la tecnología en las organizaciones", en *Memorias XVI Simposio Nacional de Pesquisa de Administracao em C&T*, Río Janeiro Brasil, Octubre 1991.

VALDÉS Hernández, "Una Aproximación al Concepto de Administración de la Tecnología", en *Memorias XXIV Asamblea de Cladea*, Lima Perú; Septiembre 1991.

WAISSBLUTH, M., y GUTIÉRREZ, I., "Elementos para una estrategia de desarrollo científico y tecnológico", en *Administración de proyectos de innovación tecnológica*, Fernando Machado, México, Gernika.