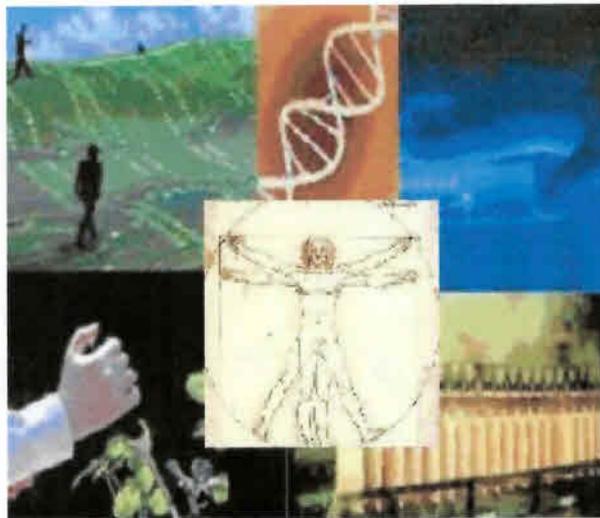




OFICINA DE PARTES - FIA
RECEPCIONADO
Fecha 29-6-05
Hora 17:20
nº Ingreso 1451



Magíster en Gestión Tecnológica mención Biotecnología



FUNDAMENTOS DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Departamento de Ingeniería Industrial

FACULTAD DE QUÍMICA Y BIOLOGIA
Departamento de Biología

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

2005



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Magíster en Gestión Tecnológica

Mención en Biotecnología

TEMA: CONCEPTO TECNOLOGÍA

Dra. MARIA TERESA SANTANDER GANA

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de Santiago de Chile

LA TECNOLOGÍA: UN TÉRMINO DIFUSO

Un distinguido panel de historiadores examinó el conjunto de las obras existentes en la historia de la tecnología y llegaron a la conclusión de que "ni uno solo de los textos disponibles destacaba suficientemente las implicaciones culturales, económicas y sociales de la tecnología y su historia"¹.

El término "tecnología" se ha usado como sinónimo de técnica y se ha definido de diversas maneras, con diferentes acepciones e incluso aun interpretaciones; reafirmando que se trata de un término que no se puede delimitar con precisión. Las definiciones que podemos encontrar, reflejan la dificultad de abrazar la noción de totalidad, al percibir que la complejidad del sistema tecnológico sobrepasa la explicación. La tecnología, por el hecho de englobar un conjunto extraordinariamente variado de conocimientos y prácticas, crea un campo con abundantes ramificaciones de límites difícilmente demarcables.

Sus distintas acepciones configuran un amplio espectro, que parte de lo específico y particular; para llegar a lo general y global, por ejemplo, algunas definiciones de índole particular:

- "Conjunto de instrumentos, procedimientos y métodos empleados en las distintas ramas industriales". García-Pelayo y Gros, R., ed., Larousse Diccionario de la Ciencia Española, Ediciones Larousse, México, 1979, pag.565.

¹ Texto extraído del prefacio de la "Historia de la tecnología. La técnica en Occidente de la Prehistoria a 1900", comentario del panel de historiadores, en el que figuraban los profesores Cyril S. Smith, Carl W. Condit, Eugene S. Ferguson, John B. Rae, Thomas J. Higgins y Thomas P. Huges, acerca del proyecto para crear un curso de la historia de la tecnología para el Instituto de las Fuerzas Armadas de Estados Unidos.

- "Un método, un proceso, etc. para manejar un problema técnico específico". Webster New World Dictionary of the American Language, D.E. Guralnik, ed., Prentice Hall Press, USA, 1984 (2ªedic.), pag. 1460.
- "Método técnico para lograr un fin práctico",
- "La rama del conocimiento que trata de la creación y uso de medios técnicos y sus interrelaciones con la vida, sociedad y el entorno, recurriendo a ramas tales como las artes industriales, ingeniería, ciencia aplicada y ciencia pura". Webster New Collegiate Dictionary, Merriam Company Springfield (NY), 1987, pag.1217.
- "La suma de los medios con los cuales los grupos sociales se autoabastecen de los objetos materiales de su civilización". Random House Dictionary de la Lengua Inglesa, Randon House, 1987 (2ªedic.), pag.1950.
- "Cualquier conjunto de operaciones repetidas estandarizadas que rinden en forma regular resultados predeterminados". Freeman, D.M., Technology and Society, Issues in Assessment, Conflict and choice, Rand, McNally Publishing Co., Chicago, 1974, pag.5.
- "Conjunto de conocimientos propios de un oficio mecánico o industrial"
- "Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto". Diccionario de la Lengua Española, Espasa Calpe, Madrid, 1995, pag. 1950.

Son definiciones, como muchas otras que aparecen en las diversas publicaciones en torno al tema, en las cuales es posible advertir que la aceptación generalizada de la tecnología es la resultante de la aplicación integrada de recursos a un proceso generador de un producto y, que los conocimientos especializados, las técnicas, los recursos humanos, físicos y monetarios son ingredientes indispensables de ella, que, a través de un proceso de producción, conducen a la obtención de un producto final. La identificación de la "acción tecnológica" con una transformación, con sus extremos claramente identificados (inicio-recursos y fin-producto) orientado a la materialización, le da un sentido unidireccional a la tecnología y descarta su potencial integrador y canalizador, excluyendo su flexibilidad. También, hablar de proceso u/o transformación supone "eficacia" en el sistema, es decir, toda tecnología es eficiente y se puede medir a través del cálculo matemático de la eficiencia. Sin embargo, no todas las tecnologías han sido un éxito, hay proyectos fracasados, máquinas que nunca funcionaron y procesos que demostraron ser inaplicables, en fin, son parte de la historia los éxitos y los fracasos.

La tecnología es, por tanto, mucho más que herramientas y artefactos; máquinas, procesos y transformaciones eficientes. Es así, que las anteriores son definiciones demasiado reducidas, pues si bien incluyen parte de la tecnología hay muchos elementos que no encajan dentro de sus límites; la explicación no trasluce ni la estructura ni la red de interrelaciones que soportan al sistema tecnológico, por ejemplo, las nuevas tecnologías: la tecnología digital (microelectrónica); la tecnología de las fibras ópticas y de los rayos láser; la tecnología de los nuevos materiales; las biotecnologías; las tecnologías

de la energía; y todas las aplicaciones que se originan a partir de ellas, no logran ser explicadas cabalmente con estas especificaciones.

En el caso de las "nuevas tecnologías", ellas están cambiando profundamente la administración, el trabajo y sus espacios, por ejemplo, máquinas de herramienta, telares, plantas de procesado y robots en las cadenas de montaje, todos ellos controlados por ordenadores, están especializando la automatización²; las telecomunicaciones, redes informáticas, bases de datos, ordenadores personales, están modificando los límites y modos de la comunicación. En el transcurso del tiempo, las distintas tecnologías, han impulsado variadas modalidades de comunicación: la imprenta fomentó el lenguaje escrito; el telégrafo, el fonógrafo y la radio fomentaron el lenguaje hablado y la música; la fotografía, el cine y la televisión fomentaron la información visual; y la tecnología digital, en la actualidad, sirve por igual y con la misma eficiencia al tratamiento de la voz, del sonido, los textos, los datos, las imágenes, las presentaciones gráficas, y la transformación, el almacenamiento y la recuperación de los datos.

La expansión de la tecnología digital conlleva a una convergencia de modos de servicios en la que se usan simultáneamente imágenes y gráficos y, sonidos y datos, que se verán cada vez más entremezclados para todos los fines: comunicación, transacciones, trabajo, recuperación de la información, etc.

Otro tipo de definiciones, de índole general, que podemos encontrar con una perspectiva globalizadora, son las siguientes³:

- "La tecnología comprende los medios por los cuales el ser humano controla o modifica su ambiente natural" (Spier).
- "Es la información, métodos e instrumentos por medio de los cuales la gente utiliza los recursos materiales de su ambiente para satisfacer sus diversas necesidades y deseos" (Lanski).
- "La tecnología de un pueblo es su medio principal para adaptarse al ambiente" (Arensberg y Niehoff).
- "Es una clase especial de conocimiento dirigida hacia las aplicaciones prácticas en el mundo físico y social" (Popenoe).
- "La forma como se hacen comúnmente las cosas"
- "Las cosas que son hechas" (Charles Singer, E.P. Holmayard y A.R. Hall).

² La automatización, en sus inicios, representó un conglomerado de máquinas y procesos combinados para elaborar un producto con la ausencia total de seres humanos, su principal característica es la capacidad de autorregulación y autocontrol a través de un sistema de realimentación, que responde a la salida de los procesos dentro del sistema principal. Comparando la salida con una norma deseada, el sistema puede ajustarse por sí solo siempre que la norma no sea producida. El término fue utilizado por primera vez por Delmar S. Harder en 1946, quien dio el nombre de "automatización" al proceso que inventó para fabricar motores de automóviles a la velocidad de uno cada catorce minutos, aumentando su eficiencia notablemente, ya que el proceso anterior utilizaba un trabajo humano de veintiuna horas para fabricar un solo motor.

³ Definiciones citadas en Pytlik, Lauda y Jonhson (1978:5).

- "La tecnología consiste en los esfuerzos del hombre para enfrentarse a su entorno físico - tanto el que aporta la naturaleza como el creado por los propios logros tecnológicos del hombre" (Kranzberg y Pursell, 1981:13).

Son acepciones tan amplias y en algunos casos antiguas que abarcan muchas cosas que difícilmente pueden ser consideradas como tecnología. Además, tienden a oscurecer su significado en su intento por ampliar la explicación, al incluir la totalidad de las acciones del ser humano con su entorno en un hacer tecnológico, cubriendo todos esos diseños por medio de los cuales los seres humanos resuelven sus problemas, es decir, todo es tecnología. Frente a esto surge la pregunta sobre la utilidad de esta generalización, puesto que al empezar a identificar el dominio tecnológico, tendríamos que terminar por incluir todo, o casi todo, y sabemos que hacer tal cosa no es posible y además no conduce a nada.

Detrás de todas estas definiciones está el supuesto de la tecnología como "un intento racional del ser humano para controlar la naturaleza", dejando entrever un elemento de finalidad pero no toda tecnología existe con el fin de controlar la naturaleza ni toda actividad tecnológica ha sido racional y sistemática.

Partir con el objetivo de "controlar la naturaleza" direcciona y condiciona el fenómeno. Por ejemplo, los juguetes no constituyen un intento por controlar directamente la naturaleza y tampoco lo hacen los actuales video juegos, no obstante, el mensaje transmitido en el caso de algunos video juegos y otros juguetes, se puede orientar al control de la naturaleza. Así también, la convergencia de determinadas tecnologías que se mueven en un entorno físico, no son necesariamente parte de la "naturaleza", por ejemplo, (a) las utilizadas para regular y controlar la afluencia de tráfico en ciudades congestionadas, son una respuesta a un entorno altamente civilizado y urbano que no forma parte del entorno natural; (b) las empleadas para transmitir, administrar y controlar los datos de los servicios públicos de información, es decir, las redes de ordenadores y las bases de datos que conforman parte del hardware y software del universo virtual.

DIFERENTES CONCEPTOS SOBRE TECNOLOGÍA

Históricamente, la mirada ha sido reduccionista, se ha resistido el considerar la perspectiva interdisciplinaria de la tecnología y sólo se han resaltado los costos atribuibles a su implementación artefactual, sumado a la inexistencia de pautas o criterios consensuados, especialmente, en la evaluación de los impactos sociales tecnológicos, bajo criterios netamente economicistas.

Un nuevo concepto sobre el quehacer tecnológico nos conduce a nuevos diseños y herramientas contextualizadas, incorporando las variables culturales, económicas, geográficas, políticas, sociales y ambientales.

TECNOLOGIA Y CIENCIA

La tecnología como ciencia aplicada, en cuanto las aplicaciones prácticas tuvieron base científica, el término "tecnología" asumió su interpretación moderna. Interpretación que permitió a muchas personas referirse a la tecnología como ciencia aplicada, donde la ciencia es el intento desplegado para explicar el mundo físico y la tecnología es el intento hecho para controlar el mundo físico. Esta distinción puede ser planteada como la diferencia entre el "saber por qué" y el "saber cómo". Sin embargo, en los comienzos de su historia, la tecnología tiene escasa relación con la ciencia, ya que las personas podían hacer herramientas y máquinas, y las hicieron, sin comprender por qué funcionaban o se comportaban de tal o cual manera. Es así que, por ejemplo, durante siglos las personas produjeron artefactos utilizables de hierro sin conocer la composición química de este metal, ni por qué ocurrían tan diversos cambios en la fundición y el forjado del mismo.

La interpretación de la tecnología como ciencia aplicada, de alguna manera, borra el pasado de herramientas, artefactos y máquinas, desconociendo las primeras técnicas del ser humano. Si bien, dar privilegio a las actuales actividades tecnológicas o realzar la importancia de las primeras prácticas técnicas desconoce los contextos y la significación social de ambos quehaceres. Es cierto, que la complejidad de las modernas tecnologías (con estrecha relación con la ciencia) es mayor que las del pasado pero no es menos cierto que el palo de arar y el arco con su flecha representaron la técnica más avanzada de una era anterior⁴. Sin duda, la tecnología se sostiene con la ciencia pero la idea de definir el concepto como "ciencia aplicada" no interpreta ni incluye la multidimensionalidad de la tecnología, solamente captura parte de su complejidad.

Tecnología y Ciencia se diferencian claramente en cuanto al objetivo que cada una persigue, aunque se asemejan cada vez más en sus formas de trabajo y en las materias que estudian.

La ciencia tiene por fin lograr nuevo conocimiento sobre la naturaleza, a través de la aplicación del conjunto de reglas que forman el método científico, se ocupa, por lo tanto, de contestar a las preguntas ¿cómo? y ¿por qué?. La tecnología, en cambio, es el arte de utilizar el conocimiento para hacer cosas. Mientras que la ciencia genera un conocimiento libre en forma de publicaciones, el esfuerzo tecnológico da origen a una mercancía en forma de un procedimiento que permite generar un nuevo proceso o producto.

El carácter de mercancía de la tecnología proviene por el hecho de ser un insumo necesario para producir y comercializar bienes, por lo que se transforma en objeto de comercio y adquiere precio.

La tecnología (como técnica) es, por cierto, muchísimo más antigua que la ciencia, la que recién llegó a ser una actividad definida desde un punto de vista metodológico durante el renacimiento europeo.

⁴ Iguales diferencias se pueden establecer en la Antigüedad Clásica, "a pesar de los grandes logros de la Antigüedad clásica en filosofía, arte, literatura, teatro, religión y ciencia hubo en ella pocos avances importantes o sorprendentes en los medios técnicos que el hombre tenía entonces a su disposición. Hubo desde luego, algunas innovaciones, pero las grandes hazañas de los romanos en ingeniería, por ejemplo, fueron debidas más bien a una superior organización y movilización de medios tecnológicos que a innovaciones en dispositivos mecánicos o cambios en las fuentes energéticas, los materiales y otros requisitos tecnológicos" (Kranzberg y Pursell, 1981:821); (ver Derry, T. y Williams, T. 1986).

Otra diferencia importante es que el trabajo científico se justifica cuando la calidad del investigador y de los medios de que éste dispone hace probable la creación de nuevo conocimiento. El esfuerzo tecnológico, en cambio, sólo justifica si existe la posibilidad de satisfacer una necesidad explicitada o potencial de determinados usuarios, originando un cambio técnico, ese cambio puede tomar alguna de las siguientes formas:

- Desarrollo de nuevos procesos o productos.
- Mejoramiento de los procesos y productos existentes.
- Sistemas nuevos o mejorados de organización y gestión.

CIENCIA	TECNOLOGÍA
Lograr conocimiento nuevo a través de la aplicación del conjunto de reglas que forman el método científico.	Es el arte de utilizar el conocimiento para hacer cosas.
Se difunde a través de publicaciones	Se difunde a través de mercancías para producir, comercializar bienes, por lo tanto se transforma en objeto de comercio y adquiere un precio.
Esta sólo aparece en el renacimiento europeo.	Tecnología (como técnica) es más antigua desde un punto de vista tecnológico.
El trabajo sólo se justifica cuando hacen probable la creación de un nuevo conocimiento.	El esfuerzo tecnológico se justifica si existe la posibilidad de satisfacer una necesidad de un usuario.
Ciencia ayuda a entender la realidad.	Suministra opciones de acción.

TECNOLOGÍA Y TÉCNICA

¿Existen diferencias entre la técnica y la tecnología?, Al parecer no las hay, ya que al revisar las definiciones clásicas acerca de la técnica podemos constatar que en los estudios sobre ella no se hace diferencia alguna entre técnica y tecnología, se la ha identificado durante largo tiempo con utensilios, herramientas, instrumentos y máquinas.

La técnica, pensada en instrumentos, explica su desarrollo a través de las transformaciones consecutivas de los diferentes artefactos utilizados por el ser humano, reemplazados unos por otros por su mayor eficiencia, donde la experiencia transmitida es la descripción del conjunto de herramientas acumuladas. En su mayoría, los trabajos versan sobre la recopilación y descripción de los diferentes artefactos, "la orientación hacia la taxonomía y museografía. A primera vista, no implica necesariamente un estudio de la técnica [...] Si éstos van acompañados de una documentación suficiente, se convierten en testimonios, infinitamente valiosos, que permiten, en una medida, reconstruir las técnicas propiamente dichas" (Leroi-Gourhan, 1988:284).

Es así, que la técnica ha sido vista como un instrumento constante de disciplina y educación a través de los métodos y los procedimientos difundidos en el tiempo. Sin embargo, su incorporación en las actividades del ser humano no se refleja sólo a través de su explicación instrumental, el lugar que ocupan las diferentes técnicas en la sociedad es también un punto relevante del estudio en cuestión. En el sentido tradicional, la historia de la técnica es la historia de las grandes transformaciones de los artefactos caracterizados en dos tipos de cambios: en un primer nivel, los cambios que provocan modificaciones en los artefactos y los procesos de producción; y en un segundo nivel, los cambios que encierran un conjunto de innovaciones que emergen dentro de la convergencia especial de determinadas circunstancias, conducentes a cambios en la estructura y organización social, es así, que tenemos la historia de los inventos y las innovaciones -"la pólvora", "la brújula", "el arado", "la imprenta", "la máquina a vapor", etc.-; y la historia de las revoluciones -"revolución neolítica", "revolución paleolítica", "revolución industrial", etc.-. Todos, cambios técnicos revolucionarios que provocaron variaciones en la sociedad.

La técnica entendida como el arte de producción y mantenimiento de instrumentos, en la mayoría de los casos no logra asimilar la complejidad de las interrelaciones dentro del sistema ser humano-técnica-entorno, excluye casi por completo el factor cultural, social y medio ambiental de la técnica. Sin embargo, a pesar que en los estudios clásicos de etnología sobre los grupos étnicos se ha dado cabida a los aspectos sociales y religiosos de las técnicas del grupo⁵, estos aspectos no se han logrado incorporar. De igual manera, la explicación deja fuera los diferentes "sistemas de organización" de una sociedad; considerados como técnicas de organización social⁶, que despliegan una gran complejidad. Por ejemplo, las grandes pirámides construidas⁷ sin poleas ni cabrias y sin dispositivos que prestaran ayuda al esfuerzo muscular del ser humano. Son una muestra de un tipo de organización que adquirió enormes proporciones, la construcción de las pirámides demuestra el alcance de los sistemas de organización; su edificación refleja una implacable coerción técnica, "estas obras representan un triunfo de la organización humana, mucho más que las máquinas y herramientas"(Kranzberg y Pursell,1981:51).

5 Por ejemplo, en los estudios de etnología el caso del "herrero en las sociedades africanas, podremos constatar que, aunque se describen los utensilios de la fragua, con todos sus accesorios... Se reserva un amplio espacio al papel del herrero en la colectividad, pero las más de la veces se trata no de su papel como agente económico de primera importancia, sino del que desempeña en el contexto mágico-religioso"(Leroi-Gourhan,1988:284).

6 En los comentarios de Sanmartín sobre la técnica como arte de producción y mantenimiento de instrumentos, dice:"las máquinas sociales son producto de técnicas que no tienen nada que ver, esencialmente, con obras, instrumentos o máquinas en sentido estricto -aunque pueden involucrarlas-. Son técnicas de otro tipo. Se trata, en suma, de técnicas de organización social" (Sanmartín, 1990:23).

7 En la construcción de las pirámides: "albañiles y picapedreros eran hombres de oficio a los que se pagaba por su trabajo, y el transporte corría a cargo de campesinos que de este modo saldaban sus obligaciones con el estado. Las marcas en las piedras de cantera demuestran que existían planos de la obra y que cada bloque era señalado para que ocupara su debido lugar en la pirámide" (Kranzberg y Pursell,1981:51).

"La técnica de las herramientas no es más que un fragmento de biotécnica: el equipo total del hombre para la vida"(Mumford,1989:133).

Otra mirada es la técnica concebida a través de las máquinas, que considera relevante el desarrollo de ellas para la historia de la técnica. El concepto de "máquina" hace referencia abreviada a todo el complejo tecnológico, que incluye el conocimiento, las pericias y las artes derivadas de la industria o implicadas en la nueva técnica, además de, varias formas de herramientas, instrumentos, aparatos y obras así como máquinas propiamente dichas (Mumford,1971); podríamos decir que representa una mirada mecanicista de la actividad que sobrepasa los límites del objeto, "la distinción esencial entre una máquina y una herramienta reside en el grado de independencia, en el manejo de la habilidad y fuerza motriz del operador: la herramienta se presta por sí misma a la manipulación, la máquina a la acción automática [...] La diferencia entre las herramientas y las máquinas reside principalmente en el grado de automatismo que han alcanzado [...] Además, entre la herramienta y la máquina se sitúa otra clase de objeto, la máquina herramienta" (Mumford,1971:27).

Ésta idea permite concebir a la técnica como acoplamiento entre un conjunto de piezas que dan cuerpo al resultado final. Es cierto, que las máquinas incorporan nuevos elementos en la configuración de la estructura del sistema: herramienta, máquina, proceso, cadena de producción; e incorpora a su organización la gestión de la operación, pero no es menos cierto, que el intento de explicar la dimensión social a través de máquinas "no mecánicas", nos conduce a lo que Mumford (1971) denomina "el mito de la máquina"; la actividad técnica controlada con la precisión y efectividad de una máquina. Por ejemplo, en los primeros estudios de la Cibernética⁸, el matemático y filósofo Norbert Wiener (1894-1964) con sus estudios acerca de los problemas relacionados con el perfeccionamiento de la artillería antiaérea; incorporó nuevos mecanismos adicionales de control para asegurar el funcionamiento de las máquinas, el concepto de "feedback o retroalimentación". Las máquinas son analizadas a través de sus comportamientos, y se piensa que éstas son capaces de aprender. Los sistemas vivientes homologables a una máquina, aparecen caracterizados por su capacidad de exhibir procesos diferenciados, activados por determinados mensajes, los cuales sirven para crear y re-crear esos mismos sistemas. También, nos encontramos con definiciones de técnica, respaldadas por la idea de máquina, inadecuadas para los hechos que hoy experimentamos (Ellul,1989)⁹.

8 Cibernética, término acuñado por Wiener, que significa "la Ciencia del Control y de la Comunicación en el animal y en la máquina"; en una palabra es el arte de guiar, se le define también como una "Teoría de las Máquinas" pero que no estudia objetos sino modos de comportamientos, es por lo tanto esencialmente funcional y conductista.

9 Véase los desarrollos de Jacques Ellul en relación a los trabajos de: Mauss, "la técnica es un grupo de movimientos, de actos, generalmente, y en su mayor parte, manuales, organizados y tradicionales, que concurren para obtener un objetivo conocido, físico, químico u orgánico"; Fourastié, el progreso técnico es "el aumento del volumen de la producción obtenido mediante una cantidad fija de materia prima o de trabajo humano". Es decir, la técnica es únicamente la que provoca tal aumento de rendimiento; Vincet, "el progreso técnico es la variación relativa de la productividad global en un campo determinado entre dos épocas dadas"; H.D. Lasswell, "técnica como el conjunto de prácticas mediante las cuales se utilizan los recursos para la edificación de los valores".

Las afirmaciones de:

- Mumford: "la técnica se deriva del hombre entero, en su intercambio con cada parte del medio ambiente, utilizando todas las aptitudes que hay en él para sacar el máximo provecho de sus potenciales biológicos y ecológicos" (Mumford,1989:134).
- Ortega y Gasset: "hoy el hombre no vive ya en la naturaleza sino que está alojado en la sobrenaturaleza que ha creado con un nuevo día del Génesis: la técnica"(Ortega y Gasset,1992:14).

Cambian la frontera clásica del sistema que permite observar a la técnica. Asimismo, otras aseveraciones de Ortega y Gasset, como las siguientes:

- "La técnica es la reforma de la naturaleza"(Ortega y Gasset,1992:28).
- "La técnica es lo contrario de la adaptación del sujeto al medio, puesto que es la adaptación del medio al sujeto"(Ortega y Gasset,1992:31).
- "Un hombre sin técnica, es decir, sin reacción contra el medio, no es un hombre"(Ortega y Gasset,1992:32).

Son afirmaciones que ponen en el tapete de discusión la autonomía y neutralidad de la técnica, la idea de una entidad sujeta a su propia dinámica interna de desarrollo -eficiencia instrumental creciente-, ajena a cualquier tipo de intervención social.

La independencia del desarrollo de las técnicas se compromete al hallar diversos ejemplos que revelan un carácter local de un desarrollo en particular, como es el caso del hacha, el trineo, los puentes, la vela, etc. ya que su localización se debe a condiciones particulares del lugar. No obstante, también hay objetos que tienen un carácter universal, como el caso del arco, la lanza, el transporte en balanza, la balsa o la sandalia, pero dice Leroi-Gourhan "únicamente se inventa el torno de hilar o se imita del pueblo vecino si se está en la situación de utilizarlo; constatación trivial, pero que debe ser planteada en la base de toda construcción de evolución técnica" (Leroi-Gourhan,1988:289).

La imparcialidad de las técnicas se cuestiona por el hecho de constatar, por ejemplo, en el caso de la agricultura, las modificaciones surgidas en la vida del hombre y su entorno: el advenimiento de la agricultura motivó el establecimiento de los asentamientos más o menos permanentes y tendió a desplazar las anteriores formas de existencia nómadas, "el resultado fue la garantía, excepto en las épocas malas, de un excedente alimenticio mucho mayor que el que el ser humano como simple recolector o domesticador ocasional de animales, no pudo soñar jamás: el abastecimiento de alimentos que inició la revolución neolítica"(Derry y Williams,1986:74); "allí donde se implantó el método, la posibilidad de aprovechar los suelos más densos y productivos de los fondos fluviales motivó una extensa tala de bosques y la recuperación de zonas pantanosas con fines agrícolas, con lo que cambió la faz de la Europa septentrional" (Kranzberg y Pursell,1981:87).

Por consiguiente, la noción tradicional de la técnica debe ser revisada y reformulada; las preguntas fundamentales en materia de su desarrollo y regulación podrán contestarse sólo cuando estemos en condiciones de examinar el conjunto más amplio de lo que la técnica podría "hacer". Debemos

considerar en nuestra explicación el contexto, el entorno y los actores de manera conjunta para así ver los riesgos, costos, impactos, ventajas, desventajas y las modificaciones en la organización y el medio ambiente del ser humano.

Lo primero, consistirá en quitar el sesgo instrumental que conlleva la mirada tradicional. El mundo de la técnica no está aislado ni es autónomo: reacciona ante las fuerzas y los impulsos que emergen del medio ambiente y la sociedad. En éste punto, es preciso aceptar que la complejidad del mundo obliga al estudio integrado de los fenómenos difusos y problemáticos, y por lo tanto, a la aceptación de los actores involucrados, y con ellos sus particulares visiones de la problemática en cuestión.

Lo segundo, se orientará a establecer diferencias entre la técnica y la tecnología, como una estrategia para hacer frente a la actual diversidad del fenómeno tecnológico; posicionando el dominio de la técnica en un nivel de menor complejidad.

Digamos, que la tecnología encierra a la técnica y que ambas progresan, formando dos mundos separados pero relacionados: a veces convergentes, otras veces divergentes. Sin excluir que la práctica de una tecnología utilice una técnica, ambas complementadas en retroalimentación.

No obstante, podemos establecer algunas diferencias entre la técnica y la tecnología, en función de los métodos y medios utilizados para realizar las modificaciones en el entorno, que tienen relación con:

- El tipo de conocimiento¹⁰ utilizado.
- La metodología empleada.
- El alcance, riesgo e impacto de la práctica.
- El tipo de propagación.
- Los requerimientos de su implementación.
- Los avances, desventajas y ventajas, y
- Los cambios socio-culturales.

En otras palabras, la esfera de acción técnica es más reducida y se posiciona en un nivel de menor complejidad en relación a la tecnología; que responde, a través de la experiencia, a contextos y problemas particulares locales; su uso y propagación son de menor escala; y las distintas modificaciones e impactos que provoca en el entorno son diferentes en forma y grado.

La técnica se caracteriza por operaciones adquiridas por medio de aprendizaje y perfeccionamiento sin cesar a lo largo del tiempo producto de una amplia práctica (destreza, habilidad), de carácter artesanal no uniforme y con grandes poderes de adaptación y recuperación. , es decir, aquellos procesos que consisten en una determinada forma de producción, utilizada en una circunstancia dada, cuya efectividad es empírica, que no se ha inducido o deducido de conocimientos anteriores aplicando

10 El ser humano como observador de su realidad ha desarrollado, a lo largo de la historia muy diversos tipos de conocimiento, desde los más prácticos (el sentido común) a los más elaborados (la religión, la filosofía, el arte, etc.). Éstos le han servido como vías de aproximación al entendimiento de la realidad; mediante la descripción, la explicación, y la sistematización, pero uno de ellos, conocido como Ciencia, sin duda representa el paradigma actual del conocimiento, "el conocimiento científico"; conocimiento particularmente utilizado por la tecnología.

el método científico. Como también, la técnica vista como aquellas prácticas precientíficas, en principio escasamente o nada racionales, basadas en el conocimiento empírico de los hechos (Ortega y Gasset, 1992; Sanmartín,1990).

En el intento de diferenciar el “hacer de la técnica”, en alguna medida la identificación del hacer de la tecnología, se han definido, por ejemplo:

Técnica	Tecnología
Técnica del artesano, Ortega y Gasset	Técnica del técnico o ingeniero
Técnica democrática, Lewis Mumford	Técnica autoritaria
Acción técnica, Jacques Ellul	Fenómeno técnico

Al usar la palabra técnica de aquí en adelante, se hará referencia a: la técnica como aquellos procesos que consisten en una determinada forma de producción, utilizada en una circunstancia dada, cuya efectividad es empírica, es decir, no se ha inducido o deducido de conocimientos anteriores aplicando el método científico. Como también, la técnica vista como aquellas prácticas precientíficas, en principio escasamente o nada racionales, basadas en el conocimiento empírico de los hechos (Ortega y Gasset,1992;Sanmartín,1990).

TECNOLOGÍA COMO “FORMAS DE VIDA”

Langdon Winner, la tecnología como “formas de vida” (1987), Winner al igual que Pacey, rechazan la idea tradicional de la eficiencia tecnológica, apoyada en la idea de progreso surgida durante la era industrial. Cuestiona la efectividad de las máquinas, las técnicas y las sustancias químicas como únicos medios confiables para el mejoramiento de la condición humana. Resalta el rol de los objetos técnicos en la sociedad, según Winner, la tecnología es algo más que meras herramientas de “usar y tirar”, por el contrario, ella crea nuevos dominios y provoca nuevas condiciones, valoraciones y restricciones que se entremezclan con la estructura social; desde una perspectiva holística ésta puede ser contemplada como “formas de vida”, en la que los seres humanos y los objetos inanimados se encuentran interrelacionados.

Al parecer el reconocimiento del impacto que tiene la tecnología en la sociedad, no se ha percibido cabalmente por los distintos actores que conforman fenómeno, para Winner, uno de los errores de la civilización moderna ha sido entender y explicar la tecnología como si ésta fuera neutra, ignorando por completo las responsabilidades y complejidades de la transformación, llevándonos así al “sonambulismo tecnológico”.

“El interesante problema de nuestros tiempos es que caminamos dormidos voluntariamente a través del proceso de reconstrucción de las condiciones de la existencia humana” (1987:26).

Sobrepasar la frontera instrumental de la tecnología ampliando sus límites hasta incluir "su uso" nos lleva a percibir un nuevo rol para ella. Aquí, ésta no es un simple medio para las actividades humanas, sino que además configura dicha actividad y modifica su significado, por ejemplo, la introducción de una máquina de herramienta control numérico o un robot en el proceso de fabricación para la producción en serie, no sólo aumenta la productividad, sino que modifica radicalmente el proceso de fabricación, pueden haber cambios en el Lay-out y en la planta, como también se pueden generar nuevos requerimientos tanto de personal como de materias primas; se redefine el significado del trabajo en ese lugar.

De igual manera, la tecnología genera cambios en las negociaciones morales aceptadas en la sociedad, por ejemplo, la introducción del ordenador personal en las actividades escolares, ahora los problemas técnicos de la máquina (el ordenador) sirven de respuesta ante determinados incumplimientos, "no he podido imprimir el trabajo dada incompatibilidad del ordenador con la impresora", "no tenía el software adecuado", etc., como dice Winner en un caso similar, "mi alumno estaba pidiendo que reconociera un nuevo mundo de partes y elementos y que aceptará las prácticas y las expectativas adecuadas que tienen validez en ese mundo" (Winner,1987:23); con estos ejemplos se pueden apreciar las modificaciones introducidas por la tecnología en las relaciones del ambiente informático en la sociedad.

Las influencias de la tecnología en el entorno emergen a partir del momento en que se construye y posteriormente se pone en uso; desde su gestación se están produciendo alteraciones significativas en los patrones de la actividad humana y de las instituciones humanas. Se están creando nuevos mundos y por lo tanto su influencia no es un fenómeno "secundario", muy por el contrario, son las reformas y las adaptaciones un tema de principal atención. La tecnología se entremezcla con la estructura social, provoca la reconstrucción de roles y relaciones sociales; modifica la conducta para adaptarse a la forma y el proceso del cambio; genera nuevos modelos de actividad; y crea expectativas acerca de ella.

Es importante que nos preguntemos ¿qué clase de mundo estamos construyendo?, en la medida que "hacemos funcionar las cosas", cuestión fundamental para Winner.

A parte de prestar atención al proceso de fabricación (instrumentos y procesos físicos), debemos también detenernos en la creación de las condiciones psicológicas, sociales y políticas como parte de cualquier cambio tecnológico, a través de la creación tecnológica así como mediante otros medios, construimos un mundo para poder convivir el uno con el otro, "mucho más de lo que hemos reconocido en el pasado, debemos admitir nuestra responsabilidad por lo que estamos haciendo" (Winner,1987:34).

En este sentido delimitar el radio de acción de una potencial tecnología para así recrear los posibles futuros escenarios con el objetivo de analizar, evaluar y regular la situación pensando en las responsabilidades compartidas, la tarea es altamente compleja. Por un lado, tenemos la heterogeneidad de los grupos involucrados (actores relevantes), en los términos de que ellos no contribuyen ni participan al mismo nivel; no comparten el mismo grado de responsabilidad ni de

influencias; no disponen de la misma información; no tienen, necesariamente, los mismos objetivos; y se identifican con diferentes sectores dentro de la sociedad. Y por el otro, está el problema de la certeza de la predicción o el pronóstico de los impactos, por ejemplo, el papel que juega la televisión en la actual sociedad; resultaba impredecible su impacto en el hogar, la televisión como niñera y compañera universal. No obstante, si el tema de la predicción de los impactos, los riesgos y los costos generales de una determinada tecnología es difícil de abordar dada diversidad de posibilidades que se pueden adoptar, las nuevas posibilidades tecnológicas, en el área de la biología, más específicamente en las posibilidades de alterar la biología humana por medio de la ingeniería genética, en conjunto con la fundación de establecimientos permanentes en el espacio exterior, son dos potenciales desarrollos que "ponen en tela de juicio lo que significa ser humano y qué constituye <<la condición humana>>"(Winner,1987:29).

"Las cuestiones de este tipo representan un importante desafío hacia todas las disciplinas en las ciencias sociales y las humanidades. De hecho, existen gran cantidad de historiadores, antropólogos, sociólogos, psicólogos y artistas cuyo trabajo ilumina diversas dimensiones humanas de la tecnología descuidadas por mucho tiempo. Incluso ingenieros y otros profesionales técnicos tienen mucho que ofrecer aquí cuando hallan coraje suficiente para ir más allá de las categorías intransigentes de su capacitación" (Winner,1987:34).

Acerca de las condiciones políticas¹¹ de las tecnologías, Winner refuerza la vinculación, afirma que los artefactos pueden contener propiedades políticas: primero, las condiciones en las cuales la invención, el diseño o las modificaciones de un dispositivo o sistema técnico se perciben y convierten en una manera de resolver un tema en los asuntos de la comunidad; tienen estrecha relación con la planificación municipal y las obras públicas (la construcción en general) de la ciudad, por ejemplo, existen muchos casos de disposiciones físicas con propósitos políticos explícitos o implícitos, uno es el de los puentes en Long Island, de tres metros de altura que favorecían el acceso a los automóviles y obstaculizaban el paso a los autobuses de cuatro metros de altura a determinados sectores dentro de la ciudad; estas construcciones permitieron controlar el acceso de las minorías raciales y de los grupos de escasos recursos al parque público de Jones Beach¹². Segundo, la denominación de "tecnologías

11 "<<Políticas>> como disposiciones de poder y autoridad en asociaciones humanas así también como actividades que tienen lugar dentro de esas disposiciones [...] aquí el término <<tecnología>> abarca todo artefacto práctico moderno; sin embargo, para evitar confusiones prefiero hablar de <<tecnologías>> en plural" (Winner,1987:38).

12 Alrededor de doscientos pasos superiores bajos en Long Island están allí por una razón. Fueron diseñados y construidos a propósito de esa manera por alguien que quería lograr un efecto social particular. Robert Moses, maestro constructor [...] de acuerdo con la evidencia proporcionada por el biógrafo de Moses, Robert A. Caro, las razones reflejan la inclinación clasista y el prejuicio racial de Moses. Los blancos poseedores de automóviles pertenecientes a la clase "alta" y "media acomodada", como él las llamaba, serían libres de utilizar los paseos para la recreación y el tránsito. En cambio, la gente pobre y los negros, quienes por lo general están obligados al transporte público, eran alejados de las calles debido a que los autobuses de cuatro metros de alto no podían atravesar los pasos [...]

Pueden señalarse las anchas vías públicas parisense del barón Haussmann, diseñadas bajo la dirección de Luis Napoleón para prevenir cualquier pelea callejera de las que se producían durante la revolución de 1848. O se pueden visitar cualquier cantidad de grotescas construcciones de hormigón y enormes plazas

inherentemente políticas", son un ejemplo de sistemas hechos por el ser humano que parecen necesitar o ser fuertemente compatibles con un tipo particular de relaciones políticas, en el entendido que la adopción de un particular sistema técnico, conlleva a condiciones específicas en las relaciones humanas que tienen un tinte político característico: centralizado y no centralizado; igualitario y no igualitario, represivo o liberador. Aquí existen varias versiones al respecto, una sostiene que la adopción de un sistema técnico para su eficiencia requiere la creación y el mantenimiento de un conjunto especial de condiciones sociales como medio de operar de dicho sistema; y otra, menos desarrollada, sostiene que una determinada clase de tecnología no requiere en forma estricta, pero es muy compatible con un estilo particular de relaciones sociales y políticas. Para Winner "es muy posible que un barco en el mar requiera, como insistían Platón y Engels, un solo capitán y una tripulación obediente. Pero un barco fuera de servicio, anclado en el puerto, sólo necesita un vigilante. Entender qué tecnologías y qué contextos son importantes para nosotros, y por qué, es una tarea que debe abarcar tanto el estudio de sistemas técnicos específicos y su historia, como una minuciosa comprensión de los conceptos y controversias de la teoría política" (Winner, 1987:56).

Winner sugiere un proceso de cambio tecnológico disciplinado por la sabiduría política de la democracia¹³. En definitiva, debemos preocuparnos por la forma futura de nuestra sociedad, planteamos ¿cuál podría ser nuestro papel en la creación de ese futuro?, y ¿qué nuevas formas de identidad humana, orden político, comunidad y participación ciudadana surgen de la innovación tecnológica?.

Por tanto, debemos prestar atención al estudio de esos nuevos escenarios, debemos prestar especial atención a las nuevas negociaciones morales, condiciones psicológicas, sociales y políticas de cualquier cambio tecnológico. La visión crítica de Winner pone en el tapete de discusión el rol de los seres humanos en el proceso de construcción de nuestras formas de vida, nos da un delineamiento frente a los problemas presentados con la tecnología y la sociedad, y principalmente propone trabajar con grupos interdisciplinarios para enfrentar la complejidad.

TECNOLOGÍA COMO "ACTIVIDAD SOCIAL" (Y ASUNTO CÍVICO)

La motivación general para entender la tecnología como actividad humana, profundamente influido por lo social, y su gestión como un asunto que afecta y concierne intrínsecamente a toda la sociedad.

construidas en las ciudades universitarias de los Estados Unidos hacia fines de la década de 1960 y principios de 1970 para reprimir las demostraciones estudiantiles (Winner, 1987:39-40).

13 "Serían necesarias cualidades de sensatez en el pueblo que muy rara vez han sido aplicadas al juicio de asuntos instrumentales/ funcionales. Es de suponer que los resultados obtenidos a veces sean muy diferentes de los recomendados por las reglas de eficiencia técnica y económica. Otras normas sociales y políticas, articuladas por un proceso democrático, adquirirían renovada prominencia" (Winner, 1987:73).

La tecnología se define en el marco como *práctica social* en el sentido más amplio. De una tecnología se pueden derivar aplicaciones concretas (producto, sistema técnico, etc.), pero el término se entiende que incluye todas las aplicaciones concretas.

La *tecnología como actividad social* significa entonces que:

1. No es posible distinguir claramente "la tecnología" y "la sociedad" y sus que-haceres. Existe una influencia mutua y un entrelazamiento inseparable entre aspectos tecnológicos y sociales;
2. Toda la sociedad, todas las personas como ciudadanos, pero también las organizaciones sociales de todo tipo están de algún modo afectados por lo tecnológico, pero la tecnología a su vez se ve fuertemente influida por lo social;
3. El diseño de la tecnología es principalmente abierto y libre. Existen limitaciones por principio, p.e. desde la física, pero dentro de este marco la tecnología se puede (al menos en teoría) modelar y confeccionar de forma discrecional. Eso implica, por ejemplo, que normalmente existen varias alternativas entre los que escoger;
4. No existe nada intrínseco especial en la tecnología que justifique una segregación completa de la toma de decisiones sobre tecnología en la sociedad actual de la toma de decisiones sobre otros asuntos. Cualquier modo aceptado en una sociedad de tomar decisiones sobre cualquier asunto valdría en principio también para la toma de decisiones en tecnología.

Ver la tecnología como actividad social significa rechazar la visión de la tecnología autónoma, universal y neutral (en su uso y aplicabilidad). Visión que ha dominado la manera de entender la tecnología, no obstante, dicho enfoque ha sido criticado desde diversos ángulos en las pasadas décadas desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología.

La tecnología se despliega como una totalidad compleja, en una actividad que integra múltiples elementos y aspectos constituyendo un espacio difuso. En donde el carácter sistémico de la tecnología comprende no sólo los aspectos científicos-técnicos, sino también los aspectos sociales, organizacionales, económicos, ecológicos, jurídicos, etc. de la misma.

TECNOLOGÍA COMO UNA "PRÁCTICA TECNOLÓGICA"

Arnold Pacey (1990), el concepto de "*práctica tecnológica*". Pacey desde una perspectiva holística observa los diversos significados y complejidades de la tecnología y distingue un sentido general de uno particular para definirla, haciendo una clara diferencia entre sus niveles de significación. Hecho que lo ejemplifica con el caso de "la medicina": cuando se habla de la "práctica médica" se hace referencia a la organización indispensable en la utilización del conocimiento y las habilidades médicas en el tratamiento de los pacientes, en general, la actividad de la medicina en su conjunto, su organización y sus aspectos culturales (la vocación de los médicos, sus satisfacciones y valores personales y el código ético de su profesión). Y al hablar de la "ciencia médica" se hace referencia a la

mayor parte del conocimiento básico técnico, extensamente aplicable y relativamente independiente de las culturas locales.

Es así, que la "práctica médica" se ve como un término general, un concepto amplio e inclusivo y la "ciencia médica" se utiliza para referirse a aspectos estrictamente técnicos de la materia, a las bases del conocimiento técnico. Ahora bien, ésta separación permite que la práctica médica difiera sustancialmente de un país a otro, no así la ciencia médica que se basa en las técnicas y los conocimientos fundamentales.

"Mi sugerencia es que entenderíamos con mayor claridad estas cosas si el concepto de práctica se utilizara en todas las ramas de la tecnología de la misma manera en que tradicionalmente se ha usado en la medicina. De este modo, capaces de observar los aspectos de la tecnología que están ligados a los valores culturales y los que, en cierto sentido, son independientes de ellos. Así, estaríamos en condiciones de apreciar a la tecnología como una actividad humana y como parte de la vida. La consideraríamos como algo que implica no sólo máquinas, técnicas y conocimiento rigurosamente precisos, sino también patrones de organización característicos y valores ambiguos" (Pacey,1990:17).

En este sentido, la tecnología tiene dos significados claramente definidos

- (1) El general que comprende la interrelación entre los aspectos organizaciones, culturales y técnicos de la práctica tecnológica.
- (2) El particular que se delimita por el aspecto técnico en cuestión.

La práctica tecnológica, en estos términos, se representa por el área de relaciones del triángulo que forman estos tres aspectos representando la aplicación del conocimiento científico u organizado a las tareas prácticas por medio de sistemas ordenados que incluyen a las personas, las organizaciones, los organismos vivos y las máquinas.

Dichos aspectos son percibidos y declarados por los diferentes observadores del sistema (actores relevantes):

- (a) El aspecto organizacional, vinculado a las actividades de los ingenieros, diseñadores, técnicos y trabajadores de la producción en relación con las facetas de administración, gestión, políticas públicas, etc.
- (b) El aspecto técnico, que tiene relación con las máquinas, las técnicas, el conocimiento y con la actividad esencial de hacer funcionar las cosas.
- (c) El aspecto cultural o ideológico de la práctica tecnológica, representa los valores que influyen en la creatividad de los diseñadores e inventores junto con las diversas creencias y hábitos de pensamiento característicos de la actividad técnica y científica.

Pacey propone ampliar aun más esta definición, en función de características específicas de algunas ramas de la tecnología, como es caso de tecnologías que poseen procesos que dependen de

organismos vivos, por ejemplo, fermentación de la cerveza, las biotecnologías, etc.; incorporando al sistema un componente orgánico: "la tecnología-práctica viene a ser la aplicación del conocimiento científico u organizado a las tareas prácticas por medio de sistemas ordenados que incluyen a las personas, las organizaciones, los organismos vivientes y las máquinas" (Pacey,1990:21).

La distinción de un nivel superior de complejidad que representa la práctica tecnológica, como ese dominio que sobrepasa la acción instrumental y técnica propiamente tal, se debe a la importancia de considerar los aspectos de la operación, la administración, el mantenimiento y la utilización en la búsqueda de soluciones. Ya que no se puede esperar que una solución técnica resuelva todos nuestros problemas: "abrigar la esperanza de una solución técnica para cualquiera de ellos, que no incluya medidas culturales y sociales, es moverse en un terreno ilusorio" (Pacey,1990:25). Se refuerza la necesidad de integración de los diferentes aspectos y niveles de la tecnología, pensando en una actividad que hace uso de conocimientos básicos necesarios y se contextualiza al entrar en relación con el ser humano y su entorno, adaptándose y configurándose en él.

Pacey contrapuntea las opiniones que se enmarcan dentro del determinismo tecnológico¹⁴, en sus argumentaciones rechaza la idea de los avances como desarrollos suaves, estables, continuos y ascendentes que arrastran tras de sí a la sociedad humana, pensando que muchos problemas sociales son creados por la "laguna cultural" que emergen cuando las normas e instituciones sociales no pueden adaptarse a los últimos desarrollos tecnológicos, *"es un mito que una laguna cultural se dé en cada comunidad cuando la gente desarrolla su tecnología progresiva"* (Pacey,1990:50).

En este marco, se reconocen mutuas influencias entre sociedad y la tecnología y sin desvalorar el aspecto tecnológico, se apoya en la creencia que previo al desarrollo de una tecnología, antes debió nacer la estructura organizacional que la soporta y la requiere.

La invención tecnológica es una actividad social, muy afectada por las necesidades sociales, por las exigencias económicas, por el nivel de la tecnología en un momento dado y, por las circunstancias psicológicas y socioculturales. Se desplaza la idea de progreso tecnológico como un avance suave y continuo por la idea de oleadas de innovación.

Las personas involucradas en la configuración de una tecnología, son representadas en la práctica tecnológica mediante su participación, en dos ámbitos de involucramiento diferentes: la esfera de acción del usuario(a) y la esfera de acción del experto(a) donde cada esfera, se caracteriza por las comunidades, las agrupaciones, las organizaciones e instituciones que la forman; y está condicionada por los conocimientos, las actividades, los valores y las creencias que la sustentan.

La contextualización de la tecnología no es neutral, no obstante, siempre y cuando hablemos de la construcción elemental de una máquina y los principios básicos implicados en su funcionamiento, podríamos hablar de neutralidad. Sin embargo, si consideramos la trama de actividades humanas que

14 Determinismo Tecnológico, visión que interpreta a los ingenieros, pone énfasis en la capacidad de autogestión de la tecnología y supone que su desarrollo es independiente del contexto social empero afecta a la sociedad. Sociedad que no logra influenciar ni alterar el camino tecnológico; desde esta óptica la tecnología se presenta como "positiva" cuando beneficia a la sociedad y por consiguiente no hay que oponerse a ella; y "negativa" cuando perjudica a la sociedad entonces hay que acabar con ella.

rodea a la máquina e incluimos los usos prácticos, la tecnología es considerada como parte de la vida y no como una cosa que puede colocarse en un compartimiento separado.

Ejemplo es el trineo de nieve motorizado, ya sea que se utilice en el pastoreo para los rebaños de remos o para fines recreativos, en deportes o para obtener el sustento; la máquina es la misma, los principios de ingeniería implicados son válidos universalmente, sean lapones, esquimales, cazadores indios, deportistas, vacacionistas o técnicos quienes los pongan en práctica. No obstante, para los esquimales que utilizan el trineo en largas expediciones en el Ártico, la situación se modifica en relación con el trineo tradicional: (a) en el trineo jalado por perros, la provisión de combustible la obtienen en ruta, al cazar el alimento para sus perros, (b) en el trineo de motor, deben aprovisionarse con gran cantidad de combustible y herramientas que deben ser capaces de usar ellos mismos en las reparaciones, siendo necesario llevar unos cuantos perros consigo en el caso de que el trineo deje de funcionar; el vehículo diseñado para viajes de placer en los centros turísticos bien equipados, plantea una serie de problemas de servicio cuando es utilizado en el trabajo pesado en áreas remotas. Hay varias historias acerca de esquimales, que han modificado sus trineos motorizados con el fin de adaptarlos para el uso local, es decir, para que tenga alguna utilidad el trineo de nieve motorizado debe adaptarse al patrón de actividad que corresponda a un estilo de vida y al conjunto de valores particulares del grupo.

Reflexión "la idea de práctica tecnológica" contradice las opiniones que se enmarcan dentro del determinismo tecnológico, en sus argumentaciones rechaza la idea¹⁵ de los avances como desarrollos suaves, estables, continuos y ascendentes que arrastran tras de sí a la sociedad humana, pensando que muchos problemas sociales son creados por la "laguna cultural" que emergen cuando las normas e instituciones sociales no pueden adaptarse a los últimos desarrollos tecnológicos; "es un mito que una laguna cultural se dé en cada comunidad cuando la gente desarrolla su tecnología progresiva" (Pacey,1990:50).

"Es posible voltear de cabeza la historia convencional de casi cualquier invento, y en vez de mostrar cómo los desarrollos tecnológicos crecieron uno sobre otro, influyendo en el cambio social, podemos exhibir la forma en que el desarrollo organizativo provocó una nueva tecnología. Tal y como se ha dicho, en lugar de afirmar que la máquina de vapor de James Watt provocó la revolución industrial, es posible argumentar que el desarrollo anterior de la organización de la fábrica le dio a Watt la inmejorable oportunidad de perfeccionar sus inventos" (Pacey,1990:49).

15 Esta idea del avance tecnológico concebido como la parte más importante del progreso, es ampliamente sustentada. Constituye lo que algunos han dado por llamar un "misticismo por la máquina". De este modo, nos vemos a nosotros mismos como seres de la era de la computadora o la era nuclear, la cual a sobrepasado a la era de vapor del siglo XIX. Cada era es concebida de acuerdo con los términos de su tecnología dominante, y se extiende hasta los orígenes de la historia del hombre. Aquí, nosotros pensamos en el desarrollo del paso de la Edad de Piedra a la Edad del Bronce, y en la aparición posterior de la Edad del Hierro, como una progresión técnica lógica que trae consigo la evolución social; y pensamos que cada era en términos del efecto de la técnica sobre los asuntos humanos; rara vez la consideramos a la inversa (Pacey,1990:47-48).

Para Pacey es fundamental reconocer mutuas influencias entre las potencialidades organizacionales y los avances tecnológicos. Sin sobrevalorar el aspecto tecnológico, se apoya en la creencia que previo al desarrollo de una tecnología, antes debió nacer la estructura organizacional que la soporta y la requiere. Aquí, la innovación no es simplemente el resultado de la lógica racional, esta implica propósito e intención y refleja la conciencia de la posibilidad y de la oportunidad económica donde usualmente los movimientos innovadores no están restringidos a los campos especializados.

"La innovación puede entonces ser vista como el resultado de un ciclo de ajustes mutuos entre factores sociales, culturales y técnicos. El ciclo puede empezar con una idea técnica o con un cambio radical en la organización, pero de cualquier forma, habrá una interacción con los otros factores al madurar la innovación"(Pacey,1990:49).

Mapa general de la práctica tecnológica

Los usuarios son todos aquellos fuera de la industria que operan con equipos, consumen energía, alimentos, agua, y utilizan los servicios. La esfera del usuario indica el alcance básico de la organización y la experiencia de los usuarios; se indica cierta transposición con la esfera del experto.

El quehacer tecnológico se desarrolla en dos niveles recursivos de complejidad, uno de menor complejidad que encierra el "sustrato de conocimiento, técnica y principios subyacente de ingeniería, de validez universal capaz de aplicarse en cualquier parte del mundo" y otro de mayor complejidad que engloba los "aspectos de la tecnología que están ligados a los valores culturales y los que, en cierto sentido, son independientes de ellos".

Ambos, conforman un sistema con dos niveles de recursividad; dos dominios de acción altamente complementarios, determinando y configurando las relaciones dentro del sistema, en función de los aspectos:

Culturales:

Los "valores culturales que tiene una comunidad para significar una actividad tecnológica particular".

- Los objetivos, los valores y los códigos éticos.
- La creencia en el progreso.
- La conciencia y la creatividad.

Técnicos:

El "sustrato de conocimiento, técnica y principios subyacentes de ingeniería, de validez universal capaz de aplicarse en cualquier parte del mundo".

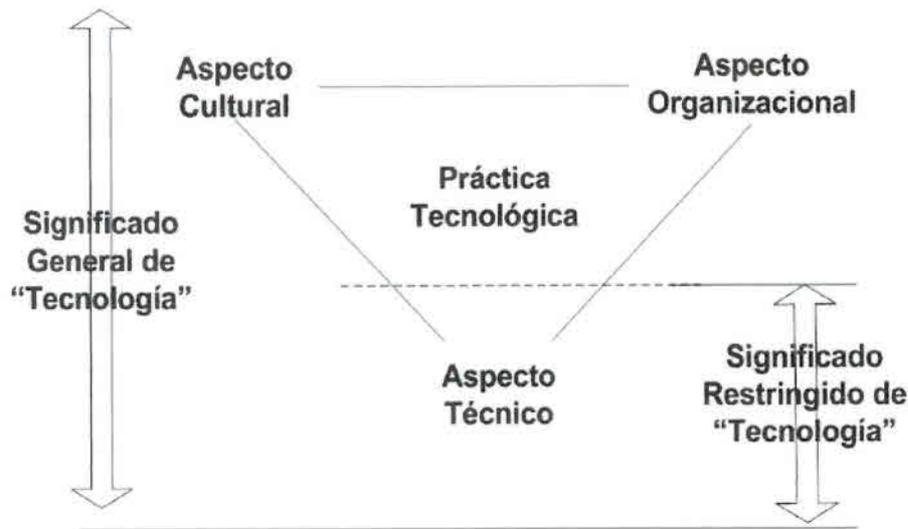
- El conocimiento, la destreza y la técnica.
- Las herramientas, las máquinas, los elementos químicos.

- El personal, los recursos y los desechos.

Organizacionales:

Los “tipos y modos de organización e institucionalización social de una comunidad vinculados a una actividad tecnológica particular”.

- La actividad económica e industrial.
- La actividad profesional.
- Los usuarios, los consumidores y los sindicatos.



Ese grado de complementariedad entre ambas esferas, dice relación con el reconocimiento de la existencia conjunta, su clausura organizacional. No obstante, en la práctica se observa que los expertos tienen tendencia a considerar solamente aquellas áreas que conocen en detalle y tienen un interés técnico directo, reduciendo la práctica a una "esfera del experto" abandonando una perspectiva completamente diferente, la que desconocen, la del usuario. En el caso de los usuarios, éstos no se han sentido plenamente vinculados a la problemática en cuestión, es así, que si la gente común se implicara activamente en la planeación, el diseño, la formulación de políticas y en áreas que con frecuencia han sido de incumbencia exclusiva del profesional; la explicación y regulación del fenómeno tecnológico resultaría más adecuada.



Pacey, pone énfasis en la participación de los usuarios y el cambio de los expertos; para iniciar los cambios, es necesario la cooperación entre los intereses del usuario y del experto.

"La práctica tecnológica de la tecnología, si se considera adecuadamente debe abarcar ambas áreas; tal vez entonces podamos darnos cuenta que la cuestión de la verdadera alta tecnología es ésta. En otras palabras, cuando la tecnología es efectiva se debe a que se ha prestado atención tanto al mantenimiento y el uso del equipo, al conocimiento y la experiencia de los usuarios, trabajadores o pacientes, a los valores sociales y personales, a la regulación gubernamental de la industria orientada a la protección de la salud social, como responsabilidad de los individuos por su propia salud" (Pacey,1990:88).

¿QUÉ LÍMITES SE PUEDEN CONCEDER A LA TECNOLOGÍA?

Considerando que la tecnología tiene un carácter sistémico, es decir, podemos entender la tecnología y cualquier sistema técnico como sistemas complejos, compuestos por componentes de diferentes tipos a varios niveles, interconectados entre sí, influyéndose mutuamente, y sosteniéndose en redes sociales. Este carácter sistémico comprende no sólo los aspectos científicos-técnicos, sino también los aspectos sociales, organizacionales, económicos, ecológicos, jurídicos, etc. ¿qué límites se pueden conceder a la tecnología?.

De acuerdo a lo propuesto en el libro *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la Prehistoria a 1900*, "limitar la definición de la tecnología a aquellas cosas que caracterizan a la tecnología de nuestro tiempo, como por ejemplo la maquinaria y los primeros móviles, sería violentar a todo lo que hubo antes. De hecho, cabe incluso considerar a la magia como tecnología, ya que con ella el ser humano primitivo trató de controlar, o por lo menos influenciar a su entorno, lo que no deja de ser un objetivo perfectamente propio de toda tecnología" (Kranzberg y Pursell,1981:13-14); implica para un grupo importante de historiadores realzar la importancia de las primeras actividades del ser

humano pero a su vez reduce a un mismo significado la "técnica" y la "tecnología", situación igualmente violenta si consideramos los contextos y las significativas diferencias entre las primeras técnicas usadas por el ser humano y las actuales tecnologías, por ejemplo, los primeros utensilios de piedra, martillos, hachas y azuelas; utilizados para machacar, cortar, vaciar, aserrar, raspar, etc., comparados con una máquina de herramienta de control numérico podrían compartir en alguna medida las "transformaciones básicas" hechas sobre un determinado material. Sin embargo, el rol de la persona, el método e impacto, al igual que la estructura y organización de la actividad, son completamente diferentes.

La tecnología, sin duda alguna, ha sido un componente importante en el quehacer de la sociedad, del amplio espectro de estudios en el tema, se puede observar en el dominio de la historia su presencia permanente; en la economía su relativa incorporación a partir de la Escuela Clásica; en la filosofía su reflexión sistemática con la primera crítica romántica de Jean J. Rousseau; la formación tardía de la filosofía de la tecnología y finalmente en la sociología su reciente preocupación por la relación tecnología-sociedad.

Por largo tiempo, la historia ha descrito y estudiado los artefactos y los instrumentos, la economía ha incorporado el aspecto tecnológico como una variable en la función de producción y, la filosofía la ha considerado parte de un discurso más amplio de reflexión.

En la historia de la tecnología se ha utilizado indistintamente el término técnica y tecnología para referirse a los primeros artefactos creados por el ser humano y a las actuales configuraciones tecnológicas. Desde una óptica instrumental, las descripciones de los artefactos, las herramientas y las máquinas han sido la explicación de la tecnología. No obstante, diferentes autores señalan que el período denominado como Revolución Industrial es fundamental para entender la emergencia de sus actuales características.

Es cierto que la complejidad de las modernas tecnologías es infinitamente mayor que las del pasado pero no es menos cierto que el palo de arar y el arco con su flecha representaron la técnica más avanzada de una era anterior¹⁶. Sin embargo, las actuales características de la tecnología se ven con mayor claridad a partir de la Revolución Industrial.

La Revolución Industrial, comprendida entre los años 1750-1830, representa el punto de arranque del desarrollo tecnológico, empero no se puede desconocer la importancia de los años anteriores, ya que el período 1600-1750, es considerado como los 150 años de antecedentes y preparación. De igual manera, los años posteriores 1830-1900, representan la Era del Vapor y del Hierro, resultado de la Revolución Industrial.

¹⁶ Iguales diferencias se pueden establecer en la Antigüedad Clásica, "a pesar de los grandes logros de la Antigüedad clásica en filosofía, arte, literatura, teatro, religión y ciencia, hubo en ella pocos avances importantes o sorprendentes en los medios técnicos que el hombre tenía entonces a su disposición. Hubo desde luego, algunas innovaciones, pero las grandes hazañas de los romanos en ingeniería, por ejemplo, fueron debidas más bien a una superior organización y movilización de medios tecnológicos que a innovaciones en dispositivos mecánicos o cambios en las fuentes energéticas, los materiales y otros requisitos tecnológicos" (Kranzberg y Puersell, 1981:821).

La Revolución Industrial significó la gran expansión de la tecnología y dio paso a un conjunto de suposiciones entorno a ella, fundamentalmente a la creencia que "la ciencia se traduce en tecnología, la tecnología modifica a la industria, y la industria regula el mercado para producir un beneficio social". En el período comprendido entre los años 1830-1890 (etapa de prosperidad) diferentes acontecimientos ponen de manifiesto los logros de la tecnología y consolidan su vinculación con el progreso, por ejemplo, la primera Exposición Mundial Industrial, realizada en 1851 en el Palacio de Cristal de Hyde Park de Inglaterra significó un verdadero canto al triunfo del progreso. El acontecimiento fue el inicio de la victoria para el libre comercio, la libre empresa, los inventos y el progreso.

Años más tarde, otro ejemplo, el anuncio para la Corporación de Tecnologías Unidas de Estados Unidos, dice: "éticamente la tecnología es neutral, no hay nada bueno ni malo inherentemente a ella. Es simplemente un instrumento, un sirviente para ser refinado, dirigido y desplegado por gente para cualquier propósito que quieran conseguir" (Staudenmaier,1989:279).

"Entre 1870 y 1880 la idea de progreso se convirtió en un artículo de fé para la humanidad. Ésta se mueve, independientemente de ella misma en una dirección determinada" (Bury,1971:309).

En definitiva estas afirmaciones ejemplifican el discurso contemporáneo acerca de la tecnología como una herramienta neutral fácilmente manipulable para el uso humano.

Fueron tiempos de esperanzas por un futuro mejor, que dieron su voto de confianza al progreso, se tenía el convencimiento que el mundo progresaba por la acumulación continua de cambios positivos. No obstante, es la experiencia del progreso la que lleva a creer en él, mientras que son sus consecuencias negativas y estancamiento las que conllevan a su crítica.

Posteriormente, la década de los sesenta y setenta se caracterizó por el cuestionamiento de estas creencias. La fé en el progreso de la mano de la tecnología, pierde fuerza y confianza.

Fue así, que distintos sucesos ocurridos en los Estados Unidos marcaron la pauta de dicho período, dando origen a la controversia acerca de la neutralidad de la tecnología y a la crítica de la idea de progreso. El surgimiento de la Gran Ciencia (Big Science); la emergencia de una conciencia crítica respecto de la tecnología y sus consecuencias; la necesidad de crear instituciones y formar expertos en los temas de la política científico-tecnológica y la evaluación de tecnologías y; las nuevas investigaciones que cuestionan la imagen tradicional de la ciencia y la tecnología. Son hechos, sin duda, directamente relacionados con el proceso de cambio de la época (Luján y Sanmartín,1992; Mitcham,1990).

Otro aspecto en la historia de la tecnología, es la forma de contar o explicar los hechos, los discursos en torno al progreso y la tecnología se han concentrado en Europa y ahora se centran en los Estados Unidos. Los historiadores, en su mayoría, han construido una historia de la ciencia que va en línea recta desde la racionalidad de los griegos hasta la actualidad, pasando por la "revolución científica" de la Edad Moderna, por su parte, los historiadores norteamericanos de las últimas décadas, a excepción de algunos autores, han prestado muy poca atención a la tecnología que no es occidental o a las

perspectivas ideológicas no occidentales, sobre el tema de la tecnología y la transferencia tecnológica. No obstante, desde otros dominios de explicación, como la economía y la administración, se han considerado las experiencias de otros países, en particular, el caso de Japón.

"Los Estados Unidos y Europa por mucho tiempo han sido el campo favorito en las investigaciones, casi ningún artículo en tecnología y cultura dentro de estas tres últimas décadas ha manejado detalles de naciones no occidentales. Los últimos diez libros que han ganado el premio Dexter se han enfocado en los sujetos o en temas de la historia de Estados Unidos"(Staudenmaier,1990:724).

Sin embargo, los historiadores de la tecnología, cualquiera sea su perspectiva, concuerdan en una cosa que en la sociedad Occidental del Siglo XX sus miembros se enfrentan a difíciles decisiones en el momento de asignar recursos entre los estilos tecnológicos competentes. Al verificar que cada tecnología es sujeto de análisis e interpretación, que está diseñada por los seres humanos y que tiene una historia humana.

La tecnología se define de forma global, de tal manera, que sus límites incluyen elementos materiales, conocimientos y experiencia: "un conjunto de elementos de conocimiento, directamente "práctico" y "teórico", know-how, métodos, procedimientos, experiencia de aciertos y errores y, por supuesto, aparatos físicos y equipos" (Dosi,1984:14). La tecnología no es únicamente instrumentos, no se puede pensar que se trata de información fácilmente transmisible, imparcial, neutral, inmediatamente aplicable y no apropiable. Por el contrario, incluye una gama de componentes inmateriales difíciles de captar con precisión e incluso de codificar, adquiridos por las personas y las organizaciones en el proceso de materialización (conocimientos tácitos y específicos): "la parte "desincorporada" de la tecnología consiste en la habilidad y experiencia de intentos pasados y de pasadas soluciones tecnológicas; junto al conocimiento y los logros actuales [...] e incluso incorpora la percepción de un conjunto limitado de alternativas tecnológicas posibles y de sus desarrollos futuros" (Dosi,1984:14), es decir, la empresa se retroalimenta de su comportamiento, no explora en un stock de conocimiento libre (independiente) sino que su proceso de búsqueda es un proceso de mejora y de diversificación a partir de su propia base de conocimiento, de tal forma que sus posibilidades dependen de sus acciones pasadas; se aprende de la experiencia.

La tecnología incluye, además, los mecanismos de búsqueda y aprendizaje con los que cuenta la empresa para mejorar la eficiencia productiva y el desarrollo de nuevos productos y métodos de producción.

Se puede afirmar que la tecnología tiene un alcance más amplio que la técnica y que esta última constituye uno de los componentes esenciales de la tecnología.

Con respecto a esto, la afirmación que hace Sanmartín refuerza la distinción entre la técnica y la tecnología, "llamaré <<tecnología>>, precisamente, a los entramados científicos constituidos por las

*interacciones entre teorías y técnicas a este nivel*¹⁷. Y hablo de <<interacciones>> porque lo que suele suceder es que una teoría se ofrezca como elucidación o aclaración de las causas que han operado - sin saberse- en la producción de ciertos eventos, que el ser humano ha canalizado (cuando ha podido) desde fuera de los mismos. Pero, luego, las propias técnicas, ya teorizadas, suelen influir en la rigorización y ampliación del marco teórico en sentido estricto, posibilitando -a su vez- nuevas aplicaciones" (Sanmartín,1987:28).

Sin dejar de atender a la complejidad e impacto de la técnica, suponiendo que no podemos hablar de la tecnología de una manera aislada de su contexto, utilizar la difusa frontera de la Revolución Industrial nos permite reconocer la "tecnología", con características diferentes, que emerge por la convergencia específica de factores sociales, culturales y económicos, que favorecen al ritmo acelerado del desarrollo tecnológico. En el entendido que, las transformaciones tecnológicas ocurren en estrecha relación con un determinado ambiente socioeconómico y cultural, no existen como dos mundos aislados, la tecnología, por un lado, y lo social, por el otro.

Si damos una mirada a la evolución, por ejemplo, la capacidad del ser humano para viajar a mayores velocidades, hasta hace más de cien años atrás, las mayores velocidades que el ser humano podía alcanzar (sin contar la caída libre) se producían cuando galopaba montado en un caballo. Hoy sin embargo, estas velocidades se han multiplicado decenas de veces, al igual que las velocidades y capacidades de transmitir información, procesar datos, transportar personas, producir, sanar y matar.

La tecnología ha sido uno de los determinantes principales en el desarrollo de la civilización occidental, sin embargo, sólo en los últimos tiempos hemos asistido al reconocimiento de este hecho.

"Los libros de texto sobre la historia general excluyen casi por completo el factor tecnológico, o bien, cuando lo tratan lo hacen generalmente en forma de un capítulo de la Revolución Industrial centrado en el impacto económico y social, sin ningún intento serio encaminado a explicar o comprender la relación mutua entre los factores tecnológicos y los factores sociales y económicos. Las historias de la tecnología *per se* adolecen del efecto contrario, es decir, sólo enfocan la historia "interna" de la tecnología y omiten las interrelaciones culturales, económicas, sociales y otras de la tecnología" (Kranzberg y Pursell,1981:6).

Resumiendo, la tecnología simboliza una gran complejidad, y cualquier intento por definirla debería considerar que:

- La tecnología tiene relación con la ciencia, con la técnica y con la sociedad.
- La tecnología integra elementos materiales (herramientas, máquinas, equipos, etc.) e inmateriales (saber hacer, conocimientos, información, organización, comunicaciones y relaciones interpersonales).
- La tecnología tiene relación con los factores económicos, políticos y culturales del entorno.

17 "Sobre teorías de primer nivel. Hay casos en los que las teorías se presentan como conjuntos de enunciados, que se ofrecen como elucidación del éxito de una cierta tradición *operativa*. Por tal entiendo una tradición en la que se transmite el conocimiento de ciertas *técnicas* o habilidades, que posibilitan frecuentemente *canalizar* desde fuera algunos eventos naturales, útiles a algún respecto" (Samnartín,1987:27)

- Se configura y propaga de manera indeterminada, difícilmente se puede pronosticar su dinámica en la sociedad.
- Las modificaciones en la organización de sociedad difícilmente se pueden pronosticar.
- Los costos e impactos provocados en el entorno, en el corto, mediano y largo plazo, no se pueden predecir.
- El rápido desarrollo tecnológico y la rapidez de los cambios.
- Las nuevas acepciones de tecnología, por ejemplo, tecnologías duras; tecnologías blandas; alta tecnología, tecnologías de punta o frontera; tecnologías convencionales; tecnologías de producción; tecnologías de servicio; tecnologías de base; tecnologías específicas; tecnologías híbridas; tecnologías alternativas; tecnologías limpias, etc..
- La dificultad de captar el significado de cada particularidad de una nueva tecnología.
- La significación social de la tecnología no es única, depende de cada comunidad.

No obstante, buscar una definición resulta contraproducente dada la globalidad de la cuestión, de hecho, una sola explicación de un fenómeno complejo nunca es adecuada. Parece ser más conveniente delimitarlo; dilucidar el rol, la configuración y la contextualización del entramado tecnológico en la sociedad, suponiendo, a lo menos, que la tecnología:

- Crea nuevos dominios de acción: nuevas áreas de desarrollo, nuevas actividades y especializaciones, por ejemplo, el campo de la informática y sus profesiones, tecnologías de telecomunicaciones (comercio electrónico, telefonía celular vía internet), además de especialidades como: analistas de redes, administrador de redes y diseñador de webs.
"La evolución reciente de la microelectrónica produjo una clara tendencia a la convergencia entre los distintos ramos industriales vinculados a la electrónica: informática, electrónica profesional, electrónica de consumo, automatización industrial y telecomunicaciones."
- Provoca nuevas condiciones: situaciones no previstas que representan un problema, que pueden no tener ningún tipo de control, por ejemplo, la necesidad de legislar en materia de la distribución y la copia de software; el tema de seguridad y confiabilidad de la información en las bases de datos corporativas, el acceso a base de datos confidenciales, la confiabilidad y seguridad de los datos personales que navegan en la red, etc. O en un caso más cotidiano, a una persona que se le desconfigure la alarma de su automóvil puede dejar a todo su vecindario sin dormir.
- Genera nuevas valoraciones: nuevas negociaciones morales otro tipo de justificaciones, por ejemplo, la excusa de atrasos en el trabajo por problemas técnicos en el ordenador; la imposibilidad de dar una información o prestar un servicio al no estar en funcionamiento el ordenador, las excusas en la entrega de trabajos por problemas en el computador o de acceso a Internet. En definitiva, las responsabilidades son desplazadas al ordenador. De igual forma, la obsolescencia de los equipos, la necesidad de recambiar, renovar, de estar

pensando la mayor parte del tiempo en lo que vendrá, reposiciona el valor de la memoria y el pasado en nuestra cultura.

“Con el descubrimiento de la estructura del ADN y su clonaje se tuvo la sensación de que el ser humano comenzaba a descifrar y dominar los secretos de la vida, y que el ser vivo, y en última instancia, la vida no era más que un código de informaciones que tiene que ser construido”.

- Crea nuevas restricciones: delimita las aplicaciones en lo referente al acoplamiento de diferentes tecnologías, por ejemplo, la existencia de dos líneas de desarrollo de hardware de ordenadores incompatibles, que impide a los usuarios el intercambio de la información, los hornos microondas no son compatibles con las ollas metálicas. El uso de dinero plástico requiere de ciertos tipos de cajeros automáticos, según la empresa que entrega el servicio. El hardware, restringe al software. El equipo musical limita el uso de cassettes, cd's, etc.
- Genera múltiples resultados: no hay certeza en la predicción. Su aplicación no se traduce en un único resultado, sino más bien, en un espectro de efectos directos e indirectos, en espacios funcionales y físicos que se materializan en distintos horizontes. Conducir un automóvil puede provocar llegar a un determinado lugar en un período determinado de tiempo o puede llevarnos a la muerte. La compra de un tomate puede satisfacer la necesidad primaria de alimentación o puede producirnos deformaciones o mutaciones genéticas. Los desinfectantes agro-químicos pueden proteger una plantación de una plaga específica y/o pueden provocar enfermedades genéticas y de reproducción en las mujeres recolectoras.
- Afecta al trabajo humano y su organización: en el entendido que cada innovación tecnológica, de diferente forma, genera un cambio en la organización del sistema, por ejemplo, en el caso de las empresas productivas, una innovación afecta las condiciones de trabajo, transforma la estructura de costos y producción. Y los productos que resultan de ello influyen en los modos de vida y en los hábitos de consumo del público. La implantación de cajeros automáticos en la locomoción colectiva transformó a los choferes en instructores del nuevo uso a los usuarios y cambiador de monedas en un comienzo, luego se transformaron en personas que no querían conversar con el usuario, aislados en su función de conducción.
- Se materializa en estrecha relación con su medio: la evolución de la tecnología es inseparable de las estructuras sociales y económicas de una determinada sociedad. Internet no se propagaría si no existiesen políticas gubernamentales para su desarrollo, buenos precios de PC's, para el hogar, suficiente banda ancha, en empresas, satélites a disposición, cables de fibra óptica, tratados de cooperación entre países productores y consumidores, conocimiento, interés y capacitación en el uso de la tecnología de información para la población, etc.

- No tiene una única finalidad: el amplio espectro de sus desarrollos responde a diversas intenciones, existe una flexibilidad en su elaboración. En el caso de proyectos tecnológicos como el de la guerra de las galaxias impulsado por E.E.U.U., las razones pueden obedecer a criterios de seguridad mundial, dominio estratégico militar de esa nación, resguardar los derechos humanos, entre otros. La producción de transgénicos puede apuntar a terminar con el hambre del mundo, desarrollar mercados monopolizados en productos de alto know how, disminuir la biodiversidad, estandarizar las culturas agrarias, etc. Como también, implementar sistemas de información eficientes en una empresa puede obedecer a la necesidad de facilitar el trabajo de las personas, fomentar las actividades creativas de los trabajadores, reducir los costos de hora hombre, enjuvenecer el personal, etc.

VISIONES CONTRAPUESTAS ACERCA DE LA TECNOLOGÍA

Podemos identificar dos maneras de entender la tecnología y su gestión en la sociedad. La primera resume la visión de la tecnología como estrictamente autónoma y neutral con un hacer tecnocrático de la gestión. La segunda corresponde a la visión de la tecnología como una actividad social, un hacer en el cual se observa la participación y el involucramiento de la sociedad en la gestión tecnológica.

- a) Visión de la tecnología neutral:** La tecnología se desarrolla según un proceso lineal y de forma autónoma con respecto a la sociedad, siempre orientada hacia una mayor eficiencia y rentabilidad económica. Las decisiones resultan de la aplicación estricta de la racionalidad técnica. El entendimiento de estos procesos es solamente accesible por los expertos, que tienen el adecuado conocimiento especializado para tomar estas decisiones y por ende gestionar la tecnología a base de decisiones racionales.
- b) Visión de la tecnología como actividad social:** La tecnología como actividad social se desarrolla conjuntamente con la sociedad y los diferentes actores sociales, con los que se entrelaza intrínsecamente. Muchas de las decisiones son elecciones predominantemente sociales determinadas por un campo complejo de fuerzas. Se supone que el involucramiento de los ciudadanos es fundamental en una sociedad democrática, al ser imposible la toma de decisiones tecnológicas basadas exclusivamente en conocimiento especializado (exigencia normativa). En esta visión la gestión se convierte en una actividad compartida, en el caso ideal, entre todos los actores.

Estas dos visiones de la tecnología se diferencian además en un punto clave para la gestión de la tecnología: el de la vuelta al estado de equilibrio. Todos los sistemas socio-técnicos cambian esa red socio-técnica de la que nacen y llegan normalmente a ciertos desequilibrios en los sistemas sociales establecidos. Estos sistemas sociales responden de diversas formas para volver a

establecer un nuevo equilibrio (social, político, de poder, ambiental, psicológico, etc.), no es posible determinar su comportamiento. Este proceso de "re-equilibrio" ha tenido un papel clave en el desarrollo de muchas tecnologías, que han tenido que enfrentar a una oposición social, política, económica, científica, o de otra índole. Los efectos que una nueva tecnología introduce en el tejido de su propia red socio-técnica y en su ambiente muchas veces se canalizan a través de este mismo tejido para frenar esa tecnología, o desviar su desarrollo de los planes originales. Sólo con el tiempo se volvió a establecer un nuevo equilibrio socio-político-económico-psicológico, cuando la tecnología se había integrado socialmente.

La visión de la tecnología neutral conlleva implícito este proceso de "re-equilibración" como parte casi natural del desarrollo de una tecnología. Esta visión tiende a fomentar diversas formas de oposición a la tecnología que se está promocionando,¹⁸ oposición que termina en muchos casos creando precisamente los problemas, que los promotores de la tecnología querrían evitar adoptando una visión de la neutralidad de la tecnología.¹⁹

La visión de la tecnología como actividad social, en cambio, conlleva el intento de gestionar no sólo el desequilibrio pero también el re-establecimiento del equilibrio. Una gestión basada en esta visión intentaría desde el principio de minimizar los posibles desequilibrios, y gestionarlos. Además, una tal gestión tendería a fomentar la estabilidad de una tecnología al gestionar los desequilibrios. De esa forma, podría darle a una tecnología una vida más larga, y más resistencia contra posibles problemas (aunque esto ciertos defensores de esta visión de la tecnología no necesariamente lo reconocerían).

18 En muchos casos los promotores de una determinada tecnología no parecen ser conscientes de esto. Sus acciones y argumentos lo demuestran. El caso de los OMGs constituye un ejemplo: muchos de los defensores de esta tecnología parecen ajenos a como su forma ("tecnocrática") de gestionar esa tecnología contribuye a fomentar el rechazo social.

19 Existen muchos ejemplos de tecnologías que se han tenido que enfrentar a una oposición social fuerte alimentada precisamente por la insistencia de los promotores de esa tecnología en gestionarla siguiendo la visión de la neutralidad de la tecnología (muchos productos químicos, DDT, BSE, energía nuclear, etc.). En todos estos casos, la "re-equilibración" ha seguido un proceso similar, y tuvo el mismo resultado: el descrédito de esa tecnología y de las organizaciones relacionadas con ella. A continuación se ofrece un esbozo "típico" de este proceso de re-equilibración:

Primero, los promotores de la nueva tecnología desmintieron o descontaron los posibles efectos percibidos como negativos por otros, o no los estudiaron de forma suficiente. Luego, al surgir las primeras protestas después de la aparición de algunos indicios de problemas, todo el sistema socio-técnico creado alrededor de la nueva tecnología se dedica a defenderla. Al final ocurren uno o varios incidentes graves (accidente del estilo Chernobyl, o una investigación independiente que demuestra claramente graves "efectos secundarios", etc.). Ese incidente crea la presión social suficiente para permitir a los críticos de forzar esta limitación o incluso prohibición de la tecnología. Eso corta el uso de la tecnología antes de alcanzar su tiempo de vida o la distribución e importancia esperados. Como secuelas quedan daños (ambientales u otros) cuya reparación tiene que costear la sociedad en su conjunto (residuos nucleares, limpieza de suelos contaminados, etc.). También queda una imagen pública dañada de la ciencia, la tecnología, la industria y los organismos públicos de regulación, entre otros. Además, este proceso que desde hace décadas se repite, especialmente en los países industrializados, está ayudando a crear paulatinamente una desconfianza generalizada hacia la ciencia y la tecnología. En resumen: la gestión de la tecnología a base de la visión de su neutralidad asume en el fondo, sin quererlo, que el proceso de vuelta a un equilibrio pase muchas veces a través de la limitación forzosa de la tecnología en cuestión.

Hay otro aspecto que esta visión asume: el technological fix. Cualquier problema que pueda generar una tecnología se puede solucionar posteriormente con aplicación de una tecnología más avanzada.

EL SENTIDO DE TRANSITAR DE UNA ACTIVIDAD A UNA PRÁCTICA DE LA TECNOLOGÍA

Transitar de la actividad a la práctica tecnológica es una manera de cambiar el paradigma dominante, es decir, el modo de comprender y vivir la tecnología; no se trata de complejizar la actividad tecnológica si no que se busca la apropiación del fenómeno por parte de las personas que constituyen la sociedad, hacer que la construcción del “mundo que queremos vivir” por la vía del desarrollo tecnológico cobre real sentido y significación social, junto con dilucidar que la tecnología ha sido el medio a través del cual nos hemos pensado como sociedad, que la tecnología ha sido la manifestación de nuestra manera de vivir en occidente.

El transito significa pasar de:

- Una actividad universal y neutra → una práctica local que tiene relación con el contexto.
- Una actividad impersonal y descarnada → una práctica encarnada en el espacio y tiempo.
- Una actividad que utiliza conocimiento científico (explícito y articulado) → una práctica que es fruto del saber (implícito de la comunidad).
- Una actividad que es el resultado de la aplicación del método científico → una práctica que surge por múltiples vías de acceso que es fruto de la crianza (idea de cuidarse mutuamente, no hay crianza que no sea mutua, es decir, criamos criándonos).
- Una visión analítica reduccionista para concebir la actividad → una visión holista para comprender y crear la práctica.
- Una actividad que toma distancia del fenómeno (trabaja en el campo de lo cuantificable) → una práctica que se apega al fenómeno (entra en el mundo de lo inmedible).
- Una actividad que trabaja con la relación sujeto/objeto → una práctica que no distingue entre ambos.
- Una actividad que se mueve en un espacio teórico y simbólico → una práctica que es experimentada y forma parte de la vida de las personas.
- Una actividad que carece de empatía para con los problemas de las personas involucradas → una práctica que surge del reconocimiento de los problemas de las personas.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Magíster en Gestión Tecnológica

Mención en Biotecnología

TEMA: RIESGO TECNOLÓGICO

Dra. MARIA TERESA SANTANDER GANA

Inga. GLORIA BAIGORROTEGUI BAIGORROTEGUI

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de Santiago de Chile

LA NATURALEZA DEL RIESGO

El riesgo es un concepto que aún no cuenta con el consenso en la comunidad científica para su definición, a pesar de los variados trabajos de investigación y la literatura escrita desde las distintas disciplinas (psicología, ingeniería, sociología, filosofía, entre otras). A partir de cada una de estas áreas del conocimiento, se generan polémicas y variadas discusiones sobre qué aspectos de este concepto son predominantes, no sólo para su comprensión, sino principalmente, para su posterior gestión.

El Miedo y El Peligro versus El Saber y La Incertidumbre, como dos caras de una moneda frente a La Toma de Decisiones

Opiniones de expertos se contraponen a las de la opinión pública, (la mayoría de las veces estos últimos son los afectados), falta de claridad conceptual y desacuerdos teóricos se presentan apasionadamente porque el riesgo indistintamente a la perspectiva adoptada para su comprensión, por sobre todo, presenta la urgencia de la pérdida, la angustia originada por la idea de un peligro real o imaginario y esto se evidencia en el miedo, en la inseguridad, en la contingencia, la peligrosidad, la inminencia, el conflicto, el azar, la dificultad, la amenaza, la desgracia, la imprudencia, la alarma, entre otros.

Según la Real Academia Española, por riesgo se entiende a la contingencia o proximidad de un daño, también en una definición informal, el riesgo hace referencia a eventos posibles aunque inciertos que pueden producir daños²⁰. En esta última definición entra en juego la dimensión del saber, la dimensión del conocimiento de las posibilidades, es decir, sobre lo que se sabe y se cree posible. Entonces ingresa en la naturaleza del concepto cuestiones como la importancia de la

²⁰ López Cerezo, José A. Y Luján José Luis, Ciencia y Política del Riesgo, edit. Alianza, 2000:22

experiencia, de los actos conscientes, de lo racional, de la posibilidad de cuantificarlo o no y en especial tal y como lo explicita la anterior definición, alojada en este espacio se encuentra la incertidumbre (entendida como la imposibilidad de predecir) y es precisamente aquí en donde las divergencias son claras en cuanto a la forma en concebir cómo la incertidumbre afecta a la noción global del riesgo:

- 1 Si el riesgo se identifica como incertidumbre, éste puede abordarse como lo hacen en general, las teorías prospectivas sobre la decisión en condiciones de incertidumbre y lo que importa aquí es analizar en qué forma o en qué medida los sistemas socio-técnicos prefieren o rechazan el riesgo frente a la seguridad, indistintamente se trate de pérdidas o ganancias a obtener.
- 2 Ahora bien, también existe la incertidumbre sobre los posibles ámbitos en que pueden surgir o aparecer las pérdidas de un riesgo.

Como se observa, estas consideraciones sobre la incertidumbre se diferencian en dos variables: la tendencia o predisposición de el(los) decisor(es) a las distintas opciones y la motivación que este(os) presente(n) ante las posibles consecuencias. Por ejemplo, cuando se centra en la tendencia o predisposición ante las opciones se puede analizar el hecho de mantener o no una estructura organizacional provocado por el ánimo o el rechazo de dinamismo y cambio propio de la cultura organizacional, mientras que para el caso en que la incertidumbre se trata *a través de las* consecuencias de la decisión se estudian los posibles efectos en las relaciones interpersonales; en los indicadores; en el posicionamiento, en los beneficios económicos y en una cantidad de cuestiones que logren proyectar los interesados y algunas veces, los responsables del proceso de toma de decisiones en esa organización.

Al considerar el riesgo sólo en la dimensión de la incertidumbre (tendencia o predisposición ante las opciones y conocimiento sobre las posibles consecuencias) no se logra explicar su connotación negativa. Volviendo al caso de la organización, si dentro de su cultura, es grande el ánimo que la moviliza al cambio y más aún, las consecuencias consideradas aportan con beneficios, el riesgo puede ser positivo. Frases como "acorde a las nuevas exigencias", "vale la pena jugársela", "una empresa que se mueve en el límite es susceptible a grandes ganancias", las empresas E-commerce es uno de los casos. Entones muchas preguntas como: ¿dónde se identifican los daños?, ¿de qué carencias se trata? ¿dónde quedan las sensaciones de temor, de peligro, o de catástrofe?, no alcanzan a explicar al riesgo y su significación.

Los problemas respecto a riesgos son problemas transcientíficos que, aun requiriendo el concurso de la ciencia, dependen de valores e intereses, con frecuencia en conflicto, de una diversidad de agentes sociales. El debate público sobre riesgos naturales o tecnológicos no se deriva de una supuesta debilidad cognitiva de legos, o de limitaciones evidenciales de expertos, sino que

constituye básicamente un debate moral y político sobre atribución de responsabilidad. (Douglas, 1985; Graham y Wiener, 1995).

Dimensiones C.I.S.S y M.I.P.A para el Riesgo



Se puede afirmar que el concepto de riesgo es controversial en su definición, por lo tanto, en un primer acercamiento se contrastará con otros conceptos que tienden a su comprensión, se proseguirá con los enfoques adoptados; técnico, psicológico y sociológico, cómo estos han interpretado el riesgo, los objetivos y el rol declarado. Para el análisis de responsabilidad ante el riesgo se circunscribirá la discusión al plano del quehacer tecnológico.

Convergencias para el Riesgo

A continuación se presentan algunos términos que permiten una mayor comprensión de la noción del riesgo²¹ :

Riesgo y Seguridad.

Dos términos contrapuestos, la seguridad atiende a la certeza, a una situación libre de riesgo, indubitable e infalible.

Riesgo y Peligro.

Muchas veces utilizadas como sinónimos, algo peligroso es considerado algo arriesgado, algo que puede causar daño. Salta a la palestra ante una situación, el calificativo de arriesgado antes de peligroso cuando esta situación es evitable, es decir, está bajo la deliberación, la opcionalidad. En una fase previa, se puede disminuir el peligro gracias a la consideración del riesgo.

Tanto en el caso de peligros como de riesgos se atribuye el nacimiento de daños futuros cuya aparición resulta en el momento presente algo insegura y más o menos improbable. Cuando se trata de peligros se atribuye el nacimiento del daño al entorno o medio ambiente, mientras que cuando se

²¹ López Cerezo, José A. Y Luján José Luis, Ciencia y Política del Riesgo, edit. Alianza, 2000:23-24.

trata de riesgos se ve como una consecuencia de la propia actuación u omisión. La diferencia se establece, por tanto, como una cuestión de atribución o imputabilidad. La asunción del riesgo se basa por lo tanto en una representación del peligro.

Riesgo y Decisión.

El riesgo presupone una situación donde una elección está en juego. Distinto es comparar una catástrofe natural, que se relaciona con una amenaza, no con la decisión de prevenir tal catástrofe, ahí entra en juego el riesgo.

En este punto existen controversias sobre lo que depende o no de una decisión y, desde una perspectiva, se relativizan los límites de lo que es medio externo natural (sin intervención decisonal), del medio que no lo es, así las amenazas naturales y los peligros, también serían riesgos: *"... no hay consecuencias ni efectos que no involucren a la sociedad y donde la organización de las sociedades no juegue un rol decisivo. Las llamadas catástrofes naturales así como los efectos de situaciones de riesgos imprevisibles, operan en la sociedad porque ella es interactiva con la naturaleza y debido a la intensificación insospechada de dicha interdependencia en las últimas décadas".*²²

Riesgo y Responsabilidad.

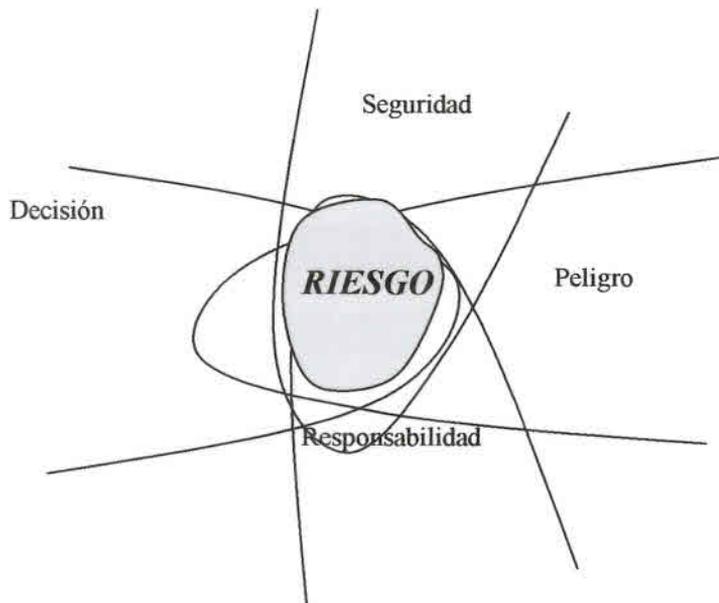
Si los riesgos se atribuyen a decisiones, estos llevan imputabilidad.

(Si se deben a causas inciertas sólo son peligros).

Convergencias para el Riesgo.

Cuatro conceptos: decisión, seguridad, peligro y responsabilidad conforman un lugar donde podría ubicarse el riesgo.

²² Ver Hans Jonas. "El principio de responsabilidad. Ensayo sobre ética de la civilización tecnológica", Herder, Madrid, 1995: "El desaliento inesperado de la modernidad. Molestias, irritaciones y frutos amargos de la sociedad del riesgo" Robles, Fernando. Ediciones sociedad hoy, 2000, Pág 22.

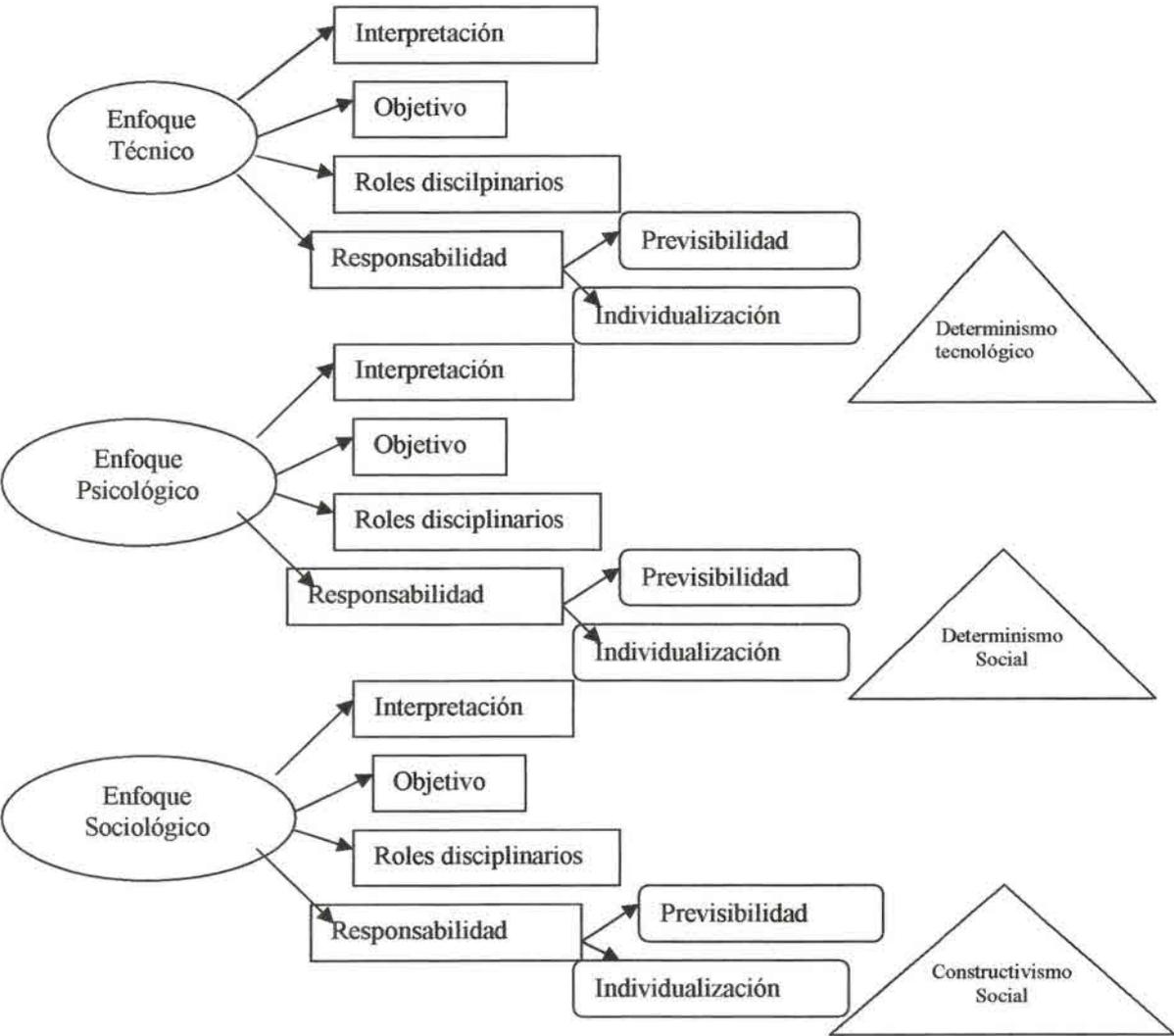


Enfoques para Abordar el Riesgo.

El desarrollo de este tema involucra para los tres enfoques identificados (técnico, psicológico y sociológico) los siguientes pasos: La interpretación del riesgo, el objetivo perseguido al enfrentar el riesgo, los roles adoptados por las disciplinas seguidoras o adscritas al enfoque y un análisis sobre la responsabilidad ante el riesgo.

El análisis de responsabilidad incluye un detalle sobre la posibilidad de previsibilidad e individualización. Esta última incorpora a su vez un contraste entre enfoque y paradigma, a saber: enfoque técnico y determinismo tecnológico; enfoque psicológico y determinismo social y por último, enfoque sociológico y constructivismo social.

Pasos en la presentación de los tres enfoques para abordar el riesgo.



El enfoque técnico del riesgo (cuantificable).

Enfoque adoptado por disciplinas como la economía, la ingeniería, la estadística, la física, caracterizadas por un carácter cuantitativo, formal, convencional, matemático y probabilístico.

Interpretación.

El riesgo, bajo este enfoque hace referencia a las pérdidas esperadas y puede ser reducido a un valor numérico, como lo es el del producto de la probabilidad de un suceso indeseable por la gravedad o magnitud de sus consecuencias.

De una manera unidimensional y pretendidamente objetiva se presentan también las siguientes definiciones²³:

- Probabilidad de una consecuencia indeseable.
- Gravedad de la (máxima) posible consecuencia indeseable.
- Suma multiatributo ponderada de los componentes de las posibles consecuencias indeseables.
- Probabilidad por gravedad de una consecuencia indeseable (pérdida esperada).
- Función ajustada a través del gráfico de puntos que relacionan la probabilidad con las consecuencias indeseables.
- Semivarianza sobre el término medio de cada una de las posibles consecuencias indeseables.
- Varianza sobre la consecuencia media esperada en todas las consecuencias posibles.
- Combinación ponderada de diversos parámetros de la distribución de probabilidad de todas las consecuencias posibles.
- Ponderación de todas las posibles consecuencias indeseables ("pérdida") en relación con las posibles consecuencias deseables ("ganancia") con las que se puede comparar.

Objetivo.

Desarrollar una medida universal de riesgo con la ayuda de la cual puedan compararse distintas clases de riesgo, para finalmente obtener un criterio racional de aceptabilidad de los distintos riesgos con su probabilidad y sus consecuencias.

Riesgo Objetivo = P * M

Con

P: Probabilidad de ocurrencia

M: Magnitud del daño (medible)

²³ Ver Vleck y Keren, 1991:4

A continuación se entrega la tipología de Wynne con la intención de clarificar los términos que esta teoría utiliza:

Riesgo. Se produce cuando se desconoce el valor concreto que adoptará cierta magnitud o magnitudes en condiciones futuras dadas. Se cuenta únicamente con una probabilidad o distribución de probabilidades.

Incertidumbre. Aquí no sólo se desconoce el valor concreto que tomará cierta magnitud o magnitudes, sino también la distribución de probabilidades. Esta situación se puede producir por falta de una evidencia adecuada, o bien por la complejidad o la variabilidad general del sistema estudiado.

Ignorancia. En este caso se desconoce lo que se desconoce. Se ignora no sólo el valor concreto que tomarían ciertas magnitudes (riesgo, en sentido restringido) y las probabilidades de éstas (incertidumbre), sino también qué magnitudes o eventos son relevantes en el sistema o la actividad.

Indeterminación. Es la base misma de la anterior escalera de la duda. Es la falta de conclusividad de un conjunto de datos y/o una tradición de investigación respecto a la formulación de una hipótesis o de una generalización teórica para dar cuenta de dichos datos.

Roles adoptados por las Disciplinas desde el Enfoque Técnico del Riesgo.

Las disciplinas que basan sus análisis del riesgo bajo este enfoque, se han conferido el papel de:

- Controlar, dentro de las posibilidades, el comportamiento del sistema socio-técnico inseguro, a través de la definición de los rangos de aceptabilidad o tolerabilidad de riesgos.
- Disminuir los daños a través de la elaboración de análisis prospectivos que contengan la magnitud de potenciales impactos tecnológicos²⁴.
- Informar las consecuencias tecnológicas consideradas en sus estudios (tanto como beneficios o como costos) a las otras disciplinas y a la comunidad no científica.

²⁴ Impacto se entiende a la huella o señal que deja, en este caso, un desarrollo tecnológico, entonces se circunscribe en el mundo de los hechos, del empirismo y la vivencialidad. Como se está hablando de cuestiones que aún no ocurren y que se encuentran en el ámbito de los supuestos y las posibles causas producto de una elucubración sobre un futuro supuesto, es más atendible referirse a una futura consecuencia tecnológica, como un hecho que resulta de otro y que está siendo deducible en este momento para un tiempo posterior. Por ejemplo, al identificar la desertificación de suelos como un impacto "tecnológico", se está atribuyendo este hecho al quehacer tecnológico, es decir, como una consecuencia de las emisiones de gas de efecto invernadero, la devastación de bosques, etc.

Responsabilidad ante el Riesgo Tecnológico.

Como riesgo tecnológico se entenderá al riesgo percibido gracias a fuentes tecnológicas y se concibe bajo el quehacer tecnológico. Como se observa, esto ya implica una interpretación del riesgo sobre su configuración y dinámica tecnológica.

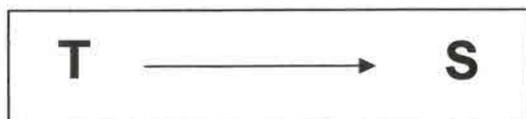
La responsabilidad entendida como el cargo, la obligación moral, la deuda u obligación, requiere de, primero el conocimiento preciso de las consecuencias derivadas de una acción (previsibilidad) y segundo, un agente de la acción al que se le puedan imputar causalmente sus consecuencias (individualización).²⁵

La previsibilidad presenta problemas cuando los sistemas socio-técnicos son de carácter cerrado, es decir, no hay certidumbre acerca de las probabilidades definidas para las consecuencias y más aún está la imposibilidad de prever consecuencias tanto catastróficas (desastre de Chernovil) como acumulativas (efecto invernadero)²⁶.

La individualización cuando se refiere a sistemas complejos, en los que además participan activamente una diversidad de actores (científicos, políticos, empresarios, etc.), se imposibilita y los culpables se difuman.

Finalmente y por sobre todo, está el paradigma dominante en la relación entre la tecnología y la sociedad, el determinismo tecnológico.

Como determinismo tecnológico se entiende al énfasis colocado en la capacidad de autogestión de la tecnología, en donde su desarrollo es independiente al contexto social empero afecta a la sociedad, sin embargo, ella no logra influenciar ni alterar su camino. Desde esta óptica la tecnología se presenta como "positiva" cuando beneficia a la sociedad y, por consiguiente, no hay que oponerse a ella; y "negativa" cuando perjudica a la sociedad entonces, hay que acabar con ella²⁷.



El determinismo tecnológico, declara una relación unívoca desde la tecnología hacia la sociedad. Aquí se identifica la causa del riesgo; la tecnología, pero esta al ser autónoma de interferencia, perteneciente a un entorno externo, no es imputable a la sociedad, por lo tanto, un análisis sobre la responsabilidad por el riesgo ante el quehacer tecnológico no es atendible.

²⁵ Ver Bechmann, 1995: 86 y ss: López Cerezo, José A. Y Luján José Luis, Ciencia y Política del Riesgo, edit. Alianza, 2000:135.

²⁶ : López Cerezo, José A. Y Luján José Luis, Ciencia y Política del Riesgo, edit. Alianza, 2000:136.

²⁷ Santander G, María Teresa, Baigorrotegui, Gloria, "Ciencia y tecnología en el quehacer de la ingeniería. Un cambio en la Educación", XII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, 1999.

El Enfoque Psicológico del Riesgo.

Los estudios desde la psicología se hacen cada vez más renombrados e importantes debido a la polémica desatada y la fuerte oposición de los sectores del público estadounidense y europeo, principalmente, ante el riesgo nuclear. Esta razón y la creciente sensibilidad de las personas y organizaciones ante la aparición de las nuevas tecnologías, impulsaron desde la década de los setenta el interés político y de las elites científico-técnicas, por los temas de percepción y aceptabilidad social de las tecnologías (confundiéndolas a menudo entre sí).

Interpretación.

El riesgo, bajo este enfoque, es una representación cognitiva, es un estado mental de agentes individuales ("riesgo percibido"), con probabilidades subjetivas y grados de aceptabilidad (determinables, por ejemplo, a través de escalas de preferencias, y sistematizables a través de técnicas de factorización) que dependen de una serie de variables contextuales vinculadas a estados de creencia o disposiciones comportamentales del agente.

El riesgo se entiende entonces como:

- *Hazard* o amenaza para las personas y las cosas que valoran.
- La medida de un peligro, es decir, la evaluación de la posibilidad de un efecto adverso como consecuencia de ese peligro.
- Un concepto global sobre el cual covarían positivamente la significación de las pérdidas.
- Un riesgo percibido que se puede operativizar y medir en tres niveles diferentes: fisiológico, conductual y cognitivo. El primero haría referencia a la ansiedad expresada a través de respuestas del sistema nervioso autónomo tales como aumento del ritmo cardíaco, respuesta electrodermal, etc., indicadoras del estrés emocional generado. El segundo nivel se puede medir en función de patrones conductuales interpretables como estrategias de huida o defensa, apatía, etc. y por último, el nivel cognitivo definiría el riesgo percibido a partir de las actitudes y descripciones verbalizadas en referencia a determinados eventos o actividades, a los juicios evaluativos de las consecuencias, etc.

Objetivo.

Identificar los niveles de riesgo aceptable y tolerable por las personas. Entendiendo aceptable como el nivel "suficientemente bueno". Es decir, el que la persona considera que no merece la pena buscar las ventajas de una mayor seguridad frente a los costos de reducir el riesgo,

restringiendo o alterando la actividad²⁸ y tolerable como algo que se debe mantener bajo revisión constante y reducirlo aún más si es posible. Distinto a ver un riesgo con negligencia e ignorancia, es un riesgo máximo.

Roles Adoptados por Las Disciplinas desde El Enfoque Psicológico del Riesgo.

Las disciplinas que basan sus análisis del riesgo bajo este enfoque, se han conferido el papel de:

- Relacionar los diversos juicios sobre diversas actividades tecnológicas en distintas características o atributos cualitativos del riesgo (posibilidad de control de las personas, potencial catastrófico, gravedad, etc.), a través de la generación de escalas de preferencias individuales.
- Realizar estudios sobre la percepción social del riesgo utilizando distintos enfoques de estudio²⁹. Primeramente se encuentra el enfoque *psicológico individual*, que incluye por ejemplo, trabajos sobre la teoría prospectiva de la decisión bajo riesgo (López (1983, 1987), sobre los modelos mentales en la percepción y la comunicación del riesgo, (Bostom et al., 1991, 1992), entre otros. Bajo el enfoque de carácter *psicosocial* se encuentran estudios que se interesan por lo actitudinal con trabajos sobre modelos de expectativa-valor (Fishbein y Azjen, 1975) y de relaciones entre distintas variables sociodemográficas y la percepción social de los riesgos. Por otro lado, desde el enfoque de carácter *sociológico y cultural* se destacan estudios basados en la teoría cultural; sesgos culturales (Dake, 1991), también está el de la caracterización de filosofías ambientales (Cutter, 1993) o el estudio sobre el paradigma social dominante versus el nuevo paradigma ambiental (Millbrath 1986 y 1990), y el modelo de amplificación social del riesgo (Kasperson, Kates, Renn, etc,1995.). Estos enfoques y sus respectivos modelos, han desarrollado investigación empírica, unos más que otros, en la medida de lo que su marco teórico explicativo lo permite, esto último referido tanto a la amplitud, naturaleza integradora y complejidad de la cual deben hacerse cargo.

Responsabilidad por El Riesgo Subjetivo ante El Quehacer Tecnológico.

De acuerdo al análisis de responsabilidad, tal cual se realizó con el anterior enfoque, para este caso, la previsibilidad, puesta como variable de comparación ante sistemas complejos y cerrados no permite identificar qué es causa de qué y en este sentido, quién es el causante de cuáles determinados impactos.

²⁸ Fischhoff et al. (1978): "Percepción Social de los riesgos", Ana Puy, editorial Mapfre, 1995, pág. 24

²⁹ Puy, Ana "Percepción Social de los Riesgos", editorial Mapfre, 1995, 53:58

La individualización, desde el enfoque psicológico, presenta dos respuestas diferentes dependiendo desde qué paradigma se estén originando las explicaciones. Para el caso del antes definido, determinismo tecnológico, este enfoque en sus estudios, puntualiza más en la magnitud del daño que en la probabilidad. Además, explica la discrepancia tecnología-sociedad en la evaluación y aceptación del riesgo en términos de debilidad cognitiva y factores individuales.

En el trabajo de la psicóloga social, Ana Puy, se realiza una revisión detallada sobre la evolución de los estudios psicológicos sobre la percepción de los riesgos. Desde las críticas sobre los supuestos para realizar los estudios sobre el riesgo aceptable, las limitaciones para la realización de los trabajos sobre percepción del riesgo, enfocados principalmente dentro de una vertiente clínica y de reduccionismo psicologista individual y por último, los alcances de los ya muy difundidos estudios bajo el enfoque psicométrico del riesgo.

Por el contrario, al acercarse desde un paradigma determinista, de igual forma, pero en este caso social, la imputación es siempre válida y más aún, es la única forma de explicación que cabe frente a cualquier iniciativa tecnológica.

“En el caso del determinismo social, éste cancela cualquier grado de autonomía que pueda tener el desarrollo tecnológico, por el contrario éste es un proceso dirigido socialmente; la tecnología emerge de la interrelación de los grupos que conforman la sociedad. Desde esta óptica se puede negar la existencia material de los artefactos, de los productos tecnológicos en general, ya que existen porque son el resultado del quehacer social”³⁰.



El determinismo social, declara una relación unívoca desde la sociedad hacia la tecnología.

La deducción ante esta perspectiva paradigmática es que ante un riesgo tecnológico, o un riesgo cualquiera, la sociedad es la única responsable y no la tecnología que por caminos dimensionales distintos, construye los riesgos junto a la impotencia de las personas, incapaces de hacer algo por detenerla. Los riesgos que pueden originarse por los transgénicos no son inherentes de estos organismos genéticamente modificados, sino de las personas participantes de su concepción, diseño, financiamiento, fabricación e implantación sin las cuales, no existirían.

Cuando se exteriorizan los sentimientos provocados por los riesgos; cuando las personas salen a la calle a protestar, cuando se abren las discusiones, las polémicas, se crea una dinámica importante en el sentido de la configuración desde la sociedad hacia la tecnología, siempre con urgencia, con impotencia, con la sensación de que se han violado sus derechos, por otra parte las

³⁰ Santander G, María Teresa, Baigorrotegui, Gloria, "Ciencia y tecnología en el quehacer de la ingeniería. Un cambio en la Educación", XII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, 1999.

organizaciones se gremializan, asocian y agrupan para negociar en conjunto, hacer presión para disminuir las amenazas que ciernen bajo su quehacer, tanto con otras organizaciones, como con el gobierno.

Ahora bien, detectada la imputación en la sociedad, cabe preguntarse qué instituciones, qué organizaciones, qué grupos y/o en específico, qué personas de la sociedad son las causantes de los riesgos percibidos. Las respuestas a estas interrogantes no son nada de fáciles, más aún, considerando las características que provocan la imprevisibilidad, antes planteada, para los sistemas tecnológicos complejos.

El Enfoque Sociológico del Riesgo.

Psicólogos sociales, sociólogos, antropólogos culturales, filósofos, principalmente se encuentran dentro de las disciplinas que aunque, con una menor trayectoria han interpretado el riesgo desde una perspectiva constructivista.

En los años setenta y ochenta, los resultados de los estudios desde el enfoque psicológico del riesgo, en especial en la percepción social de los riesgos, como una forma de describir e identificar los sentimientos de rechazo de una gran parte de las personas hacia las nuevas tecnologías, entregaron problemáticos resultados que no ayudaron a una propuesta concluyente. Se determina que la percepción y el rechazo de las personas ante determinados riesgos, en cuanto a sus valoraciones, son de carácter multidimensional y están vinculados profundamente a la cultura donde se constituyan. Al respecto López Cerezo y Luján (2000) apuntan lo siguiente: "...No se puede distinguir entre riesgo real y riesgo percibido. Cautela con este último que tomándolo como agente focalizador de análisis sobre el individuo, porque éste con frecuencia es más punto de llegada que de partida para el análisis causal de procesos de identificación, comunicación y construcción de riesgos. Todo riesgo, es riesgo en contexto".

Interpretación.

Los riesgos son construcciones sociales que dependen de factores socioculturales vinculados a estructuras sociales dadas. No se basan en evidencia empírica o en razones prácticas, sino que están constituidos culturalmente.

Un fenómeno transaccional, provisto de interconexiones entre características situacionales y patrones psicológicos de respuesta.

Objetivo.

El enfoque se centra, no en decisiones individuales subjetivas sino en estudiar los factores que hacen que determinados puntos de vista respecto a riesgos resulten dominantes en grupos sociales dados, o bien que se produzcan polarizaciones y enfrentamientos respecto a la distribución del riesgo.

Roles adoptados por Las Disciplinas desde El Enfoque Sociológico del Riesgo.

Desde enfoques más holísticos e integradores se ha prestado una mayor atención al marco social, político y cultural donde tienen lugar los procesos de percepción y comunicación del riesgo.

En cuanto a la comunicación del riesgo, se postula que las instituciones, los grupos y personas actúan en las cuestiones del riesgo como estaciones o emisoras "amplificadoras", en el sentido que los procesos de comunicación amplifican o atenúan las consecuencias del riesgo o evento.

En este sentido se ha trabajado en:

- Estudiar las formas de comunicación social. (Comunicación de segundo orden, modelos de participación ciudadana).
- Evidenciar los problemas que generan los tipos de interacción social ante los riesgos, principalmente en cuanto al análisis de la ética y el riesgo.
- Proponer principios de regulación social, para hacer frente a la desigual distribución de riesgos.
- Explicitar la relación entre la caracterización del riesgo y su proceso político-deliberativo.

Responsabilidad Social por El Riesgo ante El Quehacer Tecnológico.

El debate público sobre riesgos naturales o tecnológicos no se deriva de una supuesta debilidad cognitiva de los legos, o de limitaciones evidenciales de expertos, sino que constituye básicamente un debate moral y político sobre atribución de responsabilidad. (Douglas, 1985; Graham y Wiener, 1995)

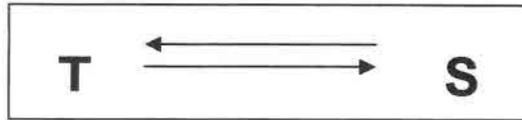
La previsibilidad y la individualización dependen de la contundencia de argumentos sobre la fijación de los límites del sistema socio/técnico.

Todos somos responsables, en cierta medida, cuando los procesos sociales de democratización se profundizan con una mayor intervención real en los procesos socio-técnicos.

Paradigma de constructivismo social-tecnológico.

El constructivismo social/tecnológico, declara una relación biunívoca, no unidireccional, en donde las transformaciones tecnológicas tienen consecuencias sobre la sociedad, y las transformaciones

en el seno de la sociedad tienen consecuencias sobre la tecnología. Ambas entidades; tecnología y sociedad se construyen y fluyen de forma dinámica y al unísono.

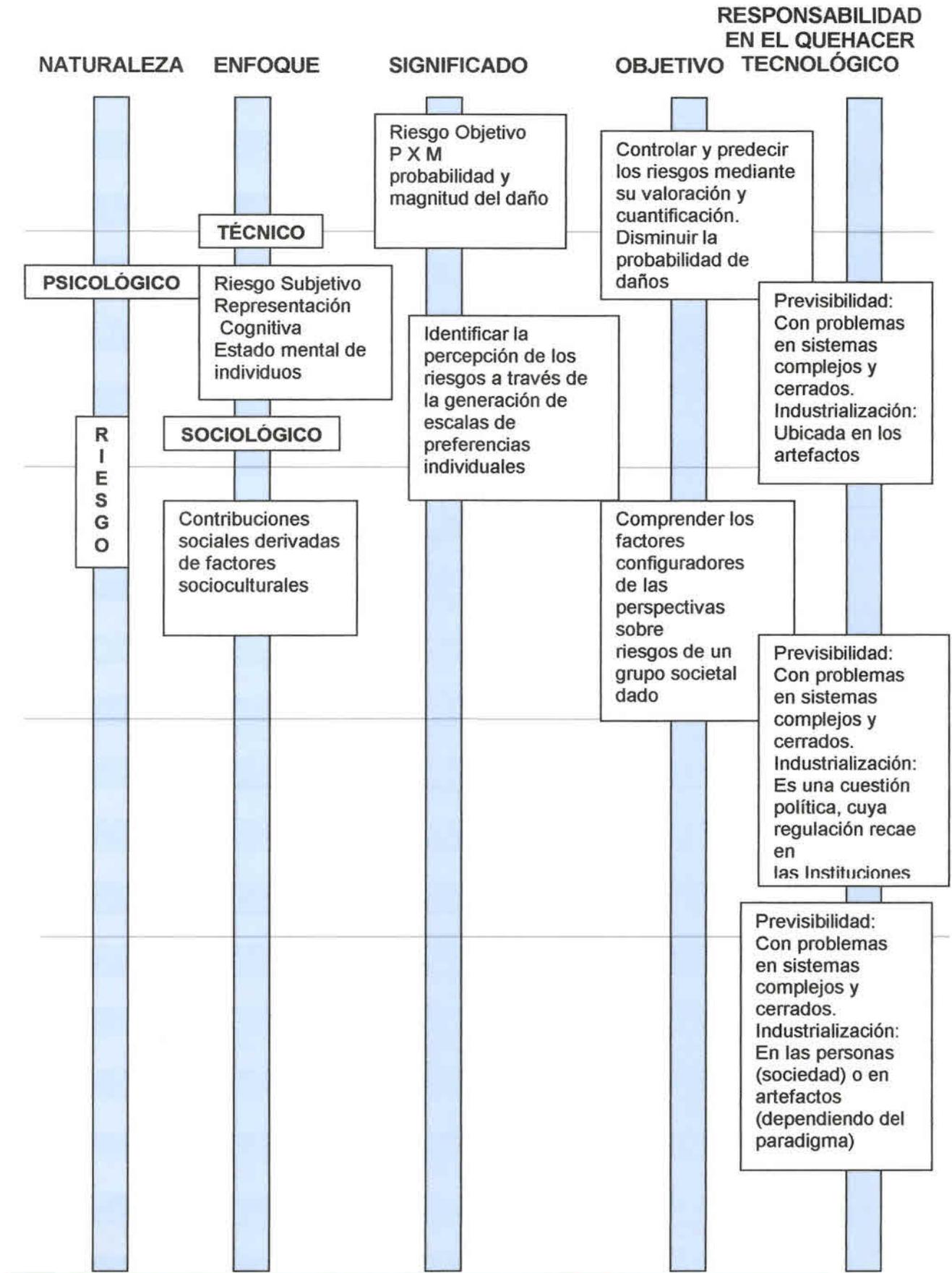


"Nadie puede negar que la tecnología condiciona el tipo de sociedad que tenemos [...] pero no significa que la configure de manera irrevocable"³¹.

Así la aceptabilidad de los riesgos es una cuestión moral y política. Se renuncia desde este paradigma a una medida universal del riesgo.

³¹ Ver González, López, Luján y de Melo, 1994:134.

ENTRAMADO PARA EL RIESGO



Riesgo

Aceptable/Tolerable.

Este concepto implicaba en su planteamiento la posibilidad de establecer un criterio o umbral de riesgo que permitiera juzgar (tomar decisiones y legislar) sobre la aceptabilidad de distintas tecnologías, actividades, etc., en función del nivel de riesgo generado por cada una, teniendo en cuenta los beneficios aportados.

Para establecer el criterio, se toman como base de comparación los niveles de riesgo estimados en otras actividades ya "aceptadas" por las personas, y cuyos riesgos se consideran, por tanto, como "aceptables" en cierta medida.

Según Lee (1983) los gestores políticos históricamente han considerado en los procesos de toma de decisiones, el presupuesto de que existe un nivel distinto de cero en que el público, en general, está dispuesto a aceptar el riesgo. Tomando en cuenta que la definición del nivel aceptable de riesgo no indica el riesgo ideal, porque idealmente, los riesgos deberían ser cero. Se prosigue con que *el nivel aceptable es el nivel "suficientemente bueno", donde "suficientemente bueno" significa que usted considera que no merece la pena las ventajas de mayor seguridad frente a los costes de reducir el riesgo, restringiendo o alterando la actividad.*³²

Críticas al enfoque de aceptabilidad del riesgo:

Desde la misma disciplina, comienzan problemas y ataques a este enfoque de aceptabilidad partiendo por su concepción y definición, luego se revelaron los vacíos existentes (gracias a los resultados empíricos) en las relaciones entre aceptabilidad y percepción del riesgo, específicamente en lo concerniente a la generalización y extrapolación de resultados que dejaban de lado u olvidaban, por ejemplo, la diferencia entre aceptabilidad individual y aceptabilidad social.

Concepto y Definición del Riesgo Aceptable.

Saltando a la palestra de las críticas está el hecho de que lo que la gente acepta o adopta son opciones y no riesgos, por lo tanto, no se podrían referir estudios a la aceptabilidad social de los riesgos sino sólo a la aceptabilidad social de ciertas fuentes de riesgo. Según Fischhoff y colaboradores (Fischhoff et al. 1981a, 1984, 1987), el riesgo es sólo una dimensión o característica en la que evaluar esas opciones y más aún, resultaría muy difícil poder separar o aislar el riesgo del resto de las características que presentan impactos positivos y negativos de cada opción. Por

³² Fischhoff et al. (1978): "Percepción Social de los riesgos", Ana Puy, editorial Mapfre, 1995, pág. 24

lo tanto, el hecho de adoptar una opción (tecnología, actividad, etc.) con todas sus características no permite inferir que esa opción posea un nivel aceptable de riesgo. Otra cuestión que también se discute es que las personas no son capaces de comparar aisladamente los riesgos. De ser así muchas de las respuestas de las personas serían inconsistentes debido a que en algunas actividades se rechazan y en otras se aceptan iguales niveles de riesgo.

Por otro lado, aceptable es distinto a aceptado, por ejemplo, el cigarrillo es aceptado pero mayoritariamente se considera un riesgo inaceptable, esto retoma la discusión sobre lo que es la teoría expuesta (inaceptable, no se debería fumar) y la teoría en uso (aceptado, millones de personas en el mundo fuman). No queda claro tampoco, qué riesgos serían aceptados pero inaceptables y cuáles serían aceptados y aceptables a la vez.

Según Fischhoff, 1989 La teoría del riesgo aceptable tendría sentido siempre y cuando se consensuara previamente cuáles son las opciones y los tipos de consecuencias a valorar, en un contexto dado. El punto crucial en las discrepancias entre legos y expertos, la definición de los problemas.

Riesgo Tolerable.

Con la intención de responder a las críticas anteriores aparece el concepto de riesgo tolerable que según uno de los informes de la instancia suprema en cuestiones de salud y seguridad en Inglaterra en 1988 se habla de que la tolerabilidad no significa aceptabilidad, sino que se define mejor como "la disposición a convivir con un riesgo con el fin de poder asegurar ciertos beneficios, y en la confianza que está controlado adecuadamente. Tolerar no significa ver un riesgo con negligencia o ignorarlo, sino verlo como algo que se debe mantener bajo revisión constante y reducirlo aún más si es posible.

Con este presupuesto se crean los niveles tolerables que son niveles máximos de riesgo que son necesarios seguir controlando y reduciendo, en la medida de lo posible según el principio de ALARP (*As Low as a reasonable practical*) que en castellano diría, "tan bajo como se pueda en función de los que se considere razonablemente práctico".

Esta postura de tolerabilidad en el proceso de toma de decisiones, resultaría algo más adecuada siempre y cuando se mejorara la información para la construcción de los niveles de tolerabilidad, atendiendo a los criterios, dimensiones y características de las fuentes de riesgo o de su gestión que son relevantes para las personas y que influyen en sus juicios sobre esta tolerabilidad.

La Relación entre Aceptabilidad y Percepción del Riesgo.

Con respecto a la relación entre aceptabilidad y percepción del riesgo existe un dilema en la extrapolación de resultados para el análisis sobre lo que es aceptable a partir de su percepción del riesgo.

Aclarando el punto sobre la causalidad, si se tienen las siguientes variables:

Percepción del riesgo (x),

Percepción de las fuentes de riesgo (y)

Aceptabilidad (z)

No se puede suponer que la variable z "es" dependiente de x derivada de los análisis de los valores de y. Por lo general, se consideró el supuesto de que a mayor riesgo percibido (x) implica una menor aceptabilidad (z), tomando los resultados de la magnitud de la variable percepción de las fuentes de riesgo (y).

Lo cierto es que el comportamiento de las variables x e y dista mucho de ser correlacional. En otras palabras, podría ocurrir que al rechazar una fuente de riesgo, las mismas características o dimensiones que llevan a su rechazo son las que pueden llevar a percibir más riesgo (elevados valores de x, con elevados valores de y), una alta preocupación por la ingeniería genética coincide con elevadas puntuaciones en los atributos negativos para la clonación humana, también está el caso de que la cantidad de riesgo percibida sea pequeña frente a la fuente que se considere inaceptable (bajos valores de x con elevados valores de y) la energía nuclear puede no resultar tan riesgosa como lo demuestran las valoraciones en las características para la bomba atómica.

En definitiva, la hipótesis de estos estudios se basaba en que la "aceptabilidad" depende en parte o está bastante relacionada con la "percepción del riesgo", esto porque a la hora de valorarla, las personas tienen en cuenta una serie de dimensiones o atributos relacionados con las "fuentes de riesgo" que coinciden en gran medida con los que se suelen valorar en las estimaciones de "riesgo percibido". No obstante, los resultados indicaron que el riesgo percibido no se circunscribía sólo a la valoración de las características previamente otorgadas a las fuentes de riesgo, sino que entraban en el juego aspectos de carácter económico, político y social, los cuales pueden contribuir a la evaluación de la aceptabilidad, según sean valorados positivamente o negativamente por las personas, generalmente en función de su "filosofía personal y política"³³.

³³ ver Otway y Von Winterfeldt (1982)

La Diferencia entre Aceptabilidad Individual y Aceptabilidad Social.

El riesgo colectivo resulta mucho más complejo que sólo la sumatoria de riesgos individuales. Cada persona en definitiva es la que toma la decisión, pero es bien sabido que el comportamiento de un sujeto depende en gran medida del acompañamiento de otros, en este sentido puede aumentar o disminuir su aceptabilidad en un contexto grupal, según sea su comportamiento grupal.

Otway y Von Winterfeld (1982) invitan a reflexionar y a pensar en que las crisis de la aceptación no se derivan del riesgo *per se*, sino que se trata de una crisis de instituciones y de los procedimientos, que está planteando un gran reto a las nociones establecidas acerca de cuál debe ser el funcionamiento de la democracia representativa. Con este discurso estos investigadores destacan las implicancias políticas de sus trabajos sobre la aceptabilidad social de las tecnologías y la percepción de riesgos.

Riesgo Percibido.

El concepto tradicional sobre el riesgo percibido lo otorga Lee en 1983 en la primera revisión de la Royal Society británica sobre el campo de estudio definiéndola como "la evaluación combinada que un individuo hace de la probabilidad de que un evento adverso ocurra en el futuro y de sus consecuencias probables"³⁴. Se afirmaba que esta anticipación podía ser representada por las personas como un accidente imaginado o como un suceso de ocurrencia más probable que otros sucesos favorables o adversos, y que incluso ese riesgo percibido "podía ser representado a veces como una probabilidad numérica"³⁵.

Pero en definitiva, lo que la persona realmente procesa, en la cotidianeidad, lo que la llevaría a manifestarse a favor o en contra de una tecnología o actividad considerada peligrosa, en mayor medida, son sus creencias, actitudes, emociones, valores, saberes, etc., que entran en juego a la hora de juzgarla.

Desde los Estudios de Percepción a los Estudios de Percepción del Riesgo.

Percepción se entiende como el proceso de dotar de significado a la sensación. "La llave de la percepción es la organización en estructuras, y el proceso se realiza, por un lado asimilando

³⁴ Lee, T. R., 1981, "The public's perception of risk and the question of irrationality", Proc. R. Soc. Lond. A376, 5-16, página 94.

³⁵ Idem.

información selectiva que es compatible con las estructuras existentes y, por otro, adaptando estas estructuras con el fin de que esa información se pueda asimilar más fácilmente”.³⁶

Algunas Comparaciones entre los Estudios de Procesos Perceptivos y los Estudios sobre la Percepción de Riesgos.

Estudios de procesos perceptivos	Estudios sobre la percepción de riesgos
Se realizan con el fin de establecer leyes que relacionen determinadas variables independientes (características de los estímulos, necesidades presentes, características genéticamente determinadas), con las medidas de las percepciones consecuentes (las variables dependientes).	Se orientan a la explicación de las relaciones que conectan el procesamiento de la información (posibles fuentes de riesgo con experiencias directas, experiencias relatadas por actores significativos, medios de comunicación), con las estructuras perceptivas organizadas (escaladas) por medio de las cuales las evalúa.

³⁶Lee, T.R., 1983, "The perceptions of risk". En The Royal Society: Risk Assesment a study group report. Londres, The Royal Society. página 103.

HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS Y EL ABORDAJE DEL RIESGO

Se considerarán dos dimensiones de este concepto para ubicar los tipos de herramientas metodológicas; la primera dimensión está caracterizada por los siguientes elementos: Miedo-Intuición-Peligro-Amenaza (M.I.P.A.) este ámbito del concepto se relaciona con la incuantificación del riesgo, la comunicación, la percepción y la importancia de su construcción social. Por otro lado, la dimensión donde se alojan los términos: Conocimiento-Incertidumbre-Saber-Significado (C.I.S.S.) otorgan importancia a la información, la cuantificación y el objetivismo del riesgo.

La Prospectiva Tecnológica como respuesta a los Reduccionismos de la Previsión Tecnológica Clásica (desde C.I.S.S. a M.I.P.A.).

El riesgo se configura sobre suposiciones futuras, de esta manera se encuentran todas las herramientas y técnicas sobre la previsión tecnológica (tradicional) y la prospectiva tecnológica después.

La previsión clásica luego de sus primeros pasos, un poco antes de la segunda guerra mundial, llegó a su cúspide en los años sesenta. La prosperidad internacional, signada por una increíble aceleración de los cambios creó en los países industrializados un clima espiritual propicio para el estudio científico del futuro.

El resultado fue el desarrollo sin precedentes de distintos tipos de "previsiones" (económica, tecnológica, social, etc.), fuertemente impregnadas por modelizaciones matemáticas y métodos econométricos. En general, servían de apoyo a búsquedas exploratorias que, partiendo del pasado, proyectaban tendencias hacia un futuro considerado único y predeterminado.

Ante la existencia de modelos simplificadores, limitados a un número de variables cuantitativas, estrechas y reduccionistas, se hacían cada vez más evidentes sus falencias para explicar el mundo que acontecía en los años setenta y ochenta. La crisis de la previsión clásica impulsó la búsqueda de nuevas técnicas, la elaboración de teorizaciones que introdujeran una imagen un tanto más flexible (plural) del futuro y que permitieran captar las interrelaciones entre un gran número de fenómenos, más allá de sus expresiones cuantitativas. La popularización del análisis de sistemas y de ciertos modelos intuitivos de aproximación a la multiplicidad de futuros posibles, posibilitaron la construcción de escenarios del futuro más enriquecidos. Apareció así lo que algunos autores denominan actualización de la previsión o forecasting, "previsión conjetural de carácter prospectivo". Con el fin práctico de abordar lo específico y particular (el cambio tecnológico) sin perder de vista la totalidad sobredeterminante (el grupo societal involucrado) es que se han acercado las herramientas y técnicas de prospectivas tecnológicas para obtener conclusiones que permitan accionar superando el antagonismo entre la visión estrecha de la "tecnología autónoma" y

la nebulosa inasible de las generalizaciones inoperantes donde "todo se relaciona con todo"³⁷. La perspectiva tecnológica se presenta como un grupo de investigaciones sistemáticas sobre los futuros desarrollados y aplicaciones de las tecnologías en interacción con otros desarrollos sociales.

Técnicas, Métodos para hacer frente al Futuro.

A continuación se expondrá brevemente las técnicas y métodos de análisis que abordan de alguna manera, los resultados futuros de un sistema determinado. Estas se han agrupado de la siguiente forma:

Grupo I: Extrapolaciones Matemáticas.

En este grupo se incluyen todas aquellas técnicas que intentan describir las leyes que, de cierta forma, regirían la evolución tecnológica a través de extrapolaciones directas de tendencias pasadas o bien de analogías con respecto a fenómenos conocidos. Pertenecen a este grupo todas las técnicas de extrapolación en función del tiempo; línea recta, la función exponencial, las funciones de saturación o curvas logísticas, las curvas envolventes, correspondientes a los modelos de Adams, Isenson, Lenz, Ridenoir, de Holton, además de las curvas de difusión de innovaciones tecnológicas.

Grupo II: Previsión de Impactos.

Aquí se encuentran aquellas técnicas que intentan obtener consenso sobre hipótesis consideradas individualmente y aquellas que son comúnmente llamadas las técnicas normativas (son las que permiten tomar decisiones a partir de futuros determinados). Se encuentran dentro de este grupo técnicas tales como los métodos comparativos de impactos ambientales, el árbol de pertinencia o de objetivos, los métodos morfológicos de exploración sistemática de posibilidades técnicas, métodos de Delphi, ábaco de Regnier, entre otros.

Grupo III: Decisionales I.

Bajo esta categoría se ubican todas aquellas técnicas que principalmente, bajo el análisis de decisiones, la teoría de la utilidad y la teoría de juegos se sirven para encausar las decisiones principalmente empresariales. Se encuentran aquí los criterios minimax, maximax, probabilidad máxima, valor esperado, dominación, árbol de decisiones, la función de utilidad, la teoría de juego y los análisis de relación riesgo/beneficio/costo, etc.

³⁷ Beinstein, Jorge. "Prospectiva Tecnológica: conceptos y métodos": "Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas". Martínez, Eduardo(recop.), editorial Nueva Sociedad, 1994:15.

Grupo IV: Decisionales II.

Pertenecen a este grupo todas aquellas técnicas que intentan abordar la evaluación de impactos y extrapolaciones numéricas bajo variados criterios, es decir, bajo la consideración de un número mayor de variables. Estas metodologías se centran en sistemas tecnológicos más intrincados y nacen principalmente por la limitación de las anteriores técnicas en el área de la modelación. La adaptación de métodos estadísticos multivariados, las simulaciones de MonteCarlo, los métodos de escenarios y la evaluación multicriterio, entre otras.

Comúnmente las herramientas prospectivas-decisionales, incluyen aquellas técnicas relacionadas con la imaginación libre y la intuición orientada, por ejemplo las técnicas de brainstorming, los grupos de discusión, de creatividad operacional, supervisión estimulada, etc. Encargadas, en la mayoría de los casos, de incentivar la creatividad individual y grupal con fines innovativos tecnológicos. Si bien se desencadenan riesgos provenientes de estas modalidades, la preocupación es totalmente opuesta. Para crear libremente, se requiere cierto grado de inconsciencia sobre los riesgos.

Resumen de las herramientas para hacer frente al futuro

GRUPO	NOMBRE	AUTOR	AÑO
I EXTRAPOLACIONES MATEMÁTICAS	1. Crecimiento Lineal	Jantsch (Recop.)	1967
	2. Crecimiento exponencial		
	3. Crecimiento exponencial con saturación	Papon (Recop.)	1978
	4. Curvas envolventes		
II PREVISIÓN DE IMPACTOS	1. Métodos comparativos de impactos ambientales	NEPA ³⁸ - Little	1971
	2. El árbol de pertinencia o de objetivos	Churchman	1957
	3. Los métodos morfológicos de exploración sistemática de posibilidades técnicas	Zwicky	1942
	4. Métodos de Delphi, ábaco de Regnier	Helmer et al. Rand. Co	1964 1983

³⁸ NEPA es el estatuto de evaluación de impacto ambiental en los Estados Unidos.

(Cont.) Tabla Resumen de las herramientas para hacer frente al futuro

GRUPO	NOMBRE	AUTOR	AÑO
III DECISIONALES I	Criterios de decisión: Minimax, Maximax, probabilidad máxima, valor monetario esperado, dominación	Jacob Bernoulli "Ley de Grandes cifras"	1713
	Teoría de la utilidad	Von Newman y Morgenstern	1944
	Análisis Riesgo-Costo-Beneficio	Markowitz	1952
IV DECISIONALES II	Simulación – Análisis de Riesgo	David Hertz (Simulación de Montecarlo en inversiones de capital)	1979
	Simulación –Métodos de Escenarios	Jantsch (Recop.) Schwartz	1967 1991



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Magíster en Gestión Tecnológica

Mención en Biotecnología

TEMA: TECNOLOGÍA / INNOVACIÓN / GESTION

Dra. MARIA TERESA SANTANDER GANA
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería -USACH
MSc. CRISTIAN GONZÁLEZ URRUTIA
CORFO

ESCENARIO TECNOLÓGICO ACTUAL

La globalización de la economía sigue su marcha, las estructuras de los mercados son cada vez más complejas, la competencia es hoy más intensa. Las compañías trabajan arduamente para conquistar nuevos clientes y aumentar su participación en el mercado. Para sobrevivir en esta economía global es necesario contar con todas las herramientas necesarias, unas de las cuales es sin duda la innovación.

Chile no se encuentra ajeno a esta apertura de los mercados, si bien es cierto esta situación podría interpretarse como una oportunidad para la industria Chilena, también puede ser visto como una fuerte amenaza. En efecto, abrir los mercados significa que nuestros productos saldrán más fácilmente al extranjero, y además que competirán fuertemente con productos fabricados en países más industrializados, y por lo tanto con mejor tecnología, entonces este mercado será cada vez más competitivo. Por otro lado ingresarán productos de países industrializados que tienen incorporadas tecnologías en sus productos y procesos, lo que podría significar una mayor amenaza al mercado nacional.

La inminente incorporación de Chile a tratados de libre comercio, intensifica los cambios de escenarios provocados por la ya existente globalización, que trae consigo mayor cantidad de competidores, clientes más exigentes, restricciones ambientales más severas y el cumplimiento de estándares de calidad más estrictos. Para enfrentar estos desafíos se hace imprescindible que Chile incorpore estrategias que le permitan generar innovación y estas a su vez incorporar y desarrollar tecnologías acordes con la realidad mundial e insertarse con efectividad en este nuevo mercado altamente competitivo.

“Los productos pueden tener éxito internacionalmente por su precio, por su calidad, por su diseño, sencillamente, porque se dispone de una red comercial más amplia o se ha hecho más publicidad. Pero ¿cómo ha sido posibles que estos productos sean competitivos?, ¿cómo se han generado?. La respuesta es: a través de las innovaciones” (Escorsa, Valls, 1997:15).

¿QUÉ ES INNOVACIÓN?

La innovación es un concepto muy amplio que depende de la persona, su organización y la sociedad en la cual está inserta, que darán los distintos prismas de lo que es la innovación.

Es oportuno expresar algunas “ideas de innovación”, que encierran de manera global las distintas acepciones que en la actualidad existen acerca de ella y desde distintas visiones que se enmarcan en diferentes contextos como son: el área de gestión representado por Thomas Kuczarski; el área administrativa representada por Mintzberg; el punto de vista de un tecnólogo Jim Utterback; el punto de vista empresarial con Gary Mc Graw para finalizar con la visión del gobierno.

➤ Según Thomas Kuczarski en su libro “Innovación” comenta: “el concepto de innovación no es comprendido por los empresarios ya que al no tener claro qué es y qué implica da lugar a una gran cantidad de falsas interpretaciones. Algunos piensan que la innovación es un proceso creativo de amplio alcance, otros que es una simple generación de ideas. Algunos creen que pertenecen a un estricto dominio del departamento de nuevos productos, otros saben que tiene algo que ver con marketing, pero no están seguros de cuanto. La mayoría quiere conseguirla “hecha” aunque no le dediquen suficiente atención ni recursos para hacerla posible. Incluso, unos cuantos preguntan si la innovación tiene alguna importancia. ¿Es la innovación un proceso?, ¿Es una estrategia?, ¿Es una meta por alcanzar, un equipo interfuncional o un proceso nuevo para el mundo?, ¿Es la innovación una técnica administrativa o una responsabilidad del liderazgo?. Cuando la innovación se hace bien, es todo esto y mucho más. Una organización verdaderamente innovadora desarrolla una actitud mental que penetra cada aspecto del negocio. No hay términos medios, ya que la innovación es una actitud penetrante, un sentimiento, un estado emocional, un compromiso continuo con lo novedoso, un conjunto de valores que obliga a ver más allá del presente y convertir esta visión en realidad.

La innovación es intangible, intuitiva, un estado de la mente, una actitud mental penetrante de pensamiento dirigido al futuro. Siendo esta una clave para ganar ventaja competitiva³⁹

39 Kuczarski Thomas. Innovación. Estrategias de Liderazgo para Mercados de Alta Competencia. Colombia. Mc Graw Hill, 1997.4.p

- Desde el contexto administrativo, Mintzberg ⁴⁰ plantea que “Innovar significa romper con los patrones establecidos” y “representa una parte sustancial o intrínseca de la organización”. Aplicando esta afirmación a la empresa, el autor expresa la necesidad de terminar con la estandarización de la coordinación; es decir, se deben evitar las estructuras burocráticas, en especial las rígidas divisiones del trabajo, la extrema diferenciación de las unidades, el comportamiento muy formalizado y el énfasis en la planeación de los sistemas de control.
- Según Jim Utterback del Michigan Institute of Technology (MIT) “la innovación puede ser concebida como la puesta en práctica inicial de una idea dentro de una cultura. Cuanto más radical sea una idea más traumático y profundo tenderá a ser su impacto. Sin embargo lo absoluto no existe; aquello que es nuevo y difícil de comprender se transforma en la “alta tecnología” de su época”.
- Para Gary Mc Graw, Presidente del Instituto de Investigación Industrial de Estados Unidos (IRI) “Innovar es un buen negocio”; por lo que “las empresas deben invertir en innovación lo que a su vez conduce al crecimiento económico y como consecuencia aumenta el bienestar de las personas y la sociedad”⁴¹
- Finalmente, la definición de innovación que entregó el Informe “Ciencia Tecnología e Innovación: Programas y Políticas en Chile”, realizado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y el Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (CIID) de Canadá, “La innovación es la introducción a un mercado (económico o social) de productos, procesos o servicios nuevos o mejorados”.

Podemos observar que las definiciones anteriores destacan los distintos campos de acción en los que se mueve la innovación los cuales van desde un contexto social, organizacional, tecnológico, empresarial y económico. Generando cambios en el mercado y en las formas de competir en estos; a su vez generan cambios internos profundos en la empresa alterando la estructura clásica organizacional (estructuras burocráticas, en especial las rígidas divisiones del trabajo, la extrema diferenciación de las unidades, el comportamiento muy formalizado y el énfasis en la planeación de los sistemas de control); estos cambios no sólo afectan a la empresa sino que también su entorno, pudiendo influir en las personas ya sea con los beneficios que de la innovación se desprendan o bien el impacto que esta cause. Por esto la innovación necesita considerar las limitaciones que impone el mercado ya sea desde el punto de vista económico tecnológico y social.

40 Mintzberg Henry y James Quinn. El Proceso Estratégico. Conceptos, Contextos y Casos. México, Prentice Hall Hispanoamerica S.A. 818p

41 Equipo Correo de la Innovación, Innovar es un Buen Negocio. Correo de la Innovación. Red para el cambio Año II número 5. 16p. – 20p, julio – octubre 1998.

La percepción y los supuestos que determinan el concepto de innovación van a depender del contexto en que se encuentre. Estos supuestos asocian a la innovación con ideas como: un proceso creativo de amplio alcance, la clave para obtener ventajas competitivas, romper con patrones establecidos, poner en práctica una idea dentro de una cultura, un buen negocio y por último introducir productos, procesos o servicios nuevos o mejorados a un mercado.

El hecho de considerar a la innovación como un proceso creativo de amplio alcance, muestra la trascendencia que esta tiene no sólo en quien realiza la innovación, sino que integra a numerosos elementos, sean tecnológicos, productivos, organizacionales, sociales y económicos.

El supuesto de que la innovación es una clave para ganar ventajas competitivas, sugiere la importancia que tiene ésta en un mundo en que las barreras económicas han sido derribadas y exige a las empresas responder en forma eficiente, efectiva y original ante los requerimientos de estos nuevos clientes y lograr distinguirse del resto de sus competidores.

Que la innovación sea considerada como un quiebre de los patrones establecidos, destaca la idea de que los cambios traen consigo la ruptura de las percepciones y concepciones de hacer y ver las cosas.

La percepción de que la innovación es una puesta en práctica de una idea dentro de una cultura resalta que la innovación es una herramienta útil, que no sólo es aplicable a procesos productivos y tecnológicos, sino que también es aplicada a un amplio rango de elementos que están insertos en la cultura.

Considerar que la innovación es un buen negocio, nos refleja el efecto que la innovación trae a la empresa, porque ésta reporta utilidades positivas, ya que con ellas se satisfacen las necesidades y requerimientos de los clientes, consiguiendo su preferencia a la hora de elegir sus productos. Y por otra parte, innovar en tecnologías o procesos trae consigo un aumento de productividad y ahorro en recursos, lo que se traduce, entre otras cosas, en una disminución de costos.

Por último se puede ver que el concepto de innovación en el ámbito gubernamental, refleja la realidad nacional, en el sentido que la innovación se asocia al concepto de incorporar productos, procesos o servicios ya existentes en otros mercados que al incorporarlos al mercado nacional son novedosos.

TIPOS DE INNOVACIÓN⁴²

Dentro del contexto de una empresa; la innovación, según algunos autores puede darse en los siguientes aspectos:

➤ Innovación Tecnológica

⁴² Para el desarrollo de este tema, se utilizó: Benavides Carlos. Tecnología, Innovación y Empresa. Ediciones Pirámide. Madrid.1998. 79p-97p.

- De producto.
 - Creación de un producto nuevo.
 - Innovación gradual de un producto existente.
 - Reformulación radical de un producto ya comercializado.
 - Nuevas utilidades de un producto.

- De proceso.
 - Creación de un nuevo proceso.
 - Introducción de una nueva materia prima, en el proceso de fabricación.
 - Nuevo sistema organizativo aplicado a la producción.
 - Otros tipos (ahorro de energía, mejoras en la logística, mejora en los sistemas, etc.).

- Innovación en métodos de gestión.
 - Introducción de nuevas tecnologías en el diseño.
 - Introducción de nuevos procedimientos en la organización, información y control.
 - Innovaciones comerciales.
 - Nuevos mercados geográficos.
 - Nuevos segmentos de mercado.
 - Cambios introducidos en la presentación y el acondicionamiento de los productos.

- Innovaciones sociales.
 - Creación de nuevas funciones.
 - Mejora de las condiciones de trabajo.
 - Formación de productos creativos.
 - Descentralización de las tareas.

- Innovación por su grado de novedad.
 - Radicales o de ruptura.
 - Incrementales.
 - Adaptativas.

El grado de novedad es un criterio muy utilizado en las clasificaciones sobre innovación, y se suele considerar que las innovaciones son radicales cuando su originalidad es elevada y resultan de aplicaciones fundamentalmente nuevas de una tecnología o se deben a una combinación original

de tecnologías ya conocidas e implican una ruptura con lo establecido. Las innovaciones incrementales son mejoras que se realizan dentro de la estructura existente y que no modifican sustancialmente la capacidad competitiva de la empresa a largo plazo. Finalmente, las innovaciones adaptativas suponen la adquisición de esfuerzos innovadores ya efectuados en otro contexto con el solo fin de captar su información y adaptarla a una situación concreta, por otra parte tratan de prolongar o remontar la curva del ciclo de vida de la tecnología, ampliando o regenerando una tecnología tradicional.

En lo expuesto anteriormente, se ha descrito cuál es la concepción sobre cuatro clases concretas de innovación: Innovación Tecnológica, Métodos de Gestión, Sociales, y según su Grado de Novedad. Desde este particular punto de vista, es importante, delimitar estas clasificaciones a la realidad nacional, ya que al hablar de "nuevos": productos, procesos, materias primas, tecnologías y/o funciones, no necesariamente se refiere al concepto de novedad mundial, sino que esta introducción puede ser novedosa tanto a escala nacional, sectorial y empresarial. También es importante connotar que el concepto de innovación desde el punto de vista de la Innovación Tecnológica de producto está estrechamente relacionada y en cierta medida redefine lo que se conoce como rediseño y diseño de productos, donde este último corresponde a la creación de nuevos y útiles al hombre.

INNOVACION, INVENCION Y DIFUSION

Se llama innovación tecnológica a todo cambio significativo de una tecnología que logra imponerse en el mercado o, en forma más general, que llega a emplearse en forma permanente por la sociedad. Distinguimos, por lo tanto, entre invento, etapa en la que se ha probado la factibilidad técnica de un nuevo producto o proceso, y una innovación, cuando ellos han logrado éxito en la fase de utilización. La distinción anterior origina una diferencia de óptica entre el empresario interesado en evaluar el costo y la rentabilidad de la innovación como una operación integral y la tecnología que tiende a concentrar su preocupación sólo en las etapas de investigación y desarrollo, las que habitualmente representan sólo una pequeña fracción del esfuerzo y costo total. El proceso de innovación ya no está centrado en el individuo creativo sino que ha pasado a ser un atributo organizacional. La empresa que opera en un mercado competitivo debe ser capaz de mantener una tasa sostenida de cambio técnico para lo que requiere crear en su esquema organizacional una función especializada en el manejo del factor tecnológico.

En la innovación podemos distinguir las actividades innovativas mayores que originan cambios en la frontera tecnológica y las innovaciones menores o incrementales, estas últimas corresponden al proceso de cambio técnico posterior a una innovación substancial, el que permite reducir costos y mejorar la calidad de un producto generalmente mediante cambios graduales y acumulativos.

Lo más importante es poder predecir el ritmo de la difusión.

Existen dos tipos de innovaciones:

- *Incrementales*: Son mejoras sucesivas a las que son sometidos los productos y procesos, ya que se aumenta la eficiencia, productividad, precisión, etc., ejemplo: microprocesadores.
- *Radicales*: Consisten en la introducción de un producto o proceso verdaderamente nuevo, es imposible que una innovación radical resulte de los esfuerzos por mejorar una tecnología existente.

Las transformaciones verdaderamente significativas surgen de la interrelación entre innovaciones, esto lleva a otras dos categorías en el análisis del cambio tecnológico:

- *Los sistemas tecnológicos*: Son constelaciones de innovaciones interrelacionados, ejemplo: a partir de las petroquímicas hacia las fibras sintéticas.
- *Revoluciones tecnológicas*: este viene del concepto innovación radical, ejemplo: ferrocarril, motor de combustión interna, en si han transformado el modo de vivir, producir, etc.

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Se hace necesario buscar algún método para que la industria incorpore innovaciones en los procesos y tecnología a los procesos productivos. Por esto, es prioritario que ésta incremente las innovaciones tecnológicas, para lo cual debe realizar Investigación y Desarrollo (I+D). No obstante, dicha actividad está estrechamente vinculada con la Gestión Tecnológica (GT) del país.

Dentro de este escenario tecnológico emergen tres grandes figuras que desde sus propias realidades y áreas de acción, intervienen automáticamente, ya que de alguna manera y en algún momento del proceso, sus acciones se entrecruzan o deberían entrecruzarse para lograr el objetivo de la innovación:

- *Gobierno*: la legislación, las restricciones y directrices.
- *Instituciones de Educación Superior e Institutos Tecnológicos*: la capacitación, preparación e investigación.
- *Los Empresarios o Sector Productivo*: quienes introducen la innovación en el mercado; el que impondrá las limitaciones y los requerimientos de la innovación.

TECNOLOGÍA, INNOVACION Y COMPETITIVIDAD

Las empresas que abren espacio a la innovación tienen más posibilidades de ser recompensadas por la expansión de sus ventas y más importante una mayor capacidad competitiva (I&D, Incorporación de tecnología).

La tecnología tardaba 10 años en el proceso de difusión, ahora tan solo 2 años. (En países desarrollados), pero los países en desarrollo la difusión tecnológica es lenta y peligrosa, ya que se ven directamente afectados, ejemplo: Área textil en países latinos.

Las innovaciones tecnológicas garantizan la sobrevivencia de una empresa.

Una empresa domina la variable tecnología cuando:

- Internaliza en todos sus niveles el proceso de innovación.
- Administra profesionalmente la función de I&D.
- Promueve el espíritu creador e innovador.

Las empresas invierten para:

- Buscar nuevas oportunidades
- Desarrollar una capacidad tecnológica nueva.
- Mejorar la calidad.
- Modernizarse.

¿Para qué todo esto?, para aumentar el ingreso, disminuir los costos, aumentar las ventas, etc.

SISTEMA TECNOLÓGICO: SU COMPLEJIDAD

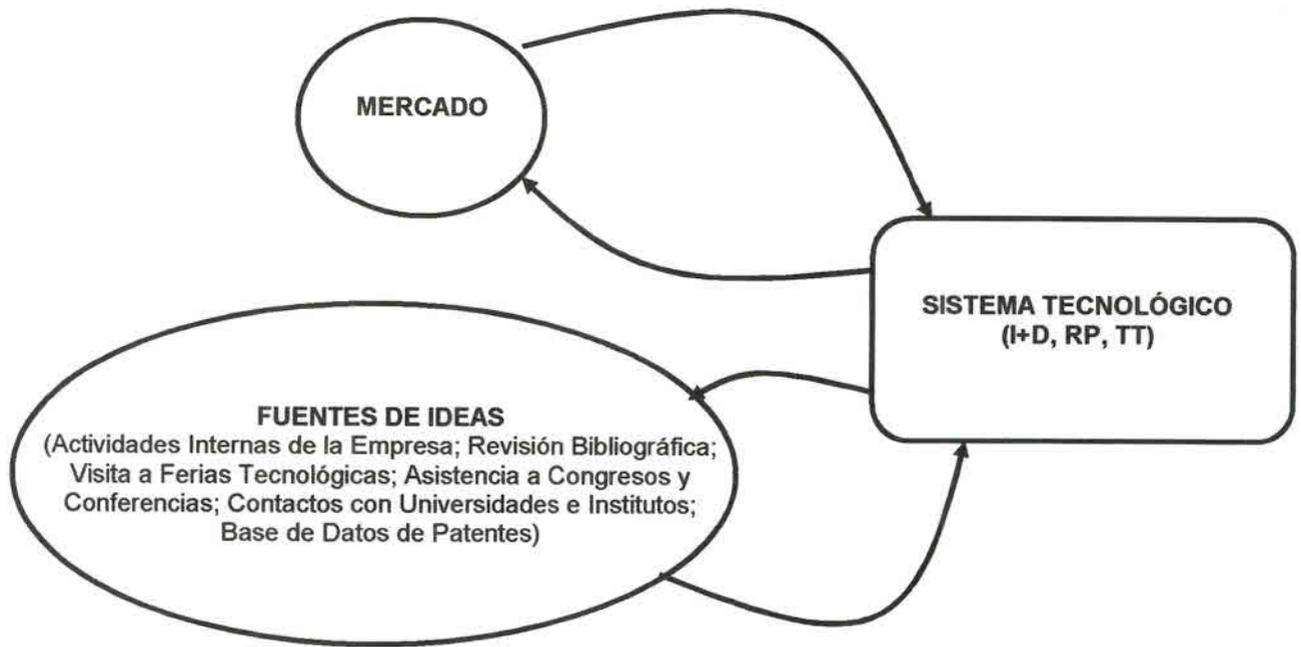
Con el fin de observar la complejidad del sistema tecnológico, se propone diferenciar entre "sistema de investigación y desarrollo" (I+D), "sistema de reproducción de productos" (RP) y "sistema de transferencia tecnológica" (TT).

Cuando una empresa realiza I+D o encuentra algún producto a través de la RP, necesariamente requerirá evaluar la necesidad de adquirir nueva maquinaria o proceso de fabricación. Esto significa que los sistemas de I+D y RP deberán interactuar con el sistema de TT, generando a su vez, entre estos tres sistemas una totalidad compleja que llamaremos "sistema tecnológico".

Todo proceso de creación de una innovación o pseudo-innovación normalmente parte con algún mecanismo generador de ideas, ya sea porque se descubre una necesidad en el mercado, insinuada por clientes o proveedores, o bien, porque sencillamente se trata de una empresa emprendedora que gusta del "riesgo" de innovar.

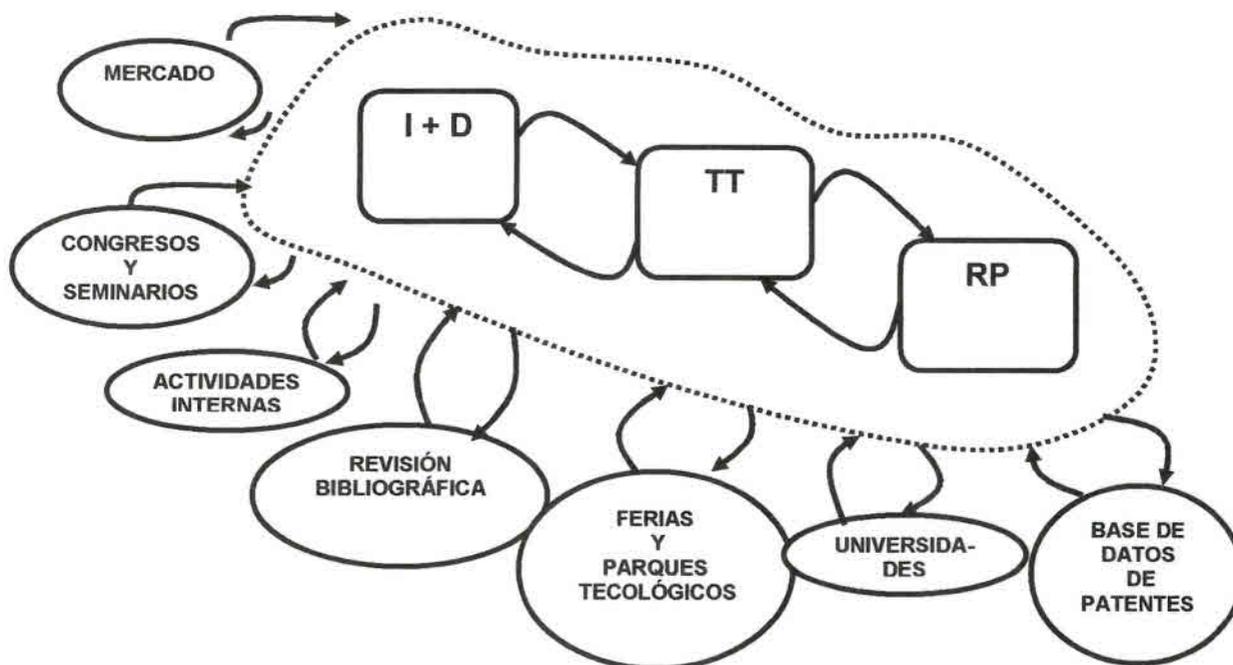
La siguiente figura muestra el Sistema Tecnológico, el cual interactúa con una fuente externa y el mercado (Nivel 0).

Sistema Tecnológico (Nivel 0)



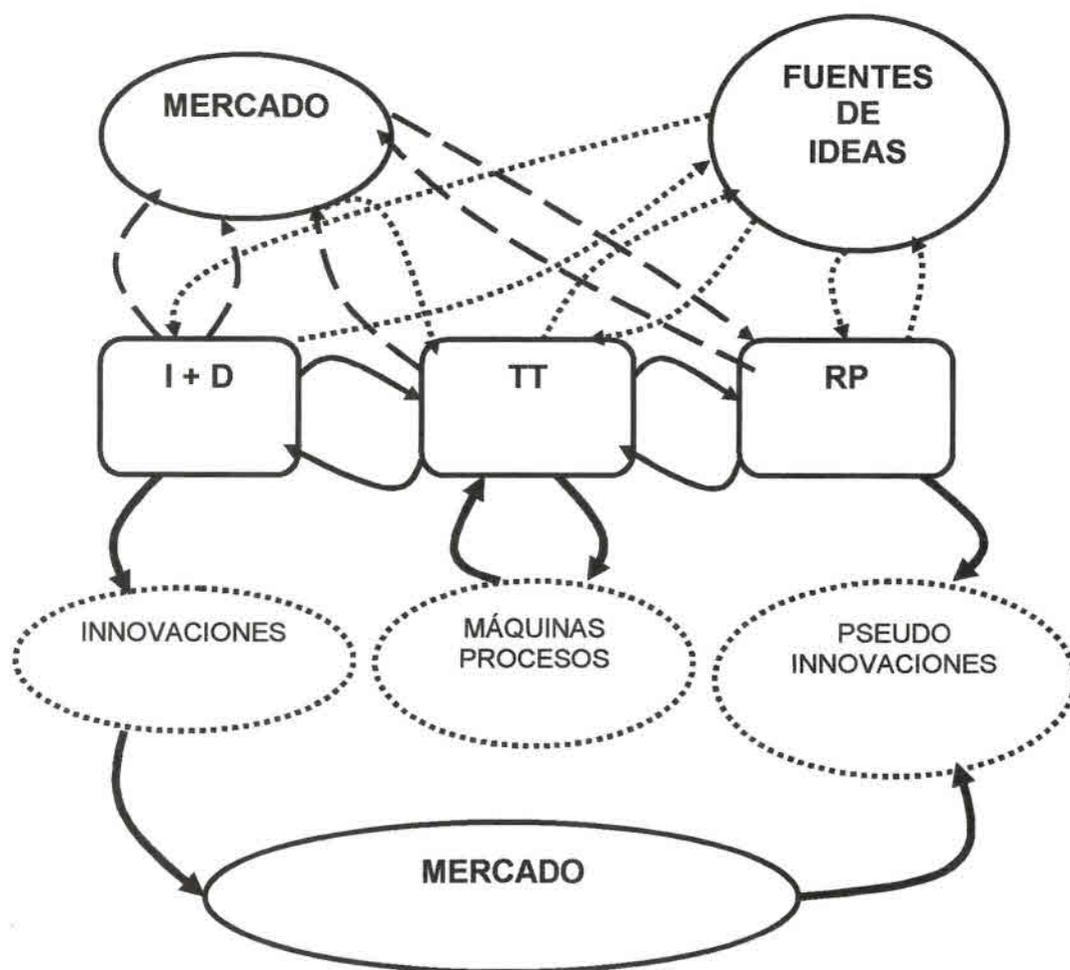
Desplegando las fuentes de ideas y el Suprasistema del Sistema Tecnológico, se tiene el Nivel 1 de complejidad mostrado en el siguiente esquema.

Despliegue de complejidad de las fuentes de ideas y del suprasistema del Sistema Tecnológico (Nivel 1).



Paralelamente, el Sistema Tecnológico, se ha desplegado en tres sistemas: a) sistema de I+D, b) sistema de RP y c) sistema de TT. El sistema de I+D está destinado a generar innovaciones de productos y el sistema de TT está destinado a detectar una tecnología desarrollada en otro lugar para traerla a nuestro país (transferirla), la cual servirá para la fabricación de ese producto innovado, en caso que las características del nuevo producto así lo requiera. Es por esto último, que en la figura se muestra una interacción entre ambos sistemas. Asimismo, el sistema de RP está destinado a detectar productos ya conocidos en otros mercados (por ejemplo: Europa, Asia y Estados Unidos), y que eventualmente, pueden ser una buena oportunidad de negocio para los empresarios locales. A este último tipo de productos ya conocidos en otros mercados y que son desconocidos en el país receptor, es lo que hemos llamado "pseudo-innovaciones". Al igual que para el sistema de I+D, el sistema de RP interactúa con el sistema de TT para detectar una tecnología desarrollada en otro lugar y traerla a nuestro país (transferirla), la que servirá para la fabricación de ese producto pseudo-innovado o reproducido, en caso que las características de dicho producto así lo requieran.

La siguiente figura muestra el despliegue de complejidad (Nivel 2) del diagrama mostrado en la figura anterior. Reducción de la complejidad de la fuente de ideas y de los sistemas de I+D, RP y de TT (Nivel 2).



Los sistemas de I+D, RP y TT, procesan las ideas provenientes de las fuentes (Actividades Internas de la Empresa; Revisión Bibliográfica: revistas especializadas, libros técnicos, etc.; Visitas a Ferias y Parques Tecnológicos; Asistencia a Congresos y Conferencias; Contactos con Universidades e Institutos; Base de Datos de Patentes) y del Mercado, para luego transformarlas en innovaciones y pseudo innovaciones cuyo destino final es el mercado. Nótese que el mercado tiene dos roles diferentes, uno como fuente de ideas y otro como destinatario final de los productos innovados y reproducidos. Las máquinas y procesos obtenidos del sistema de TT no van directamente al mercado, sino que ellos son utilizados en la fabricación de los productos antes señalados. Aquí suponemos que la empresa no hará negocio con la TT, es decir, las máquinas y procesos transferidos serán un elemento más en la empresa.

GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La gestión tecnológica comprende el conjunto de decisiones en la empresa sobre la creación, adquisición, perfeccionamiento, asimilación y comercialización de las tecnologías requeridas por ella. Se ocupa, por lo tanto, de la estrategia tecnológica de la empresa: de los procesos de investigación y desarrollo, innovación y transferencia de tecnología; de los cambios técnicos menores y de la normalización y control de calidad.

La importancia asignada a la gestión tecnológica varía fuertemente de una empresa a otra. Esto se refleja en la amplitud de la preocupación por estas materias al interior de la unidad de producción respecto a la cual es posible distinguir tres fases:

La primera fase, la tecnología constituye solamente una preocupación del área de producción.

La segunda fase, considera la participar otras áreas. Por ejemplo, la dirección superior define una estrategia tecnológica para la empresa; finanzas interviene en los gastos originados por acuerdos de licencias y asistencia técnica; personal define modalidades especiales para la contratación y perfeccionamiento de profesionales altamente capacitados.

La tercera fase, la preocupación por la tecnología envuelve prácticamente a todas las áreas especializadas de la empresa, coordinadas por una de ellas. La tecnología es vista por la empresa en su totalidad como una variable instrumental que puede ser controlada para lograr los objetivos que ella se ha propuesto.

En el ámbito de los proyectos de ingeniería, se puede decir que estos se caracterizan por una utilización intensiva de diversas tecnologías que permiten desarrollar los productos, procesos o servicios objeto de cada uno de los proyectos. En muchos casos, si no existe el conocimiento tecnológico suficiente no se podrá realizar el proyecto e implicará previamente acceder y disponer de la misma con el nivel de conocimiento adecuado. Debido a ello, las empresas dedicadas fundamentalmente a la realización de proyectos deben disponer de las tecnologías adecuadas que permitan su desarrollo (así como conjuntos de proyectos empleando tecnologías similares). Ello implica disponer de los procesos de gestión adecuados para su identificación, evaluación, selección, adquisición, incorporación a la empresa, optimización y mejora continua.

La gestión de la tecnología es una poderosa herramienta que se enmarca dentro de los procesos generales de innovación al que están sometidas todas las empresas. Cada vez en mayor medida, el *control del recurso tecnológico* proporciona una ventaja competitiva a las organizaciones, sobre todo en aquellas en las que se integra en la estrategia general de la propia organización. Y esto es mucho más importante para el caso de organizaciones dedicadas a la generación de productos o servicios en *sectores de alta tecnología* en las que el periodo de validez de una tecnología concreta (en términos de adecuación y rendimiento comparativo con otras competidoras) es cada vez más reducido (ciclos de producto más cortos).

ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

Considerando que los proyectos de ingeniería requieren el concurso de diversas tecnologías y que una determinada tecnología es utilizada en más de un proyecto. El escenario que enfrentan las organizaciones que realizan múltiples proyectos las conduce a gestionar el recurso tecnológico de una manera integral, y no ligada a un proyecto determinado. En muchos casos, se piensa en necesidades futuras por lo que se puede incorporar tecnología que aún no se va a utilizar. Ello constituye la estrategia tecnológica de la organización. La estrategia tecnológica implica la definición de un conjunto de procesos de gestión específicos adaptados a la tecnología de que se trate para identificar, evaluar, seleccionar, adquirir, asimilar y utilizar eficientemente, procesos que no terminan cuando ésta es adquirida e incorporada a los proyectos que se ejecuten. Generalmente, es necesario evaluar su uso o proceder a optimizaciones de la misma. En algún momento hay que tomar la decisión de retirarla por obsolescencia u otros motivos.

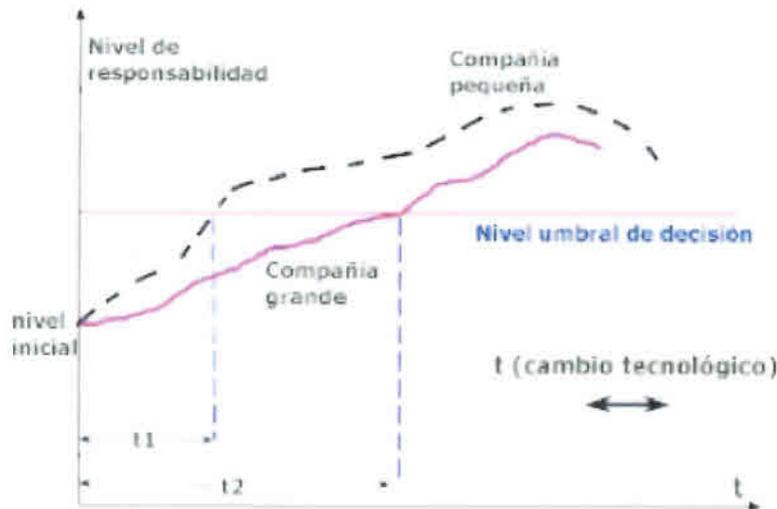
La búsqueda de la ventaja tecnológica se resume en dos tipos de actuaciones:

- Un esfuerzo multifacético para conseguir la integración de la tecnología en la estrategia general del negocio, y entre la tecnología y las necesidades de los clientes a los que se pretende servir.
- Un aumento de los esfuerzos para potenciar la tecnología propia recurriendo a un mayor número y variedad de fuentes tecnológicas externas.

Las decisiones relativas a la adopción de una tecnología las toman las personas: directivos con el nivel de responsabilidad adecuado para ello. Por lo tanto, para conseguir la ventaja tecnológica es necesario integrar la tecnología en la estrategia empresarial implicando a los directivos. Es evidente que estos niveles y la experiencia y mecanismos para ello cambian mucho de una empresa a otra. Al menos, desde dos puntos de vista:

- *Estructura organizativa*: tamaño de la empresa. Las empresas grandes tienden a formalizar la adopción de una tecnología e incluso los mecanismos por los que se evalúan las tecnologías potencialmente adoptables. Por el contrario, las empresas pequeñas tienen más facilidad de poner en marcha los mecanismos de transferencia (casi siempre derivados de la incorporación de tecnología externa).
- *Cultura de la innovación*: Europa frente a EEUU. La cultura de la innovación se manifiesta en los mecanismos de "recompensa social" que se otorga a los innovadores. La aceptación del fallo como algo positivo es más común en países como EEUU e Israel que en los países europeos.

La figura muestra un aspecto de la cultura de la innovación: el tiempo que se tarda en alcanzar el nivel de responsabilidad para tomar decisiones sobre la tecnología que se ha adquirido. En aquellas organizaciones en las que ese periodo es muy largo (mucho más que el periodo para que la tecnología a adoptar sea muy diferente a la utilizada en el proceso formativo de la persona que decide la adopción), no existe una compenetración adecuada con ella. Es difícil valorar las dificultades existentes en la toma de decisión.

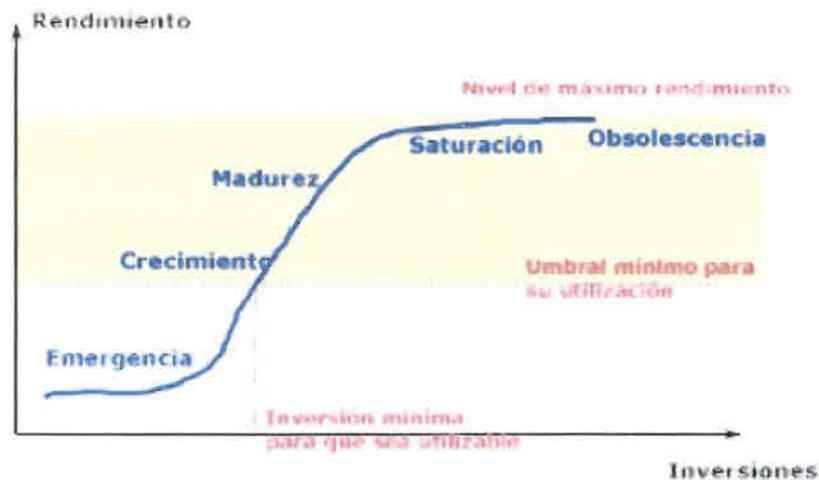


DESARROLLO DE UNA TECNOLOGÍA. CURVA EN "S".

Globalmente, podemos diferenciar cinco fases o estados diferentes en el desarrollo de la tecnología:

1. *Emergente*. La tecnología parece prometedora.
2. *Crecimiento*. La tecnología va madurando haciéndose más útil.
3. *Madurez*. Ha alcanzado su nivel de rendimiento adecuado para su incorporación a todo tipo de proyectos.
4. *Saturación*. No es posible mejorar más su rendimiento.
5. *Obsolescencia*. Tras un periodo en saturación, la tecnología se hace obsoleta porque el rendimiento comparativo con otra posible tecnología competidora la convierte en perdedora.

La figura representa una típica "curva en S" que generalmente surge cuando se representa la evolución del rendimiento obtenido en un dominio de aplicación con el uso de una tecnología que se obtiene con el tiempo o con las inversiones realizadas (en la figura se indican las inversiones). El límite se refiere a nivel óptimo de uso o de máximo rendimiento de la tecnología en cuestión.



Todas las tecnologías presentan una curva de desarrollo en forma de "S" en la que con el tiempo (y las inversiones efectuadas) mejora la productividad obtenida en su aplicación. Pero no es sencillo prever el desarrollo de una tecnología en los próximos años y su impacto en los mercados no son sencillas. El caso del comercio electrónico sobre Internet, hoy en día evidente, no aparecía claramente en las predicciones de hace una década. Únicamente de las tecnologías obsoletas se conoce perfectamente su "curva en S". ¡Lo que no es evidente es anticipar el futuro!

CLASIFICACION DE TECNOLOGÍAS

Clasificación desde el punto de vista de la ventaja competitiva

- *Tecnologías clave:* Son aquellas que la empresa domina completamente y que hacen que mantenga una posición de dominación relativa frente a sus competidores en un cierto mercado (sector) y tiempo.
- *Tecnologías básicas:* Son aquellas tecnologías consolidadas que se requieren para el desarrollo de los productos de la organización pero que no suponen ninguna ventaja competitiva porque también son perfectamente conocidas por los competidores.
- *Tecnologías emergentes:* Son aquellas tecnologías inmaduras (posiblemente en las primeras fases de su desarrollo) en las que la empresa que consideramos está aportando como base para constituirse en tecnologías clave si sus desarrollos satisfacen las expectativas puestas en ellas. Se asume con ellas un riesgo elevado.

Clasificación desde el punto de vista de utilización en el proyecto

- *Imprescindibles:* Cuando sin ellas no se puede realizar. Si estas tecnologías no se conocen (o no suficientemente) en la organización deberán adoptarse las medidas adecuadas para incorporarlas a la organización.
- *Convenientes:* Cuando el proyecto se realiza mejor en el caso de disponer de ellas.
- *Auxiliares:* Cuando tienen un papel secundario y se puede realizar el proyecto sin ellas. Estas pueden ahorrar tiempo y costo pero afectan poco a las prestaciones del sistema.

Clasificación del punto de vista de su aplicación

- *Tecnología de producto:* tiene que ver con el cumplimiento de las normas, especificaciones y requisitos generales de calidad, presentación que debe cumplir un bien o un servicio.
- *Tecnología de equipo:* requisitos de equipos para cumplir con un bien o un servicio.
- *Tecnología de procesos:* requisitos de normas (procedimientos) para cumplir con ciertas características de un bien y/o servicio.
- *Tecnología de operación:* Tec. de equipo + Tec. de producto + Tec. de procesos.

Clasificación del punto de vista de su incorporación y no incorporación

En su fase de utilización en el proceso productivo la tecnología se presenta en dos formas principales:

- *Tecnologías incorporadas en bienes físicos:* equipos e instrumentos, componentes intermedios o materias primas.
- *Tecnologías no incorporadas:* diseño, planos, patentes, manuales, procedimientos, etc.

Usando expresiones de la computación podemos decir que una tecnología productiva combina una determinada proporción de hardware (tecnología incorporada en equipos) y software (tecnología no incorporada).

En las personas la tecnología no sólo se encarna en forma de conocimiento intelectual sino como un conjunto de destrezas, habilidades y actitudes, de ahí que se haya afirmado que la descripción técnica de procesos y productos representa sólo la parte visible del iceberg tecnológico, el resto está formado por las experiencias y conocimientos implícitos de quienes han desarrollado, adaptado y utilizado tecnología.

Esos últimos elementos esenciales de una cultura tecnológica, la que no se adquiere a través de un acto aislado como la suscripción de un contrato de licencia, sino mediante un proceso prolongado que lleva a la asimilación, al dominio real de una tecnología. Sólo a través de dicha asimilación se logra un manejo efectivo de una tecnología, llegando a poder modificarla en función

de cambios en las condiciones ambientales.

Clasificación del punto de vista de su pertinencia

Tecnologías apropiadas: son aquellas que contribuyen al desarrollo económico y social de una comunidad, maximizar el bienestar social. Para decidir si una tecnología es o no apropiada se consideran generalmente tres grupos de factores:

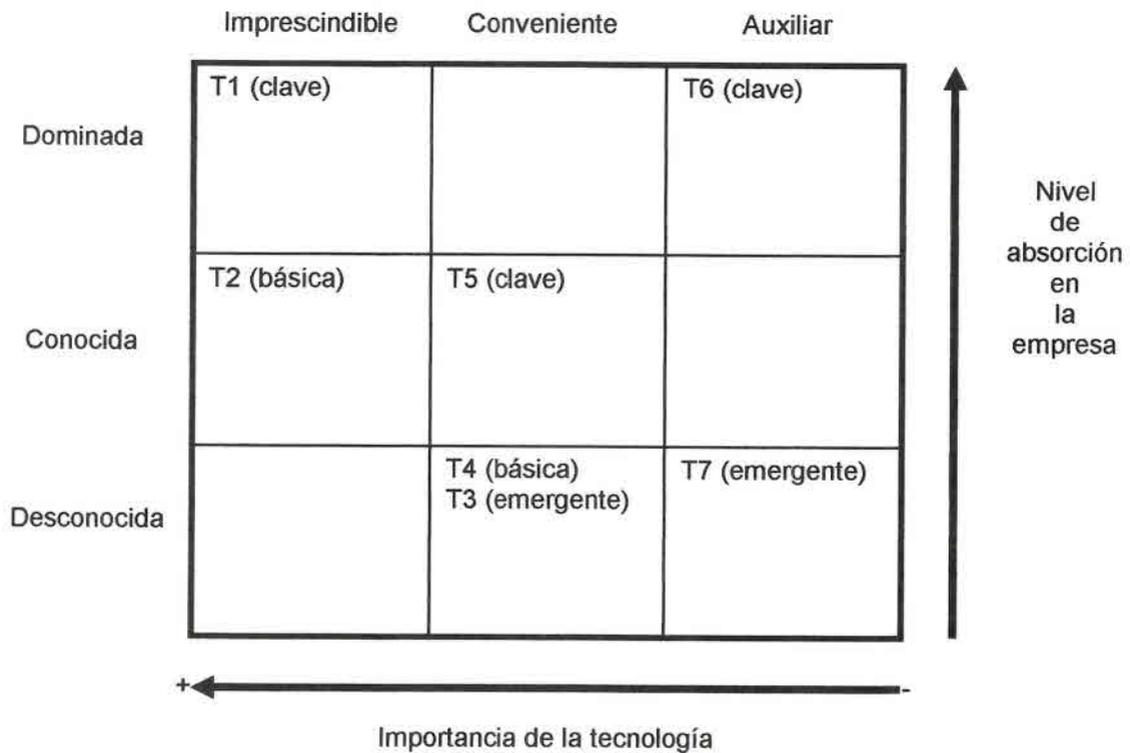
- Las metas nacionales de desarrollo.
- La dotación del país en recursos humanos y naturales.
- Las condiciones ambientales tales como estructura social, sistema político y tradiciones culturales.

ESCENARIOS FRENTE A LA TECNOLOGÍA

El esquema representado a continuación muestra un "mapa" de la situación de una determinada empresa frente al recurso tecnológico. Se han representado en el esquema tres elementos complementarios:

- El nivel de absorción de una tecnología en la organización (con tres niveles diferenciados: desconocida, conocida y dominada).
- La importancia relativa de una tecnología para la realización de un proyecto concreto.
- La situación estratégica de la tecnología en la organización desde el punto de vista de la ventaja competitiva que otorga a la organización considerada.

En el mapa se consideran, además, simultáneamente siete tecnologías diferentes y que, por ejemplo, ninguna de las imprescindibles para el desarrollo de un proyecto es desconocida aunque alguna de ellas (T2) no es dominada y además resulta que es básica y la conocen todos los competidores. Eso supone una situación de "debilidad" que deberá ser corregida como parte de la estrategia de gestión del recurso tecnológico que tenga esa empresa.



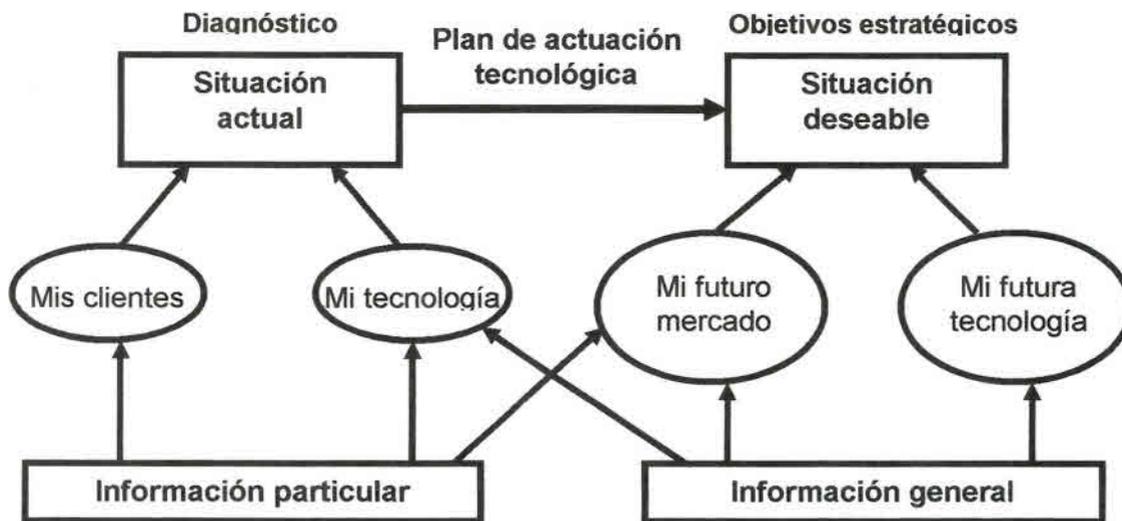
Del análisis de este mapa debe surgir una determinada estrategia de la organización para la gestión del recurso tecnológico (de todas las tecnologías implicadas). La estrategia es la base para la asignación de recursos humanos y materiales.

La gestión de la tecnología conlleva los siguientes temas:

- Plan de Actuación Tecnológico (PAT)
- Diagnóstico Tecnológico (DT)
- Transferencia de Tecnología (TT)

Plan de actuación tecnológica -PAT

Determinar las acciones a realizar con el recurso tecnológico a corto, medio o largo plazo, se concreta en la elaboración de un "Plan de Actuación Tecnológico" para la organización. Estos planes de actuación son elaborados por altos directivos de la organización y, en algunos casos, por un directivo específico a cargo del recurso tecnológico (depende de la organización y del peso relativo que tiene la tecnología en sus actividades). La combinación de ambos tipos de información, del que se derivan una serie de estrategias generales y particulares, es lo que permitiría disponer de un PAT adecuado a la organización en cuestión.



Se distingue entre:

- *Estrategias generales:* adoptan un punto de vista amplio y permiten conocer la evolución de las tecnologías (las que dispongo en la organización y otras desconocidas a ella), así como la evolución del mercado en el que se van a emplear en función de unos objetivos estratégicos de la organización. Con ello, se determinaría el lugar que se desea alcanzar en un plazo "razonable". Obsérvese en el gráfico anterior que mi mercado futuro puede estar constituido por clientes distintos de los actuales y basarse en una gama diferente de productos o servicios. Están encaminadas al medio o largo plazo, y en las que se encuentran las grandes líneas de actuación.
- *Estrategias particulares:* se refiere a las tecnologías que se usan actualmente y las necesidades de los clientes de la organización. Con ello, es posible conocer hasta qué punto estoy usando correctamente un conjunto de tecnologías para atender las necesidades de los clientes a través de los productos, procesos o servicios que ofrezco. Si ese análisis se pudiera hacer de forma comparativa con otras organizaciones permitiría valorar la posición relativa de la organización. Estas estrategias están ligadas a la toma de decisión concreta para la asignación de recursos, adquisiciones concretas de tecnologías y determinar las actividades que se pueden realizar. Téngase en cuenta que decisiones del tipo "nos debemos olvidar de una determinada tecnología porque no tenemos los recursos suficientes ni la formación adecuada en nuestro personal" supone una limitación consciente del tipo de actividades que se puede realizar. También es importante destacar que la ejecución de un PAT implica dedicar fuertes recursos cuya amortización puede ser muy dilatada en el tiempo.

Diagnóstico tecnológico

La gestión de la tecnología se concreta en diversos procesos de toma de decisión basados en la disponibilidad de información actualizada de la situación en la que se encuentra la organización en cuestión y la posición que se desea ocupar en un determinado momento futuro. Este conjunto de decisiones se enmarca en las actividades incluidas en el denominado Plan de Actuación Tecnológica. Para ello, la aprobación de un PAT requiere disponer de un diagnóstico de la situación de partida en lo que se refiere al uso de las tecnologías disponibles (y las que se utilizan por otras organizaciones competidoras o aliadas con la nuestra) en relación con los requisitos de sus clientes y las necesidades de los productos o servicios que se desarrollen, y de unos objetivos definidos teniendo presente el papel de la tecnología como base de la competitividad futura de la organización. Determinar la situación en la que se encuentra una organización en lo que se refiere al uso de las tecnologías no depende únicamente de disponer de un conjunto de datos sobre cada una de ellas, sino de la valoración que se puede hacer de ello. Y esta valoración nunca es totalmente objetiva. Todas las tomas de decisión implican un riesgo que debe ser también evaluado.

La valoración de la situación ligada al diagnóstico está en función de tres elementos básicos:

1. La evolución temporal que ha tenido el uso de la tecnología en la empresa en un determinado periodo (generalmente referido a todas las tecnologías empleadas por la organización).
2. La situación relativa con respecto a los competidores tanto en las tecnologías empleadas (no suelen existir grandes diferencias) como en la forma en la que éstas se utilizan (mejores prácticas de uso).
3. La adecuación a los objetivos concretos relacionados con los productos, procesos o servicios a los que se dedica la organización.

Pero conocer con la mejor precisión posible la situación en la que se encuentra una organización (diagnóstico tecnológico) no permite contestar directamente a la pregunta de a dónde quiero llegar en un determinado plazo. Un diagnóstico en sí mismo es completamente inútil si se queda sólo en ello. Su utilidad depende directamente de los objetivos que se planteen. El problema reside precisamente en saber determinar los objetivos y elaborar un conjunto creíble de acciones que permitan cubrirlos en plazo y costo: un PAT.

¿Quién realiza el diagnóstico?

No es sencillo diagnosticarse a sí mismo. Aunque es evidente que en muchos casos, es la propia empresa la que posee la información adecuada (y en detalle sólo es ella quien puede disponer de esa información) le puede faltar experiencia, conocimiento del contexto, voluntad de introspección o método para llevarlo a cabo de una manera eficiente.

Debido a ello, los procesos de diagnóstico tecnológico suelen completarse con el apoyo de organizaciones externas (por ejemplo, consultoras) especializadas y que realizan ese proceso bajo ciertas garantías de confidencialidad para una organización concreta.

Las administraciones públicas, por otro lado, han deseado impulsar los procesos de diagnóstico tecnológico en organizaciones con menores recursos tecnológicos (por ejemplo, PYME) con el objetivo de robustecerlas tecnológicamente y reducir sus costos de diagnóstico o vigilancia tecnológica. Eso se puede hacer involucrando a las organizaciones empresariales (que en algunos casos actúan independientemente del apoyo de las administraciones) o a determinados organismos públicos de promoción tecnológica creados, entre otras razones para fortalecer la posición tecnológica del tejido industrial.

En España, y referido al sector de las TIC, tanto ANIEL como SEDISI o COTEC son organizaciones empresariales que organizan encuentros, grupos de trabajo, difusión de información, etc. para sus empresas asociadas. Por parte de las administraciones públicas el CDTI promueve también esta cultura.

Transferencia tecnológica

La expresión transferencia tecnológica (TT) ha sido utilizada para designar diversos fenómenos, en algunas ocasiones ella se refiere al flujo tecnológico que va de los países industrializados a aquellos en vías de desarrollo, en otras, al paso del conocimiento de la fase de laboratorio y planta piloto a la fase de producción industrial. Una acepción más amplia incluye en la transferencia a todas las formas de importación de conocimiento aplicado.

Desde el punto de vista económico de un país se entiende por transferencia tecnológica a la importación onerosa del conocimiento técnico requerido para establecer y operar nuevas plantas productoras o para ampliar mejoras existentes. De acuerdo a esta definición no se incluye en dicho concepto las importaciones sin costo, ni el proceso de difusión al interior de un país, no obstante, en un sentido más amplio del término, si estarían incluidas.

La transferencia tecnológica en una organización

La TT en una empresa puede ser entendida y analizada cómo un proceso de gestión del recurso tecnológico, proceso que debe tener presente el estado de las tecnologías que posee la organización y conocer la existencia de otras tecnologías competidoras posiblemente superiores a las usadas. con ello se definen los objetivos estratégicos y se elabora los planes de acción en materia de tecnología. no obstante, la toma de decisión sobre si una determinada tecnología debe ser sustituida por otra, no disponible previamente, o la simple incorporación de la tecnología a la organización, no resuelve el problema de conocer cómo se realiza el proceso NI tampoco su éxito o fracaso.

En muchos casos, la adopción de una nueva tecnología culmina en un fracaso porque la nueva tecnología no satisface las expectativas creadas o es rechazada por la organización.

Una vez detectada la tecnología, es necesario también identificar la fuente de la misma. Supongamos que esa fuente implica a otra organización que la posee. Las condiciones del proceso se reducen a determinar el grado de conocimiento objetivo de la nueva tecnología y el papel que

jugará en el futuro. Asimismo, será necesario indicar el plazo en el que la tecnología se piensa adoptar.

Aunque normalmente se habla de que una organización ha adoptado una determinada tecnología, la realidad es que el proceso de adopción se circunscribe a una o varias unidades organizativas. El resto de las unidades de la empresa permanece prácticamente alejado de este proceso. Esta distinción es importante porque las presiones para la adopción de una tecnología pueden ser internas a la organización (caso típico de una multinacional en la que las empresas "filiales" en un determinado país asumen decisiones de cambio de tecnología que son promovidas por la casa matriz situada en otro país), o externas (por ejemplo, cuando del análisis del mercado y de los competidores se acelera un proceso de adopción de una nueva tecnología). Una vez determinadas QUE unidades organizativas han adoptado la tecnología en cuestión, Se puede comenzar el proceso de difusión interna de la tecnología hasta alcanzar al conjunto de unidades y personas que deben conocerla.

Imaginando la situación dentro de una unidad organizativa cualquiera, se tiene el siguiente ejemplo. En una unidad se está utilizando una tecnología (tecnología fuente) y de acuerdo con las decisiones tomadas en la organización (ligadas al Plan de Actuación Tecnológico) se acuerda sustituir ésta por otra tecnología (tecnología objetivo). El proceso de paso de la tecnología fuente a la tecnología objetivo es lo que se denomina "transferencia de tecnología" que termina cuando la nueva tecnología es usada de manera rutinaria (es apropiada por la organización) para realizar las actividades propias de la unidad organizativa receptora, en el caso de éxito, o cuando se certifica el fracaso de la adopción y la tecnología no se incorpora.

GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

“La capacidad de innovar constituye un recurso más de la empresa al igual que sus capacidades financieras, comerciales y productivas y debe ser gestionado de una manera rigurosa y eficiente”

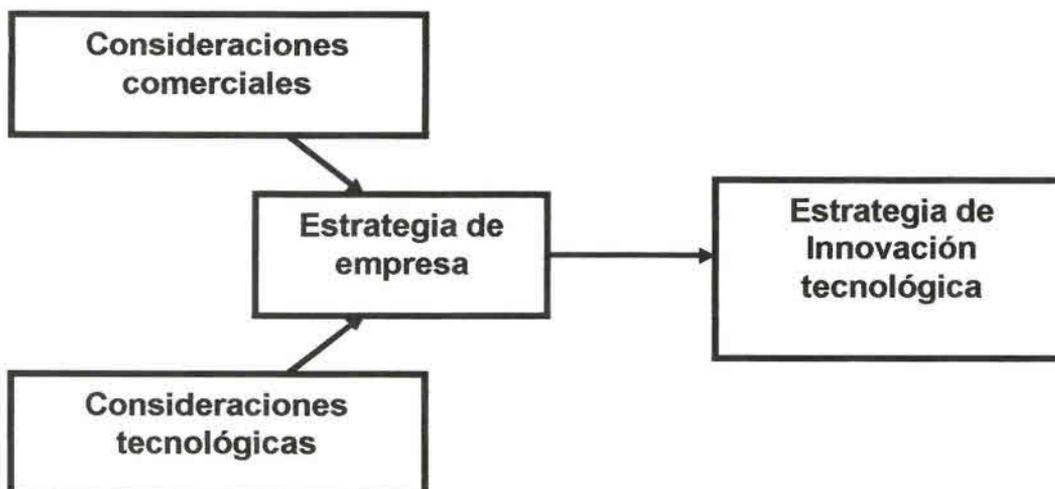
(Tomado de Pavón e Hidalgo)

Se puede definir la gestión de la innovación tecnológica como el proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el objetivo de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes, y transferir esas mismas ideas a las fases de fabricación y comercialización.

"En la mayoría de las empresas de alta tecnología, la única constante es el cambio constante", aseguran Maidique y Hayes. No se pueden establecer relaciones causa-efecto duraderas y estables en las empresas, pues el factor tecnológico se caracteriza por su gran dinamismo y mutabilidad. Pero también es cierto que la innovación, cuando es operativa, casi nunca es espontánea, y por lo tanto es importante su planificación y la incorporación de la dimensión tecnológica a la estrategia general del negocio.

La estrategia de gestión de la tecnología de una empresa suele desarrollarse teniendo presente tres elementos o ejes complementarios:

- Mercados
- Tecnologías
- Clientes



Es un error común hacer que la estrategia de la empresa y la estrategia tecnológica vayan por separado.

La estrategia tecnológica no es más que uno de los elementos necesarios para definir la estrategia de innovación tecnológica. No basta con determinar cuáles son las tecnologías que se deberían adquirir y cómo (actuaciones incluidas en el Plan de Actuación Tecnológica) sino también qué productos se desea introducir en el mercado.

La estrategia habitual suele ser la de fijar productos o mercados y resolver en los dos ejes restantes. De esta forma, la tecnología es un “comodín” que se fija una vez se conocen los mercados y los clientes. Si no se dispone de ella, se compra. Parte del hecho de que suele ser más difícil cambiar de mercado que de tecnología.

El punto de vista contrario lo determina la estrategia en árbol tecnológico, que consiste en fijar la tecnología y buscar luego productos y mercado. Este enfoque es el seguido por líderes tecnológicos en casos de productos de alta tecnología, si bien se trata de un enfoque muy arriesgado en mercados no controlados.

Consideraciones tecnológicas

Es necesario responder a estas preguntas para tener clara la estrategia a seguir:

- ¿Qué está sucediendo?
- ¿Qué tecnologías se pueden desarrollar?
- ¿Dónde está nuestro activo tecnológico?
- ¿Cuáles son las tendencias y las previsiones?



Funciones básicas de gestión de la innovación

Toda buena gestión de la innovación debe contener una serie de funciones básicas que aseguran, de un determinado modo, resultados positivos en el esfuerzo por una innovación potente y sólida. A continuación se representa una tabla con la descripción de esas funciones y las herramientas para conseguirlas.

FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA
INVENTARIAR	Conocimientos de las capacidades tecnológicas que se dominan.	Matriz "Tecnología / Producto".
VIGILAR	Alerta sobre la evolución de la nueva tecnología. Vigilancia de la tecnología de los competidores (benchmarking tecnológico).	Función de Alerta Tecnológica.
EVALUAR	Determinar la competitividad y el potencial tecnológico propio. Estudiar las posibles estrategias.	Matriz "Atractivo tecnológico / Posición tecnológica".
ENRIQUECER	Aumentar el patrimonio de la empresa vía inversión en tecnología propia, ajena o mixta.	Matriz de accesos a la tecnología.
OPTIMIZAR	Emplear los recursos de la mejor manera posible.	Explotación sistemática de tecnologías en otros sectores: los "racimos o árboles tecnológicos".
PROTEGER	Protección de las innovaciones propias y actualización constante de los conocimientos.	

Actualmente, existen una serie de tendencias en la forma de gestionar la innovación que vienen condicionadas por el entorno exterior, que es el que más suele influir en los procesos. Las más importantes son:

- Procesos de innovación más rápidos y más continuos frente a la globalización de la demanda.
- Aumento de productividad y velocidad en procesos de innovación gracias a las TIC.
- Creciente utilización de recursos tecnológicos externos y compartidos.
- Acortamiento del ciclo de vida de los productos.
- Velocidad del cambio tecnológico y acercamiento de las fronteras tecnológicas.
- Constitución de equipos virtuales y alianzas como respuesta al mercado globalizado.

Por otra parte, se pueden definir una serie de actitudes que contribuyen al éxito en la gestión de la innovación, como

- Preocupación por evaluar la eficiencia de la innovación.
- Establecer buenos canales de comunicación internos y externos.
- Integrar la innovación a nivel corporativo, involucrando a todas las áreas funcionales de la organización.
- Implantar procesos de planificación y control de proyectos.

- Implantar procedimientos de control de calidad y de eficiencia en el desarrollo de tareas.
- Fuerte orientación al mercado involucrando al consumidor en el proceso de desarrollo del producto.
- Proporcionar un buen servicio de atención al cliente.
- Desarrollar un estilo de dirección basado en el liderazgo, motivación y el compromiso con el desarrollo del capital humano de la organización.

Veamos los factores de éxito más importantes y 6 claves básicas en el arte de gestionar la innovación.

Factores que afectan a la innovación de éxito

El primer punto es que la innovación = invención + explotación. El proceso de invención cubre todos los esfuerzos dirigidos a crear nuevas ideas y ponerlas en funcionamiento. El proceso de explotación supone las fases de desarrollo comercial, de aplicación y de transferencia, lo cual incluye la orientación de las ideas o de las invenciones hacia objetivos específicos, la evaluación de dichos objetivos, la transferencia de los resultados de investigación y/o desarrollo, y la futura utilización y difusión de dichos resultados.

La invención está determinada por el descubrimiento de algo nuevo, normalmente en el laboratorio. Por el contrario, la innovación está determinada por la transformación de lo que se ha inventado, tanto en los procesos de fabricación como en el mercado.

La innovación tecnológica es un proceso que pasa por diversas fases, con variaciones significativas tanto en la actividad principal como en las cuestiones auxiliares. Lo que presenta más dificultad es establecer esas fases y su división de manera exacta, como se sugiere en el apartado del modelo. La clave es que la actividad en cada fase está organizada para la búsqueda de respuestas a diferentes cuestiones.

Otro punto básico es que la innovación se produce mediante los esfuerzos técnicos desarrollados dentro de la organización, pero con una gran interacción con el entorno exterior, tanto tecnológicos como de mercado. La búsqueda proactiva de elementos técnicos o de mercado aprovechables, así como de información obtenida de fuentes externas, son aspectos muy importantes de innovación tecnológica. Todos los estudios realizados sobre innovaciones de éxito han mostrado que los innovadores fueron muy receptivos a las necesidades de los clientes y la actividad de los competidores, y utilizaron contribuciones significativas de tecnología externa.

Se pueden establecer tres apartados para realizar un modelo sinóptico de los factores que afectan a la innovación de éxito: personal, estructura, y estrategia.

Personal

Existen dos importantes cuestiones acerca de cómo debería conformarse la plantilla de la organización tecnológica:

1. ¿Qué tipo de personas necesita incluir para lograr un desarrollo técnico efectivo?

2. ¿Qué acciones en la gestión se pueden realizar para maximizar su productividad conjunta?

Papeles importantes en el proceso innovador

En relación a la primera pregunta, Roberts Y Fusfeld (1981)¹ explican que las personas comprendidas en un desarrollo técnico deben desempeñar varios papeles importantes además de la aplicación de su habilidad técnica. Robert y Fusfeld identifican cinco papeles clave para conseguir innovaciones valiosas:

1. Generadores de ideas. Contribuyen con sus ideas tanto para iniciar proyectos como para ayudar a solucionar problemas. Se pueden generar ideas bien por "demanda del mercado", cuando se identifican necesidades reales o potenciales de los clientes, o bien por "impulso de la tecnología" tras vislumbrarse la posible mejora de las prestaciones técnicas de un material, componente o sistema.

Generadores de ideas en un proyecto técnico pueden ser científicos o ingenieros, personal de ventas o de marketing, e incluso gestores. Pero aquí habría que diferenciar entre los "originadores de ideas" y los "explotadores de ideas", es decir, entre aquellos a los que se les ocurren las ideas y aquellos que producen algo con las ideas que han sido generadas por otros.

2. El empresario, promotor del producto. Los empresarios defienden y estimulan el cambio y la innovación, y para ello toman ideas, ya sean suyas o de otros, y tratan de que sean desarrolladas y adoptadas. Se trata de un papel necesario debido al a veces escaso seguimiento posterior de las nuevas ideas generadas en ID+I.

3. Jefe o director de programa. Realiza funciones de apoyo tales como planificación, confección de calendarios, seguimiento y control, supervisión técnica y coordinación financiera y de negocio en el área de I+D. Éste es el único papel que coincide habitualmente con un puesto determinado en la organización, siendo los otros papeles incidentales dentro del reparto específico de tareas.

4. Los enlaces, o comunicadores especiales. Son los encargados de aportar información continuada al grupo, obtenida de fuentes ajenas al mismo. Estos puentes humanos ponen en contacto fuentes de información de tecnología, de mercado y de fabricación con sus usuarios técnicos potenciales. Los enlaces pueden conectar dos grupos técnicos diferentes dentro de la misma empresa, pueden unir actividades de investigación universitaria con un centro tecnológico corporativo avanzado, o pueden indicar a los encargados de la innovación de los temas que preocupan al cliente.

5. El patrocinador. Éste lo desempeña usualmente una persona de mayor experiencia y nivel en la empresa que, sin embargo, no realiza trabajo de I+D en sí mismo ni defiende directa y personalmente el cambio. El papel consiste en proporcionar estímulo y apoyo psicológico a las personas más jóvenes y, a menudo, incluye una ayuda importante "pasando de contrabando" los recursos necesarios para aquellos que están tratando de producir avances tecnológicos en la empresa.

Productividad individual y organizativa

En relación a la segunda pregunta formulada más arriba, además de las cuestiones gerenciales relativas a los papeles y personas necesarios para la creación de una plantilla eficiente, existen otras que afectan a la productividad del personal, tanto desde el punto de vista individual como del grupo de trabajo. Las diferentes fases por las que atraviesa la carrera de un ingeniero o científico y la composición de su grupo de trabajo inmediato ejercen gran influencia sobre su productividad técnica.

Katz (1982)² ha demostrado que las carreras de los profesionales técnicos evolucionan a través de tres fases:

- Socialización,
- Innovación,
- Estabilización.

Para maximizar la productividad personal, cada fase de la carrera de una persona supone un conjunto diferente de desafíos en la gestión.

Pero la productividad personal y la colectiva no se ven influenciadas sólo por el ciclo de trabajo personal. Importan en gran medida la naturaleza del grupo de trabajo al que pertenece el individuo, su composición y cómo se supervise. Por ejemplo:

- La diversidad multidimensional entre colegas técnicos aumenta el rendimiento.
- Las variaciones en edad, en experiencia técnica, incluso en valores personales, tienen alta relación con el aumento de la productividad del grupo.
- La duración media de la vida de un grupo afecta significativamente a su productividad técnica. Un grupo técnico que se estabiliza durante largo tiempo se vuelve demasiado seguro, disminuye sus contactos técnicos exteriores y reduce su rendimiento.
- Los conocimientos técnicos del grupo, y no su capacidad para las relaciones humanas, aumentan especialmente la eficiencia del grupo, de forma que un liderazgo apropiado del jefe de proyecto, con una dirección y un control sólidos, puede llevar un grupo técnico estable a un estado de alto rendimiento.

Estructura

El diseño de estructuras organizativas que incrementen la capacidad de innovación técnica requiere centrarse en las aportaciones externas que recibe es organización y los resultados finales que produce. Una organización de ID+I eficaz necesita unas aportaciones apropiadas de información técnica y de mercado y precisa que sus resultados estén integrados dentro de los objetivos generales y que sean transferidos hacia el usuario final.

Aportaciones al mercado

La investigación en las técnicas de gestión ha demostrado repetidamente que entre el 60% y el 80% de las innovaciones técnicas que logran éxito parecen haber sido promovidas por el conocimiento de los "gustos del mercado", es decir, por datos que reflejan una orientación a las necesidades o demandas que se perciben. Para obtener una informaciones de mercado significativas se puede asignar explícitamente dichas responsabilidades al personal de ID+I.

Dependiendo del tipo de empresa de que se trate y del sector industrial al que pertenezca, entre uno y dos tercios de dichos "clientes" pertenecen al departamento de producción de la empresa de que realiza el desarrollo. Producción decidirá "comprar" o no la mejora desarrollada en materiales, componentes, equipamiento o procesos productivos para su propio uso interno. Y este posible "cliente" necesita al menos el mismo grado de participación en el proceso de diseño y desarrollo que una persona o empresas externas.

Los análisis realizados por Souder (1978)³ han demostrado que unas relaciones sólidas y positivas entre las organizaciones de ID+I y marketing mejoran significativamente los resultados obtenidos en la introducción de nuevos productos. En mi opinión, la mejor manera de conseguir esto es mediante la creación de relaciones de igualdad, en lugar de relaciones de subordinación, que podrían forzar a que la selección de proyectos técnicos esté excesivamente dominada por criterios basados en el mercado orientados a resolver problemas a corto plazo y destruyendo gradualmente la competitividad de procesos y productos.

Aportaciones técnicas

Durante años, los gestores han pensado que la mejor forma de conseguir una mayor profundidad profesional era agrupar a las personas en su propia especialización, situar a una persona más experimentada en los mismos temas, dedicada a asignar el trabajo y supervisar los resultados. Este tipo de organización se ha denominado indistintamente funcional, basada en área de conocimientos u orientada por especialidad. Se trata de la estructura organizativa tradicional de las asociaciones de artesanos o de la universidad. Su ventaja radica en que muchos especialistas trabajando juntos y usando la misma base general de conocimientos, habilidades, técnicas analíticas y vocabulario colaboran mejor entre sí y potencian su trabajo. Cuando el personal técnico se organiza de esta forma en grupos funcionales, su interacción natural consigue la mayor profundización de las capacidades específicas para tratar problemas técnicos.

Sin embargo, en cualquier campo técnico significativo la mayoría del conocimiento potencialmente aplicable ya existe previamente fuera de la empresa. En consecuencia, para aumentar la efectividad técnica, incluso un sólido equipo funcional, necesita recurrir al conocimiento técnico previo que existe en el mundo exterior, el cual puede estar localizado en la literatura técnica, en productos y procesos ya desarrollados o en el conocimiento de otros profesionales.

La organización orientada al resultado

De la misma forma en que la estructura organizativa funcional maximiza las aportaciones las aportaciones técnicas, la organización de proyecto, programa, producto o misión pretende integrar todas las aportaciones en resultados bien definidos. Situando en el mismo grupo todos los contribuyentes a un objetivo dado, bajo un único líder, la organización de proyecto maximiza la coordinación y el control para la consecución de sus objetivos.

Pero las estructuras de proyecto tienen un fallo fundamental, y es el de colocar como director de proyecto a un experto técnico, pero sólo en una de las disciplinas de sus subordinados, y no en todas ellas. De esta forma, si el proyecto es de larga duración, y especialmente, si la base tecnológica está evolucionando rápidamente, *las capacidades técnicas de los miembros del proyecto pueden disminuir con el tiempo debido a la falta de estímulo y supervisión técnica.*

¿Cuál es la solución a esto? La llamada estructura "matricial": en ella, el personal de la organización matricial tendría en teoría *dos jefes*, uno *funcional* (basado en las disciplinas técnicas) y otro de *proyecto* (basado en los resultados), y cada uno trabajaría en su campo apropiado. Con ello se mantiene hasta cierto punto la capacidad y el rendimiento técnico de la persona, mientras que simultáneamente se orienta su contribución hacia los objetivos y resultados del proyecto.

Pero la idea de tener dos jefes a la vez también tiene y genera sus dificultades, surgiendo conflictos a la hora de desempeñar las funciones asignadas a una persona. Este tipo de estructura organizativa y la relación *Jefe de Proyecto - Jefe Funcional* puede verse en el apartado Gestión de Proyectos - RRHH – Perfiles

Transferencia de resultados

Pero además de generar resultados, la organización técnica necesita estar diseñada para mejorar la transferencia de los resultados hacia los futuros usuarios y clientes, pues es allí donde tiene lugar la innovación y donde se materializan los resultados.

Según Roberts y Frohman, existen tres tipos de enfoques orientados a los grupos originador y receptor, que han demostrado su utilidad para mejorar dicha transferencia:

• *El de procedimiento.* Incluye:

- La planificación conjunta de los programas de ID+I entre las organizaciones que los desarrollan y las que esperan recibir los resultados (algo que a veces no gusta a I+D porque lo consideran una invasión en su terreno).
- Plantillas conjuntas para los proyectos, especialmente pre y postransferencia.
- Valoración conjunta del proyecto una vez terminado (lo cual requiere sumo cuidado para evitar conflictos, especialmente si ha habido fracasos).

• *El humano.* Los "puentes humanos" son los mecanismos de transferencia más eficaces, el empleo del mismo personal hacia etapas anteriores y hacia etapas posteriores en el proceso. Esto funciona como argamasa que da una visión *compacta* y *sólida* del proyecto, aparte de facilitar la resolución de problemas que puedan surgir tanto en etapas anteriores como posteriores.

• *El organizativo.* Las técnicas organizativas que se utilizan para mejorar la transferencia son difíciles de diseñar y de llevar a la práctica. A menudo se designan personas o departamentos "integradores" para relacionar a las organizaciones transmisora y receptora. Otros sistemas más ambiciosos incluyen equipos exclusivos de transferencia, los cuales se crean únicamente para el periodo durante el cual se transfieren los resultados técnicos a los clientes; estos sistemas se han utilizado, especialmente, para la venta de tecnología de procesos.

Estrategia

La gestión estratégica de la tecnología incluye aspectos de planificación y de implantación estratégica que pueden situarse en dos niveles:

- *General*, para toda la empresa, agencia de la Administración, división o línea de productos.
- *Particular*, más centrado en el proceso/departamento/laboratorio de la organización, dedicado al desarrollo y a la adquisición de tecnología.

La planificación estratégica se centra en la formulación de objetivos para la empresa y en el desarrollo de las políticas necesarias para su cumplimiento, incluyendo la identificación de los principales recursos y prioridades de la organización.

Planificación y pensamiento estratégico

Para pasar del pensamiento estratégico a la planificación estratégica necesitamos principios que guíen el desarrollo de estrategias tecnológicas más detalladas. Pero, ¿cuáles son las bases del cambio tecnológico sobre las que debería basar la estrategia tecnológica global? A este respecto, existen tres importantes observaciones generales ligadas a la dinámica de los procesos de innovación tecnológica:

- a. Existen ciertos patrones característicos en la frecuencia de aparición de innovaciones de procesos y productos en el ciclo de vida de una tecnología.
- b. Cada fase de una tecnología supone diferentes implicaciones para las innovaciones producidas, las cuales incluyen tipo, costo, fuente y grado de la invención.
- c. Los esfuerzos que realiza la empresa para generar innovación tecnológica crean una dinámica de distribución de recursos que tiene múltiples consecuencias.

Utterback y Abernathy han demostrado que la evolución de una tecnología tiende a seguir un proceso que consta de tres fases, y cada fase supone diferentes implicaciones estratégicas. La primera fase tiende a mostrar frecuentes e importantes innovaciones de producto, que en general surgen en pequeños grupos de trabajo emprendedores y que a menudo están muy ligados a las necesidades de usuarios tecnológicamente avanzados. La fase intermedia suele mostrar grandes innovaciones de proceso, una continua variación del producto y un creciente número de competidores, tanto grandes como pequeños. La última fase presenta menos frecuentes innovaciones de producto y proceso, realizadas principalmente por grandes empresas cuya motivación principal es satisfacer objetivos operativos de reducción de costos y mejora de la calidad.

La aplicación de los principios de selección de proyectos, como parte de la planificación tecnológica, debería tener en cuenta alguna consideración general de la fase en que se encuentran las principales tecnologías con que se trabaja. De la misma forma, los ciclos de vida de las tecnologías de un sector son comunes a todas las empresas, con lo que generan un conjunto de influencias "ambientales" sobre la estrategia individual de cada empresa, aparte de que dentro de la empresa se genere otro tipo de ciclo como consecuencia de sus propios intentos de desarrollar tecnología y explotarla comercialmente.

En el intento de prever las pautas de evolución tecnológica futura se utilizan técnicas de prospección tecnológica, si bien a menudo los métodos de predicción de tecnologías son simples y a menudo inadecuados. Como en todo método, el uso de sistemas de simulación por ordenador cobra cada vez más importancia.

Aplicación de la estrategia

Más allá de la planificación debe venir la aplicación de la estrategia mediante tácticas y operaciones. El desarrollo y uso de los sistemas de agrupación de empresas (joint-venture) ha sido hasta ahora un medio empleado para la aplicación de estrategias globales de desarrollo acelerado de nuevos negocios de alto contenido tecnológico, orientados al crecimiento y/o diversificación. Estos sistemas de alianza son los mismos para grandes empresas que para las pequeñas que tratan de emularlas.

Existen múltiples alternativas estratégicas y organizativas, entre las que se encuentran las inversiones de capital-riesgo, la financiación de grupos de comercialización-desarrollo de nuevos productos, las "alianzas de nuevo estilo" que crean agrupaciones entre grandes y pequeñas empresas, las acciones internas de riesgo y las estrategias de iniciativas integradas.

Y no podemos olvidar la influencia de las políticas y acciones de los gobiernos en la estrategia tecnológica. Las actividades reguladoras tienen una influencia muy significativa en la innovación tecnológica, aparte de crear tecnologías directamente, indirectamente o mediante modificaciones en el mercado.

Claves de éxito

Presentamos a continuación 6 claves de éxito en el arte de gestionar la innovación y la alta tecnología.

Enfoque del negocio

Incluso un análisis superficial de las empresas de alta tecnología de mayor éxito le lleva a uno a concluir que están altamente especializadas. Con pocas excepciones, los líderes de campos de alta tecnología realizan la mayor parte de sus ventas bien a partir de una única línea de productos o a partir de un conjunto de líneas de producto muy relacionadas entre sí. Y en general, cuanto más pequeña es la compañía, más especializada es.

- *Productos muy relacionados entre sí.* Este enfoque no se reduce a la línea de productos dominante. Cuando la compañía cree y establece una segunda línea de productos, ésta suele estar muy relacionada con la primera.
- *I+D especializado.* Otra política que fortalece el enfoque de las empresas líderes en alta tecnología es concentrar su I+D en una o dos áreas. Tal estrategia capacita a dichos negocios para dominar la investigación, particularmente las investigaciones de mayor riesgo. Normalmente, la inversión en I+D de una empresa líder es entre una y media y dos veces superior a la media de la industria en porcentaje de ventas y varias veces mayor que la de cualquier competidor individual en términos absolutos. Más aún, su compromiso hacia la I+D es a la vez duradero y consistente, y se mantiene a través de periodos de poca actividad y recesiones, porque se cree que hacer esto es lo mejor que se puede hacer en el interés a largo plazo de los accionistas.
- *Prioridades consistentes.* El enfoque de negocio que se mantiene durante largos periodos de tiempo tiene consecuencias fundamentales. Por ejemplo, mejora de la fabricación en Texas Instrumentos; servicio al cliente en IBM; el concepto de ser el primero en 3M; y nuevos productos en HP. Bajo cada una de las ideas escogidas en estas compañías existe un sólido convencimiento de su eficacia competitiva.

Mediante la concentración en lo que hace bien, una compañía adquiere un conocimiento íntimo de sus mercados, competidores, tecnologías empleadas y de las necesidades y oportunidades futuras de sus clientes.

Adaptabilidad

Las firmas de éxito combinan un esfuerzo enfocado al negocio muy definido con la disponibilidad y la voluntad de realizar un gran y rápido cambio cuando sea necesario. La *concentración no significa estancamiento*. La inmovilidad es el modelo de comportamiento más peligroso que una empresa de alta tecnología puede desarrollar: la tecnología puede cambiar rápidamente, y con ella, los mercados y los clientes a los que se atiende.

Por tanto una empresa puntera debe ser capaz de seguir y explotar los rápidos cambios y giros que se producen en las fronteras de los mercados, según se vayan redefiniendo por los nuevos desarrollos tecnológicos competitivos.

- *Flexibilidad organizativa.* Tomar e veces importantes cambios de dirección requiere tanto agilidad como coraje. La agilidad organizativa parece estar asociada con la flexibilidad organizativa: reorganizaciones frecuentes de personas y responsabilidades, según la empresa trata de mantener su posición en terrenos competitivos variables.

Cohesión organizativa

Para tener éxito, debe ponerse en juego la energía y la creatividad de toda la organización. Cualquier cosa que restrinja el flujo de ideas, o reduzca la confianza, el respeto y el sentido de un propósito común entre las personas es un peligro potencial. Las personas más jóvenes en un

campo tecnológico, son a menudo tan buenos (y a veces mejores), como fuentes de nuevas ideas, que las mayores. En algunas firmas de alta tecnología, de hecho, se utiliza el concepto de "vida media del conocimiento"; es decir, la cantidad de tiempo medio que tiene que transcurrir antes de que la mitad de lo que uno sabe quede obsoleto.

Igualmente, el personal de diseño de productos, marketing y de fabricación debe colaborar en una causa común en lugar de competir unos con otros, como sucede muchas veces. De la misma forma se debe evitar la fuente de división que significan los desmesurados privilegios especiales asociados a los puestos ejecutivos que se encuentran en muchas empresas antiguas.

- *Buena comunicación.* Una forma de combatir los peligros de tal distanciamiento y separación es hacer que los altos ejecutivos estén más visibles y accesibles. La comunicación con todos los empleados hace que alguien que sepa hacia donde va la empresa y por qué, es más probable que esté dispuesto a subordinar sus intereses propios o los de su unidad en aras de promover el objetivo común.

- *Rotación laboral.* En la empresa pequeña, todo el mundo está involucrado en el trabajo de todos los demás, pero la especialización tiende a aumentar conforme el tamaño aumenta y aparecen líneas fronterizas entre funciones. Sin embargo, el que los ejecutivos roten en asignaciones temporales dentro de estas separaciones ayuda a mantener las líneas de fronteras fluidas e informales.

- *Integración de roles.* Otras prácticas que adoptan las empresas de alta tecnología para evitar barreras organizativas, particularmente jerárquicas, son los grupos de proyectos multidisciplinares, los "grupos de acciones especiales" y las estructuras organizativas matriciales. Estas estructuras requieren que especialistas funcionales y directivos de mercado/producto interactúen en una variedad de asignaciones de corta duración para la resolución de problemas, introducen cierta ambigüedad en las relaciones organizativas y requieren que cada individuo juegue una diversidad de roles organizativos.

- *Empleo a largo plazo.* El empleo a largo plazo y la formación intensiva son también importantes mecanismos de integración. Es más probable que los gestores y tecnólogos desarrollen relaciones laborales satisfactorias, si saben que estarán unidos a la empresa durante gran parte de sus vidas laborales. Más aún, su lealtad y compromiso aumenta si saben que ésta está invirtiendo continuamente para mejorar su formación.

Cultura empresarial

La facilidad con la que innovan las pequeñas empresas emprendedoras siempre ha provocado una mezcla de celos y perplejidad en las grandes empresas. Una y otra vez desarrollan productos, procesos, y servicios notablemente innovadores, con una velocidad y eficiencia que sorprende a los gestores de las grandes compañías. La explicación para esta capacidad innovadora de la pequeña empresa es sencilla, si bien es difícil que una gran empresa pueda imitar su espíritu.

- *Características empresariales.* Lo primero, la pequeña empresa está normalmente dotada de una *excelente comunicación*. Su personal técnico está en contacto continuo; así, llegan a entender y apreciar los retos y dificultades a que los otros se enfrentan. A veces se intercambian los trabajos o se apoyan para salir adelante en un momento crítico, lo que supone un segundo beneficio como es la *disolución de las clásicas barreras organizativas*. Y tercero es que las *decisiones clave pueden ser tomadas inmediatamente* por las personas que primero identifican un problema, y no más tarde por la alta Dirección o por alguien que apenas entiende del tema.

- *Divisiones pequeñas.* Para recrear el clima anteriormente descrito, las grandes empresas emplean una variedad de dispositivos organizativos y políticas de personal. Primero, dividen y subdividen en multitud de divisiones, que funcionan como empresas relativamente pequeñas.

- *Variedad de canales financieros.* En segundo lugar, tales compañías emplean diversos canales financieros para alentar la toma de riesgos. Recordemos que el líder/empresario de una pequeña empresa, debido a su concentración de poder, tiene acceso a múltiples canales económicos para dotar de recursos a su compañía de forma rápida.

- *Tolerancia a fracasos.* Se entiende que cuando una persona intenta algo nuevo, algunas veces fracasa.

Aquellos que fracasan al tratar de convertir su propio proyecto en un éxito comercial, casi siempre consiguen otra oportunidad. Se necesita alentar a la gente a cometer equivocaciones. Hay que dejarles volar, a pesar de que haya limitaciones aerodinámicas.

Sentido ético

A la vez que están comprometidas con el individualismo y al carácter emprendedor, las empresas de éxito de alta tecnología tienden a mostrar un compromiso con las relaciones a largo plazo. Las empresas se ven en sí mismas como parte de una comunidad duradera que incluye empleados, accionistas, clientes, suministradores y comunidades locales: su objetivo es mantener relaciones estables con todos esos grupos.

La honradez, el juego limpio y la apertura de mente no deben ser sacrificadas por ganancias a corto plazo. Estas políticas parecen utópicas, pero en una empresa de alta tecnología también repercuten en el negocio. Y los valores éticos deben comenzar por lo más alto; de otro modo es ineficaz.

- *Autoconocimiento.* El orgullo, casi arrogancia, de estas empresas sobre su capacidad para competir en sus áreas elegidas viene acompañado por un reconocimiento sorprendente de sus propias limitaciones. Son capaces de compatibilizar sus "sueños" con lo que pueden conseguir realísticamente. Esta es una de las razones por las que son extremadamente reacias a diversificar su producción en terrenos desconocidos.

Alta dirección que participa

Además de su gran sentido de respeto y confianza en las personas, los directores de las empresas de alta tecnología de éxito por lo general participan activamente en el proceso de innovación, hasta un punto en que a veces se les acusa de entrometidos.

Los buenos directivos no sólo entienden cómo funcionan las organizaciones en las que trabajan los ingenieros, sino que entienden los fundamentos de sus tecnologías y para tratar sobre ellas pueden dialogar directamente con su personal.

Esto no implica que sea necesario que los altos directivos de dichas empresas sean técnicos (aunque normalmente lo fueron en sus primeros tiempos). Lo que parece ser más importante es la habilidad de hacer preguntas sobre cantidades de cuestiones, incluso preguntas "tontas", y tener una gran paciencia para entender en profundidad cuestiones como:

- a. cómo funciona la tecnología;
- b. cuáles son sus límites y su potencial (junto con los límites y potencial de la competencia);
- c. qué requieren estas tecnologías de recursos económicos y técnicos;
- d. la dirección y velocidad de cambio;
- e. la disponibilidad de opciones tecnológicas, su costo, la probabilidad de fracaso y los beneficios potenciales, si tienen éxito.

Obviamente, es imposible para una persona dominar tantos campos diferentes. Por eso es tan importante el enfoque de negocio. Importa poco que una serie de técnicos prevean el impacto de nuevas tecnologías en el mercado si la alta dirección no es capaz de asimilar los riesgos y de provocar los cambios en la organización para realizar con éxito una transición tecnológica.

MECANISMOS DE VINCULACIÓN PARA LA INNOVACION

- ***Oficinas de vinculación Industria o Enlace***

Sus funciones básicas son la identificación de recursos disponibles, creación y mantención de bases de datos y de otras formas de información requerida, promover y comercializar los conocimientos científicos y tecnológicos y servicios, negociar y asesorar sobre contratos e identificar fuentes de financiamiento para llevar actividades conjuntas con la empresa.

- ***Centros de vinculación industrial***

En general lleva a cabo las mismas funciones que una oficina de enlace, excepto que realiza una identificación de las necesidades reales de las industrias, en este caso se requiere que las personas sean de la más alta calidad profesional y técnica.

- ***Centros de investigación industrial***

Son centros de apoyo a la industria altamente especializados y de carácter interdisciplinario, de modo de satisfacer oportunamente las necesidades de los sectores con los cuales se relacionan.

- ***Asociaciones industriales o clubes***

Son enlaces en base a reuniones técnicas entre instituciones de educación superior y sectores específicos industriales, de modo de suministrar conocimientos de investigación básica y aplicada. Por lo general estas reuniones se llevan a cabo al interior de los campus y permiten un acercamiento entre los problemas de la industria y la universidad.

- ***Estructuras internas para transferencia de tecnología***

Son estructuras que se ocupan de la cooperación en general y del proceso de transferencia. Su función principal es la relación con entidades externas que permitan la utilización efectiva derechos de propiedad, para lo cual es necesario identificar de forma temprana la idea, su potencial desarrollo, identificación de socios, determinación de aspectos legales y protección a inventos, desarrollo de estructuras de transferencia y comercialización.

- ***Estructuras autónomas de transferencia tecnológica***

Estas estructuras se encuentran fuera de la administración institucional, por lo cual no se encuentran limitadas académica u organizacionalmente.

- ***Incubadora o vivero de empresas***

Los viveros de empresas han logrado incentivar la relación entre las universidades y las empresas, generar modelos de desarrollo urbano – industrial, establecer redes de apoyo e intercambio de productos - servicios e información, aprovechar programas y subsidios

estatales, asociarse con organismos privados - universidades y centros tecnológicos, generar redes de comercialización y nuevos negocios, reciclar edificios y áreas urbanas, promover inversiones y consolidar empresas, y apoyar a empresarios que apuestan por el futuro; entre las ventajas que ofrecen se cuentan el facilitar el proceso de venta de tecnología, la mayor posibilidad de éxito que se tiene en la transferencia de tecnología, el disminuir la brecha para asimilar la tecnología, y el aprovechar los desarrollos tecnológicos propios.

La universidad y otros centros de investigación, los empresarios y el poder público, en todas las esferas, tienen en la incubadora una oportunidad de transformar ideas y tecnología en productos y empleos, contribuyendo al incremento del nivel de desarrollo regional, dentro de una propuesta más racional de aprovechamiento de los recursos naturales, técnicos, financieros y humanos.

A un nivel macro las incubadoras tienen entre sus diversos objetivos generar empleos altamente calificados, promover la investigación y el desarrollo de las instituciones académicas promotoras, reforzar el prestigio de la universidad asociada, y acelerar el desarrollo industrial de la región. En un nivel más detallado, su objetivo es estimular la creación y el fortalecimiento de empresas de base tecnológica que puedan suplir necesidades de nichos de mercado emergentes, ofreciendo ambiente apropiado y dotándolas de mayor capacidad técnica y gerencial, a fin de volverlas competitivas en el mercado interno y externo.

También conocidos como semilleros de empresas, centros de promoción empresarial, centros de innovación empresarial, centros de innovación y tecnología, centros de nuevas empresas, hoteles de empresas, o boutiques de empresas; algunas de sus definiciones son:

- Organismo de interlocutores públicos y privados, que ponen en marcha y ofrecen, en un territorio que presenta un potencial empresarial suficiente, un sistema completo e integrado de actividades y servicios de excelencia para la pequeña y mediana empresa, con el objetivo de crear y desarrollar actividades innovadoras e independientes. (Dirección de Política Regional de la Comisión de las Comunidades Europeas, 1984).(SBA en los Estados Unidos).
- Edificio o grupo de edificios próximos a una instalación académica o de investigación, en los que se habilitan espacios para que individuos o grupos de individuos emprendan actividades de investigación y desarrollo de prototipos, persiguiendo que un emprendedor transforme su idea en producto comercial; transcurrido un plazo deben abandonar las instalaciones. (Martínez, 1987).
- Políticas de desarrollo industrial promovidas por agentes gubernamentales o por el sector privado, que consisten básicamente en espacios acondicionados para albergar actividades empresariales o industriales en etapa de diseño, prototipos e inicio formal

de producción o servicios, al cual se agrega la asistencia técnica y el acompañamiento necesario para llegar a constituirse en empresa. (Velasco, 1995).

Se puede entender también como incubadora un edificio o edificios en donde se acogen empresas de nueva creación, start ups, a las que se les dota de un entorno físico e intelectual que incremente su capacidad de supervivencia. En Chile, las incubadoras de empresas son fundamentalmente de 2 tipos:

1. Incubadoras Universitarias, orientadas a negocios tecnológicos y de alto valor innovativo, las que están siendo apoyadas por el Fondo de Desarrollo e Innovación de CORFO. Actualmente, existen las siguientes incubadoras de este tipo:

- Centro de Desarrollo de Empresas - Universidad del Bío-Bío.
- Incubadora de Empresas y Emprendedores - Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- Incubadora de Empresas de Alta Tecnología IDEA Incuba - Universidad de Concepción.
- Incubadora Access Nova - Universidad de Chile.
- Incubadora del Instituto Internacional para la Innovación Empresarial 3iE - Universidad Técnica Federico Santa María.
- Incubadora Genera UC – Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Incubadora Universidad de Talca - Universidad de Talca.
- INCUBATEC - Incubadora de Negocios - Universidad de la Frontera.
- OCTANTIS - Universidad Adolfo Ibáñez.

2. Incubadoras Municipales, orientadas a negocios más tradicionales, que dependen de sus respectivos Municipios y reciben apoyo de entidades locales:

- Incubadora Santiago Innova - Municipalidad de Santiago.
- Programa Incubadora de Empresas Locales (PROINEL) - Municipalidad de Rancagua.

• ***Incubadoras de base tecnológica***

Luego de algunos años en los que proliferó la constitución de centros dedicados a apoyar el nacimiento y posterior desarrollo de nuevas empresas, principalmente en los sectores tradicionales aunque también en los de nuevas tecnologías, y cuando se pensaba que el concepto de Incubadora de Empresa había perdido importancia en el fomento de nuevos emprendimientos de base tecnológica, parece florecer una segunda época en la que la incubación vuelve a considerarse como instrumento complementario en la definición de Políticas Industriales y Tecnológicas del orden local, regional, nacional y comunitario, orientadas a favorecer la generación de nuevas industrias, la transformación de los tejidos industriales regionales y la disminución de los niveles de desempleo.

Estas empresas, llamadas de base tecnológica, se desarrollan principalmente en áreas tales como la informática, las comunicaciones, la mecánica de precisión, la biotecnología, la química fina, la electrónica, la instrumentación, etc., y en muchas ocasiones sus orígenes se encuentran en spin-offs de proyectos llevados a cabo por universidades y centros que poseen recursos humanos especializados y han efectuado inversiones en infraestructura para la investigación.

Para incubar empresas de base tecnológica es necesario un proceso emprendedor, resultante de la combinación de gente con talento que posee ideas que conllevan la aplicación de la tecnología, junto con recursos expresados en forma de capital y de know-how o conocimiento; en el medio en el cual se incuban estas empresas, el sistema financiero favorece sus innovaciones, el sistema de mercado las absorbe, el sistema legislativo les da estímulo y protección y el sistema educativo impulsa la cultura emprendedora; la interacción de estos cuatro actores se debe plasmar en la creación de nuevas empresas que generen empleo profesional y valor agregado de alto contenido en tecnología, y ayuden de este modo a fortificar el tejido industrial de la zona, el cual en la mayoría de las situaciones, se encuentra poblado de empresas del orden tradicional.

Sin embargo para que sus acciones tengan algún impacto positivo, las incubadoras de empresas, al igual que los parques tecnológicos y los científicos, deben ser considerados únicamente como instrumentos complementarios vía los cuales se concretan en la práctica algunos elementos conceptuales de la gestión de la innovación tecnológica y se instrumentalizan las políticas industriales, científicas y tecnológicas.

- **Centros de Inventos**

Esta estructura es ente facilitador de innovaciones, de apoyo a la gestión innovadora en la empresa, al proceso creativo de las personas y de prestación de servicios a los inventores. Para esto debe identificar, seleccionar las ideas innovadoras, incluyendo pruebas y construcción de prototipos, así como realizar el asesoramiento técnico, legal y financiero para su desarrollo.

- **Parques Tecnológicos**

Es un mecanismo para mejorar el proceso de transferencia tecnológica, promover la formación de empresas y consolidar el desarrollo de existencias. Estos parques requieren de una institución de educación superior con una sólida orientación a la investigación, con una masa crítica de académicos e investigadores, empresarios y personal técnico, fuentes de financiamiento, sistema de información, acceso a instalaciones, apoyo administrativo y calidad de vida del entorno.

Dentro de las definiciones de Parque Tecnológico se encuentran:

- Una gran área estratégicamente localizada y desarrollada para ofrecer un entorno de prestigio que consiga atraer a nuevas pequeñas empresas o a secciones de las grandes, ambas de alta tecnología. Universidades, organismos públicos de investigación, servicios de distinto tipo, etc., forman parte de este entorno en el cual las empresas pueden no sólo investigar, sino también producir, y en algunos casos, comercializar los resultados de su investigación. (Martínez, 1987).
- Polígono industrial con una ubicación adecuada, dotado de infraestructuras, de servicios y de un sistema de relaciones con entidades académicas, científicas, financieras, etc., favorables para la instalación de empresas tecnológicamente innovadoras, de centros de investigación y desarrollo y de ramas o filiales tecnológicamente innovadoras de empresas ya establecidas. (Gamella, 1988).
- Iniciativas inmobiliarias que tienen como objetivo el proporcionar ubicación a empresas involucradas en la aplicación comercial de tecnologías emergentes, también denominadas tecnologías punta. Incluye actividades de I+D, producción, ventas y servicios. (Unión Europea, 1995).

- **Parques Científicos o de Investigación**

- Es un terreno en, o cerca, del campus de una institución académica y/o de investigación, donde se ofrecen edificios – a corto, medio y largo plazo -, a las empresas comprometidas en la investigación y desarrollo de prototipos de productos, que suponga una interacción con esta institución. Las actividades de producción están excluidas del parque, y la oferta de servicios generalmente se limita a las ya existentes en la institución. (Martínez, 1987).
- Aquel que se establece en los confines del campus universitario y en el que las empresas instaladas en él hacen sólo investigación pura o básica. Además hay un compromiso y una participación activa por parte de la universidad. Entre sus objetivos están obtener rendimientos económicos vía el aprovechamiento de los terrenos, estrechar las relaciones universidad – empresa, potenciar la investigación, y transferir tecnología a través de la creación de nuevas empresas. (Veciana, 1990).
- Área industrial debidamente acondicionada y reservada para la actividad de investigación, desarrollo y proyección de prototipos de empresas públicas y privadas, estableciéndose contactos con institutos de educación superior y de formación tecnológicamente avanzada. (Espósito, 1995).

- **Proceso de creación de Start Ups.**

La generación de start up es un proceso en el cual no es suficiente contar con la infraestructura adecuada a tal fin, tales como incubadoras de empresas, capital riesgo, etc.; se requiere de personas emprendedoras que sean capaces de “ver” la oportunidad de una determinada idea o tecnología, y que tengan la vocación y capacidad de riesgo necesarias para intentar convertirlas en una empresa. El no tener claridad sobre esto, ha producido que incubadoras, parques o centros de innovación, dotados de todos los equipamientos y servicios necesarios, hayan fracasado en su intento de generar actividades innovadoras.

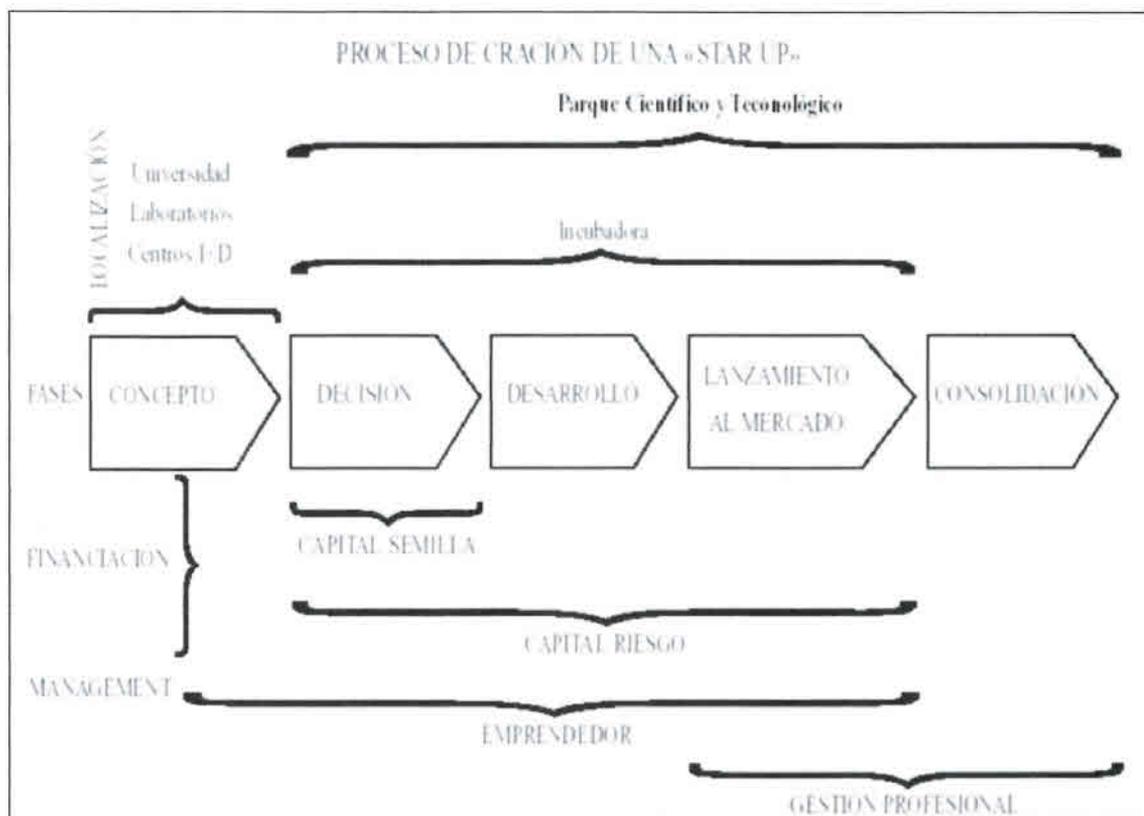
El gran interés por la creación de nuevas empresas de base tecnológicas, ha producido, un interés creciente por las incubadoras y parques tecnológicos para la creación y desarrollo de este tipo de empresas.

En general podemos decir que las incubadoras de empresas y los parques tecnológicos permiten:

- Facilitar el contacto con profesores e investigadores.
- Favorecer los encuentros informales con otros emprendedores.
- Posibilitar que las universidades se conviertan en clientes.
- Proporcionar recursos humanos cualificados.
- Permitir el acceso a infraestructuras avanzadas.

Evidentemente la importancia de las start ups y de los spin offs estriba en dos factores principales:

- Su capacidad para introducir en el mercado innovaciones tecnológicas.
- Su efecto de promover la competitividad en sectores tecnológicos emergentes, acelerando las dinámicas de innovación tecnológica en particular y económica en general.



Proceso de creación de una Start up.

Fuente: Los parques científicos y tecnológicos. Los parques en España, COTEC, Madrid, España, 2000.

- **Centros de Transferencia de Tecnología u Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (CTT – OTRI)**

Las OTRI's de España, son estructuras de intermediación creadas desde el sector científico para gestionar la investigación y desarrollo producida en el entorno universidad – empresa. Su principal objetivo es, por tanto, la actividad mediadora entre los grupos de investigación y las organizaciones públicas y privadas que se puedan beneficiar del conocimiento o tecnología generados por dichos grupos, valorizando las capacidades y recursos de la investigación pública y actuando como el interlocutor tecnológico ante la empresa y los agentes sociales (clientes externos)⁴³.

La OTRI adquiere su valor estratégico como unidad al integrar producción científica y valorización de resultados como proceso generador de recursos.

Dentro de su misión está el conocer la oferta institucional, ofrecerla adecuadamente a la empresa, conociendo la demanda tecnológica sectorial. Sin embargo, dado que el valor de esta actividad depende de diversos factores, ha hecho que evolucionen para ampliar la actividad de estas oficinas en función de las necesidades institucionales a proyectos europeos y a la gestión de todas las

⁴³ Fundación COTEC, 2003

subvenciones de proyectos, promovidas por entidades públicas o privadas, que tengan un fuerte componente de difusión tecnológica.

Las OTRI's se inician en 1988 con el apoyo de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología de España, seguida del establecimiento de los documentos fundacionales en 1989, y del registro de OTRI's en 1996. Se estructuran mediante una Unidad dependiente de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad. En 1997 se estructura en el ámbito estatal a través de la Red de Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación de las Universidades (Red OTRI) y a través de la CRUE⁴⁴ y, más recientemente, se coordina con la Comisión de Investigación y desarrollo de las Universidades Españolas.

Las actividades o funciones de las OTRI han sido, en el tiempo, las siguientes:

1988-1997

- Fomentar participación en proyectos I+D.
- Identificar los resultados de la I+D y evaluar su potencial transferencia (OFERTA).
- Conocer las necesidades de los sectores productivos regionales (DEMANDA).
- Gestionar contratos de investigación, y servicios de asesoría.
- Gestionar la propiedad intelectual y patentes.
- Gestión de los proyectos europeos.

1998-2002

- Dinamización de la cultura emprendedora.
- Centros de apoyo a la creación de empresas de base tecnológica.
- Intermediación con capital-riesgo, capital-semilla.

Estas OTRI's se han constituido en Universidades, Organismos Públicos de Investigación (OPI), Centros Tecnológicos y Fundaciones Universidad-Empresa.

Independiente de la forma jurídica adoptada, puede definirse la OTRI como "la unidad encargada de gestionar la relación entre la investigación pública y la sociedad en el área de I+D, valorizando las capacidades y recursos de la investigación pública y actuando como el interlocutor tecnológico ante la empresa y los agentes sociales (clientes externos)".

Actualmente la Red OTRI está estructurada en cuatro Subredes:

- Universidades,
- Organismos Públicos de Investigación (OPI),
- Fundaciones Universidad-Empresa (FUE) y
- Centros de Innovación Tecnológica (CIT).

La subred OTRI de las Universidades Españolas tiene como finalidad potenciar y difundir el papel de las Universidades como elementos esenciales dentro del sistema de investigación, desarrollo e innovación. Las líneas de actuación previstas para alcanzar este objetivo son:

44 Conferencia de Rectores de Universidades Españolas

- Contribuir al desarrollo e implantación de una imagen de las Universidades que valore su aportación al desarrollo socioeconómico y al proceso de modernización empresarial. Colaborar con la Administración y con otros agentes sociales y económicos en definir mecanismos y elaborar procedimientos que favorezcan la vinculación Universidad-Empresa.
 - Potenciar la profesionalización y el desarrollo de las OTRI's como estructura especializada para la promoción y gestión de la oferta tecnológica y de las relaciones Universidad-Empresa.
 - Potenciar el funcionamiento en red de las OTRI's Universitarias desarrollando acciones, instrumentos y servicios de interés común.
- **Empresas derivadas o conjuntas (spin off)**

Expresa la idea de nuevas actividades económicas creadas en el seno de empresas existentes que acaban adquiriendo independencia y viabilidad propias, en términos de estructura jurídica, técnica y comercial. Desde el punto de vista del sector empresarial representa la acción dinámica de una empresa dirigida a apoyar, por diversos medios, los proyectos e iniciativas empresariales que surjan entre sus asalariados. Desde la perspectiva del trabajador, entra en el concepto aquella persona que deja la empresa donde trabaja para crear una nueva, vinculada o apoyada de alguna manera por la primera, con la intención de lanzar nuevos productos o servicios al mercado.

Estas empresas están constituidas por inventores y empresarios, provenientes en muchos casos de universidades. Pues muchas de estas empresas han evolucionado de empresas blandas de asesoría o consultoría de académicos, a empresas duras (más riesgosas), de servicio comercial o manufactura.

A continuación se enuncian distintos modelos de spin – off:

- *Spin-off reactivo De conversión*: su objetivo es gestionar planes sociales explícitos o anticipar situaciones de excedentes de empleo potenciales.
- *Spin-off reactivo De externalización*: busca preservar una competencia reconocida cuya gestión externa permite su conservación y desarrollo.
- *Spin-off proactivo Estratégico*: se produce para favorecer el crecimiento externo de actividades o productos en relación directa con la empresa principal.
- *Spin-off Ofensivo* : favorece la creación de empresas innovadoras organizadas en red, para la explotación de nuevos productos o nuevos mercados.

- **Entrenamiento Industrial**

Esta estructura de transferencia se ha dado en dos formas: la primera como una interacción simple entre universidad y empresa, a través de académicos orientados a mejorar el

funcionamiento y la productividad industrial, además del intercambio de profesionales. El segundo enfoque ha consistido en la creación de estructuras específicas orientadas exclusivamente a la formación y capacitación.

- ***Laboratorio de Gestión Tecnológica***

Es una estructura funcional desarrollada por Luis Trejo, como trabajo de titulación en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santiago de Chile, cuya orientación principal es la formación y capacitación en tecnología, orientada principalmente a alumnos de pregrado de una Institución de Educación Superior, quienes deberán interactuar con empresas específicas por medio de la identificación de problemas reales de la industria, generar soluciones efectivas, potenciar y proponer innovaciones, servir de nexo entre el sector empresarial y el mundo académico para el desarrollo efectivo de innovaciones, además de identificar y poner en funcionamiento formas de financiamiento cuando así se requiera.

MODELOS Y TIPOS DE INNOVACIÓN

Existen muchos tipos diferentes de innovación que dan origen a técnicas de gestión muy distintas. Aquí nos centraremos en la innovación tecnológica. Generalmente, se combinan diversas clases y orígenes en cada innovación tecnológica concreta.

La visión que se tiene de los procesos innovadores puede facilitarse mediante el desarrollo de modelos de innovación que enmarquen la relación entre los diferentes tipos de actividades ligadas a la innovación. Se puede hablar de dos niveles diferentes:

- *Modelos macro* de los procesos de innovación utilizados por instituciones y gobiernos para orientar los sistemas nacionales de innovación. De ello, se deriva el tipo de políticas de innovación que se puede poner en marcha. El objetivo es conocer los grandes tipos de actividades y las relaciones entre ellas para determinar las medidas de apoyo necesarias.
- *Modelos micro* adaptados a un proceso de innovación concreto para una organización. En la realidad de una determinada organización, los procesos innovadores siguen unas determinadas pautas partiendo de la experiencia y dificultad del proceso. El objetivo es determinar los procedimientos que debería poner en marcha una empresa para incrementar el proceso innovador o para generar nuevos productos.

Clases de innovación

Según el objeto de la innovación

- *Producto*. Fabricación y comercialización de nuevos productos o mejores versiones de productos existentes, ya sea mediante tecnologías nuevas (microprocesadores, videocasetes, etc.) o mediante nuevas utilidades de tecnologías existentes (walkman, agenda electrónica, etc.). Un ejemplo de este tipo de innovación es el teléfono móvil, donde si analizamos las tres condiciones simultáneas que debía tener un producto para ser innovador, tenemos la siguiente situación:

1. Tecnología de comunicaciones celulares: muy diferente de la convencional, pero suficientemente madura.
2. Necesidad de la sociedad: hablar en cualquier momento, desde cualquier sitio.
3. Costo aceptable: equiparación progresiva a los costos de la telefonía fija.

- *Proceso*. Instalación de nuevos procesos de producción para mejorar la productividad o racionalizar la fabricación, ya sea para la fabricación de productos nuevos o para la fabricación más eficiente de productos existentes (como por ejemplo la nueva técnica de litografía para fabricación de memorias RAM).

Según el impacto de la innovación

Viene determinada por la relación con la situación anterior de las necesidades de la sociedad.

- *Incremental*. Se parte del conocimiento adquirido y de la identificación de sus problemas. Se suele buscar una mejor eficiencia en el uso de materiales y una mejor calidad de acabados a precios reducidos.

Ejemplo: electrónica de consumo japonesa.

• *Radical.* Se desarrolla a partir de resultados de investigación. Su éxito comercial (condición para que puedan considerarse realmente innovaciones) depende de muchos factores pero uno es básico: responder a necesidades insatisfechas del ser humano en un momento histórico determinado que son repentinamente aceptadas por la mayoría.

Ejemplo: transistor frente a válvula de vacío.

Según el efecto de la innovación

• *Continuistas.* Buscan mejorar las prestaciones (reduciendo costos, incrementando la funcionalidad, respondiendo a problemas identificados previamente en el proceso de fabricación, etc.) pero sin alterar dos elementos básicos:

- El mercado al que van dirigidos es el mismo (usuarios y necesidades predefinidos).
- La funcionalidad básica de los productos se mantiene

Ejemplo: DRAM 64Mb (frente a RAM 4Mb).

• *Rupturistas.* Suelen ser innovaciones que conducen a productos con prestaciones inferiores, a corto plazo.

Pero presentan otras características que los clientes valoran por encima de los productos anteriores (más barato, más simple, más pequeño o más fácil de usar).

Ejemplo: PC (peores prestaciones que el mini ordenador).

Según la escala en la que se realice el proceso de innovación

- Programa/proyecto/operación
- Grupo empresarial/empresa/unidad de negocio
- Sector/mercado
- Regional/nacional/mundial

Según el origen de la innovación

- Dirigida por la tecnología ("technology-push")
- Impulsada por el mercado ("market-pull")

Cuadro resumen Clases de innovación

CARACTERIZACIÓN	TIPO
Objeto	<ul style="list-style-type: none">• Producto• Proceso
Impacto	<ul style="list-style-type: none">• Incremental• Radical
Efecto	<ul style="list-style-type: none">• Continuistas• Rupturistas
Escala en la que se realice el proceso	<ul style="list-style-type: none">• Programa / Proyecto / Operación• Grupo empresarial / Empresa / Unidad de negocio• Sector / Mercado• Regional / Nacional / Mundial
Origen	<ul style="list-style-type: none">• Dirigida por la tecnología• Impulsada por el mercado

Modelos de innovación

Antes de nada hay que resaltar la dificultad que tiene el desarrollo de un modelo del proceso de innovación, pues no sigue unas pautas predefinidas. Se pueden identificar los siguientes problemas en la determinación de un modelo de innovación:

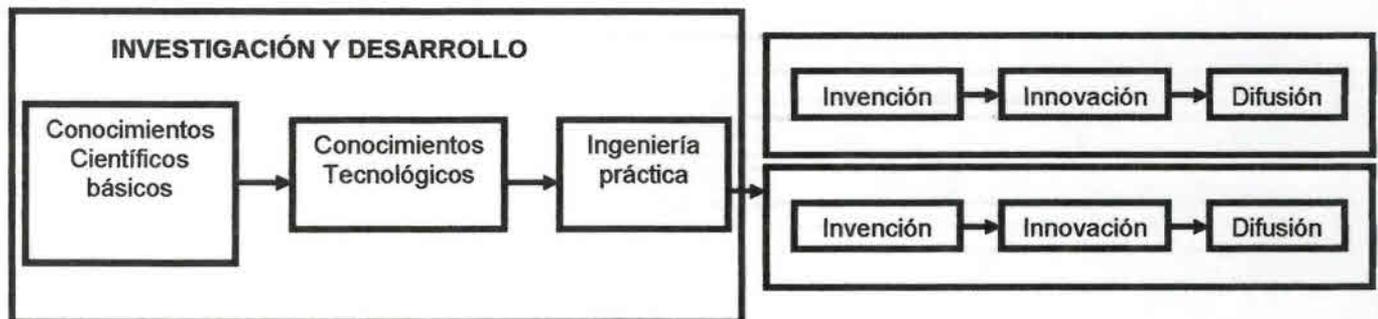
1. *Límites temporales difusos.* En muchos casos no comienza en un momento determinado ni es fácil determinar su final (como sí sucede en el caso de un proyecto de ingeniería).
2. *Existencia de diversas perspectivas solapadas.* La innovación siempre ocurre en un contexto concreto. La aportación de agua corriente en un nuevo edificio de Madrid no es ninguna innovación. Hacerlo en una aldea remota del Amazonas puede serlo (si no tecnológico, sí de carácter social y organizativo).
3. *Interacción desconocida entre diversas variables.* Comprender las razones por las que una determinada innovación no se difunde y otra, de la misma complejidad tecnológica, sí lo hace, es desconocido.
4. *Influencia de las personas y sus planteamientos ideológicos.* Para nosotros, con cierta formación científico tecnológica, la posibilidad de implantar un chip para dosificar automáticamente la

liberación de un fármaco puede ser una “innovación anticipada” (si aparece, nos la suponemos). Para otras personas puede significar un caso de “ciencia-ficción”.

5. *Límites geográficos difusos*. Imposibilidad de aislamiento del resto del mundo, cuando el mercado se ha globalizado.

Pese a estas dificultades, pueden definirse dos modelos de innovación muy utilizados, como son el modelo lineal y el modelo de enlaces en cadena.

Modelo lineal



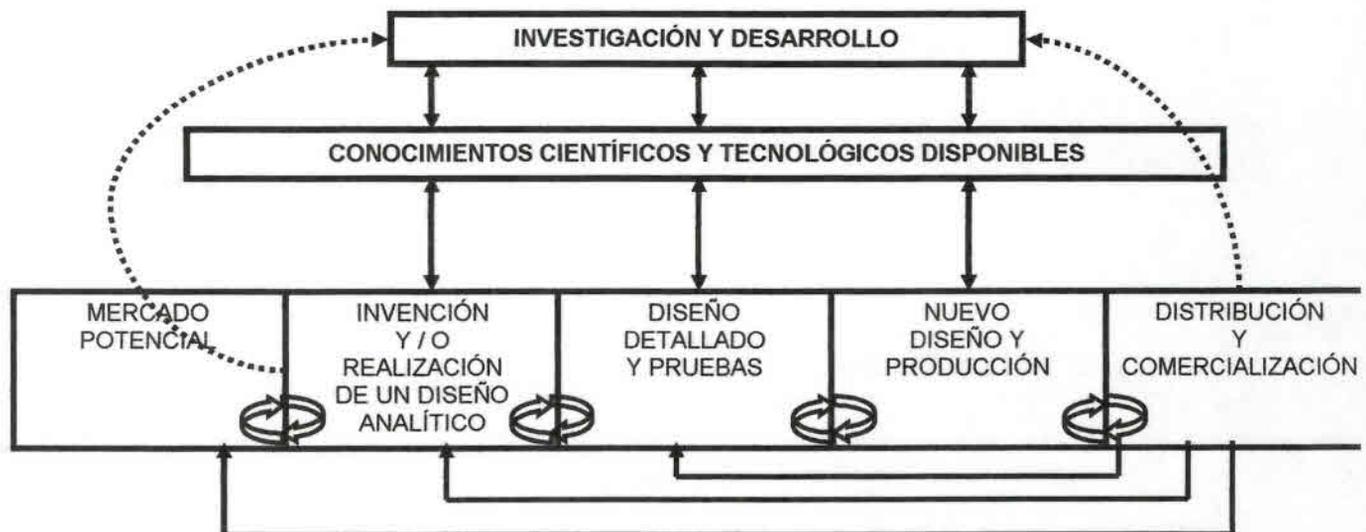
La figura sugiere que un mismo proceso de investigación y desarrollo puede dar origen a multitud de procesos de innovación posteriores, en muchos casos, durante periodos dilatados de tiempo. Algunos de ellos pueden tener éxito y otros no.

Por otro lado, el modelo lineal no implica que el proceso innovador se derive necesariamente de una actividad de I+D directamente ligada. En muchos casos, las innovaciones de carácter continuista y no radicales pueden surgir de una observación de mejora o del análisis del mercado sin que exista una actividad de desarrollo tecnológico. En este sentido, existen fuertes diferencias de un sector a otro.

En este modelo se presentan ciertas deficiencias, como son las siguientes:

- Considera el proceso de innovación como una sucesión de distintas etapas.
- Da demasiada importancia a la I+D como desencadenante del proceso.
- No representa la realidad económica, ya que algunos países que destinan pocos recursos a la I+D han incrementado su participación en el intercambio de productos manufacturados mediante una apropiación adecuada de los resultados de la I+D realizada por otros. De la misma forma, numerosas empresas innovan con éxito con relativamente pocos recursos para I+D, aunque bien integrados en la estrategia empresarial.

Modelo de enlaces en cadena



La innovación en este modelo se considera como un conjunto de actividades relacionadas las unas con las otras y cuyos resultados son frecuentemente inciertos. A causa de esta incertidumbre no hay progresión lineal entre las actividades del proceso.

- La I+D no es una fuente de invenciones sino una herramienta que se utiliza para resolver los problemas que aparecen en cualquier fase del proceso.
- La investigación aborda los problemas que no pueden resolverse con los conocimientos existentes, para así ampliar la base de conocimientos.
- La empresa dispone de una base de conocimientos a la que acude para resolver los problemas que se le plantean al innovar.

Este modelo promueve una cultura de la innovación en toda la empresa. Los incentivos a la plantilla están también en función de su creatividad y su capacidad de aprender cosas nuevas.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Magíster en Gestión Tecnológica

Mención en Biotecnología

TEMA: TECNOLOGÍA – PROSPECTIVA - VIGILANCIA

Dra. MARIA TERESA SANTANDER GANA
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de Santiago de Chile

GLOBALIZACIÓN Y MERCADO

Es un hecho, asistimos a un apresurado cambio en los mercados. La globalización se verifica con profundas repercusiones en los más diversos niveles y aspectos. Cambios considerados, por lo común, dentro de una connotación básicamente económica, sin embargo, se ha producido, además, un progresivo debilitamiento y aún en ciertos casos, desaparición de las fronteras económicas y culturales del país.

Si bien es cierto, la apertura del mercado puede ser interpretada como una oportunidad, del mismo modo puede ser vista como una amenaza. Ampliar el mercado significa, por un lado, que nuestros productos saldrán más fácilmente al extranjero, compitiendo con mayores o menores ventajas dependiendo del país de destino, y por otro, que llegarán productos importados, con bajo o cero arancel de importación. Es difícil hablar (como era usual en el pasado) de productos hechos en tal o cual país o de cuyo origen pueda afirmarse con precisión que corresponde a un país determinado, como también, es difícil especificar la procedencia y gustos de los consumidores.

En general, la apertura representa un desafío para la empresa, debido a los cambios experimentados por el mercado en el ámbito de la producción y el consumo. El aumento de competidores, los clientes cada vez más exigentes, las nuevas restricciones ambientales, los estándares de calidad y las barreras impuestas por derechos a explotar patentes son algunos de los factores que concurren y se unen para delinear nuevas condiciones y restricciones en el mercado.

LA PROPIEDAD INTELECTUAL EN EL CONTEXTO DE LA GLOBALIZACIÓN

La propiedad intelectual se ha convertido en uno de los instrumentos relevantes en la moderna concepción del desarrollo comercial y económico. La protección de los derechos de propiedad intelectual contribuye a la expansión y estabilidad del comercio internacional.

El proceso de internacionalización de la propiedad intelectual se aprecia tanto en los sectores tradicionales de esta rama del Derecho (marcas, patentes de invención, derechos de autor), como

en los nuevos sectores que han surgido en los últimos años (semiconductores, software). Esta circunstancia no puede desvincularse del papel cada vez más relevante que la propiedad intelectual desempeña en la moderna actividad económica y comercial.

El conocimiento tecnológico se ha transformado en el recurso central de la economía. La economía ha asimilado el rol que juega la tecnología en el escenario productivo-económico. Es por ello que los países industrializados han ejercido una fuerte presión para que los países tercer mundistas hagan cambios en sus legislaciones de patentes. Sin embargo, la condición imitación o falsificación de productos no debe ser confundida con la "reproducción" que se puede hacer de inventos cuya patente se encuentra vencida o no fue solicitada por el interesado en el mercado donde se ha efectuado la reproducción. Esta es la alternativa de la reproducción valedera y legalmente posible para países en vías de desarrollo cuya capacidad innovadora se ve disminuida. Asimismo, es necesario tener presente que una reproducción no es la simple "copia". De acuerdo con Arnold Pacey en "La Tecnología: Práctica y Cultura" (Pacey, 1990: 19-20), la tecnología tiene elementos culturales, donde existe una esfera técnica de conocimiento y una esfera cultural donde están arraigados los valores, creencias, costumbres, conciencia y creatividad de un pueblo o un determinado grupo social. Por lo tanto, cuando se realiza la transferencia tecnológica, es necesario tener presente además, los aspectos culturales del lugar a donde se lleva esa tecnología y los aspectos organizacionales (empresa) donde será instalada y manejada. Luego, la reproducción a la cual hará referencia este trabajo, se constituye más en una adaptación de tecnología que en una simple copia.

PROPIEDAD INDUSTRIAL Y EL SISTEMA DE PATENTES

La Propiedad Industrial comprende los derechos que otorgan los Estados a través de las leyes y los tratados internacionales. Dichos derechos están referidos a las marcas comerciales, las patentes de invención, los modelos de utilidad, los diseños industriales, los esquemas de trazado de los circuitos integrados y los secretos empresariales, entre otros.

La Marca Comercial es todo signo visible, novedoso y característico que sirva para distinguir productos, servicios o establecimientos industriales o comerciales. Pueden también considerarse como marcas comerciales las frases de propaganda o publicitarias, siempre que vayan unidas o adscritas a una marca registrada del producto, servicio o establecimiento comercial o industrial para el cual se vaya a utilizar, debiendo necesariamente la frase de propaganda contener la marca registrada que será objeto de publicidad.

La patente de invención es el derecho exclusivo que otorga el Estado para explotar una invención, considerándose como invención toda solución a un problema técnico que origine un quehacer industrial y siempre que dicha invención sea nueva en el estado del arte y no sea obvia.

Los modelos de utilidad son los instrumentos, aparatos, herramientas, dispositivos y objetos o partes de los mismos, en los que la forma sea reivindicable, tanto en su aspecto externo como en

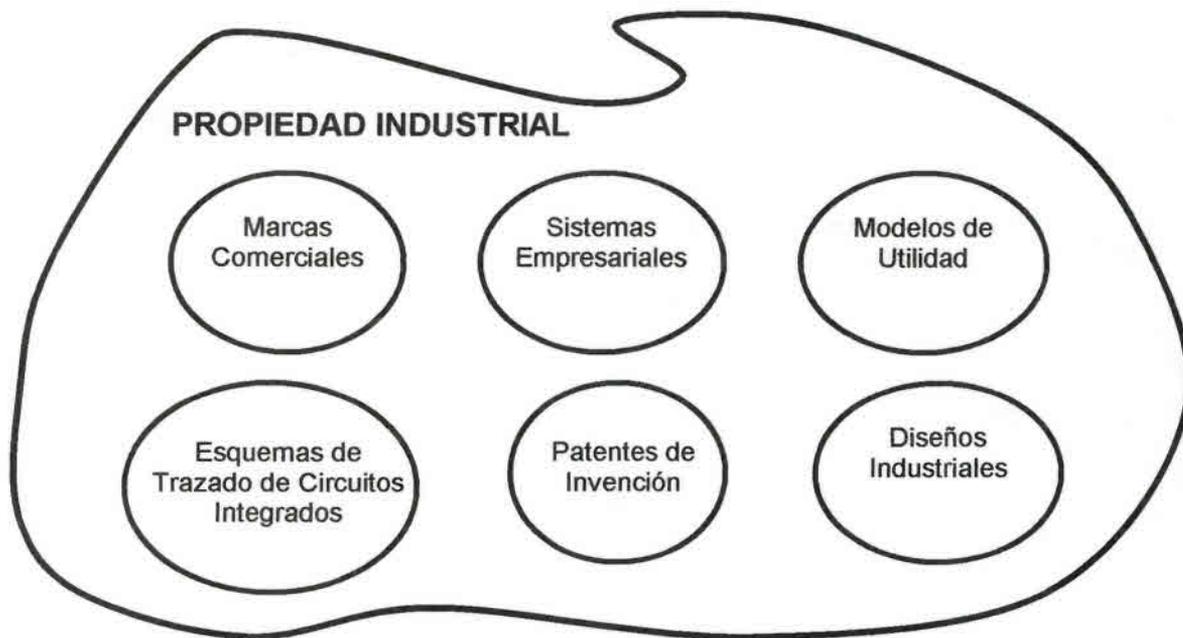
su funcionamiento, y siempre que ésta produzca una utilidad, esto es, que aporte a la función a que son destinados un beneficio, ventaja o efecto técnico que antes no tenía.

Los diseños industriales son todos los objetos de carácter industrial que tenga una forma tridimensional asociada o no con colores, y cualquier artículo industrial o artesanal que sirva de patrón para la fabricación de otras unidades y que se distinga de sus similares, sea por su forma, configuración geométrica, ornamentación o una combinación de éstas, siempre que dichas características le den una apariencia, de tal manera que resulte una fisonomía original, nueva y diferente.

Además la Propiedad Industrial otorga protección a los circuitos integrados y a los esquemas de trazado de éstos. El circuito integrado es un producto, en su forma final o en una forma intermedia, en el que los elementos, de los cuales uno por lo menos sea un elemento activo, y alguna o todas las interconexiones, formen parte integrante del cuerpo y/o de la superficie de una pieza de materia y que está destinado a realizar una función electrónica. El esquema de trazado es la disposición tridimensional, expresada en cualquier forma, de los elementos, de los cuales uno por lo menos sea un elemento activo, y de alguna o todas las interconexiones de un circuito integrado, o dicha disposición tridimensional preparada para un circuito integrado destinado a ser fabricado.

Un secreto empresarial es toda información confidencial de valor y aplicación en cualquier ámbito comercial o industrial, que esté bajo control legítimo de una o de un número limitado de personas naturales o jurídicas y la que a su o sus titulares deseen mantener reservada.

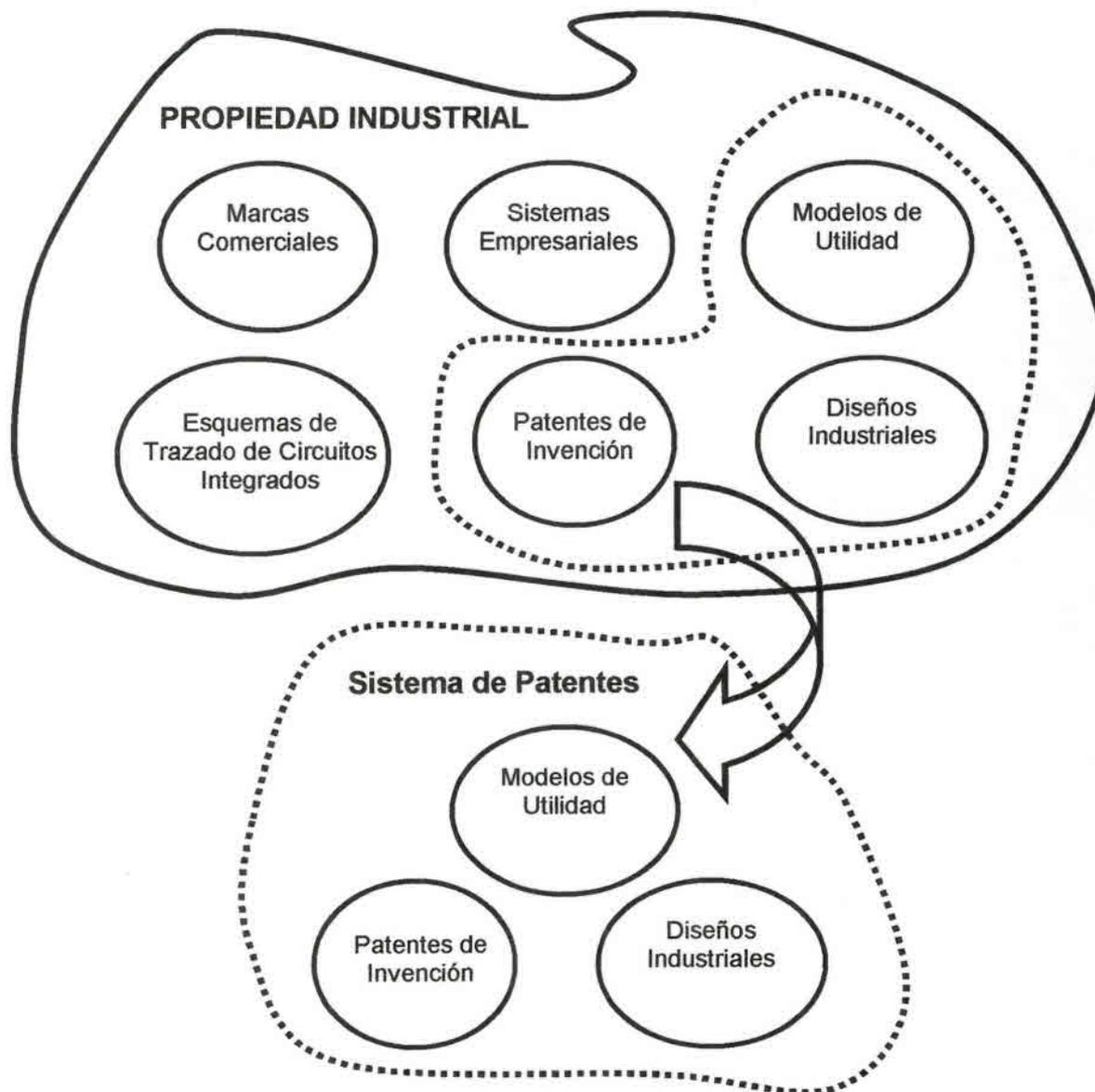
La siguiente figura, muestra en forma esquemática los principales elementos constitutivos de la propiedad industrial.



Elementos constitutivos de la Propiedad Industrial

La propiedad industrial es un conjunto de normas legales (tratados internacionales y leyes nacionales) que otorgan protección a las innovaciones industriales y comerciales. Dentro de la Propiedad Industrial destacan las patentes de invención, los modelos de utilidad y los diseños industriales cuyos registros se transforman en información tecnológica [La información tecnológica a la cual se hace referencia está relacionada con el conocimiento técnico en la esfera del experto, que menciona Arnold Pacey en su Libro "La Tecnología: Práctica y Cultura" (Pacey, 1990: 19-20).] disponible al público.

La siguiente figura, muestra los elementos pertenecientes a la Propiedad Industrial



Elementos del Sistema de Patentes

EMPRESAS Y COMPETENCIA

Para poder competir y mantenerse al día las empresas deben utilizar nuevos instrumentos de análisis que permitan la detección temprana de oportunidades y amenazas. La Vigilancia Tecnológica se propone precisamente obtener información sobre lo que está sucediendo en una determinada área tecnológica: en qué temas se está investigando, cuáles son las líneas de investigación emergentes, cuáles son las empresas y los equipos de investigación líderes.

En el ámbito de la Vigilancia, los Mapas Tecnológicos, obtenidos a partir del tratamiento de la información contenida en bases de datos de patentes y de artículos técnicos, entre otros elementos utilizados, son una potente herramienta para el análisis de las tendencias tecnológicas. Pero los resultados que ofrecen no son suficientes para la toma de decisiones en la empresa si no se pueden enlazar con el comportamiento del mercado.

Entre otras utilidades, la Vigilancia Tecnológica permite conocer en una determinada área diversos aspectos, tales como:

- Las tecnologías y productos en los que se está investigando.
- La dinámica de la tecnología.
- La detección temprana de las tecnologías emergentes.
- Las líneas de investigación y las trayectorias tecnológicas de las principales empresas que compiten en el área considerada.
- Los centros de investigación, los equipos y los expertos líderes en la generación de nuevas tecnologías en el área.

VIGILANCIA Y PROSPECTIVA UNA HERRAMIENTA ESTRATÉGICA EMPRESARIAL PARA MANTENERSE EN EL MERCADO

En mercados tan competitivos como los actuales, es necesario contar con información detallada de cuales son las tendencias del mercado, saber quienes ofrecen las mejores prácticas, ver quienes son los precursores de las tendencias e innovación, para de esta manera tener una idea clara de cómo ingresar al mercado y mantenerse en él.

Existen diversas herramientas de análisis y estudios del entorno, desde metodologías clásicas como la de Porter, hasta sofisticados modelos utilizados en la actualidad. Una de las herramientas que ha alcanzado buenos niveles de desarrollo es lo que se conoce como Vigilancia. En términos semánticos, vigilancia es "*Cuidado y atención exacta en las cosas que están a cargo de cada uno*" (Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española), llevándolo a términos estratégicos es mantenerse alerta a las tendencias y cambios que presenta el ambiente de un determinado negocio.

En términos prácticos el solo hecho de estar alerta ante cambios en el entorno o tener información de tendencias puede no ser suficiente para mantenerse en los mercados, es útil contar con procedimientos que permitan tomar acciones de acuerdo a las distintas situaciones que van

ocurriendo, es decir se requiere ampliar el concepto de vigilancia a niveles más estratégicos, es decir analizar la información, generar conocimiento y por último formular planes de acción, de esta manera nuestro concepto de vigilancia pasa a ser un servicio de inteligencia.

De acuerdo con lo anterior la pregunta que surge es ¿en que nos fijamos para realizar una vigilancia?. Esto varía según el tipo de estudio que se realice, por ejemplo si poseemos un puesto de flores cercano a un cementerio tal vez nos interesaría saber cuales son los precios a los cuales nuestros competidores venden sus flores, este sencillo acto puede ser considerado vigilancia. Ahora lo interesante es poder definir cual es el objeto a vigilar, si hablamos de una empresa manufacturera, es importante contar con información de las ventas de nuestros competidores o que nuevas herramientas desarrollan; pero si hablamos a niveles gubernamentales el problema se torna mas complejo.

LOS BENEFICIOS DE ANTICIPAR Y DETECTAR LOS CAMBIOS

• Alerta amenazas provenientes de sectores distintos al de la empresa.

La firma norteamericana de electrodomésticos Whirlpool Co., como fruto de su vigilancia y nuevos desarrollos en los sectores químico y textil, detectó en el invierno de 1963-1964, rumores sobre innovaciones en tejidos sin necesidad de planchado. El acceso a esta información y su confirmación en los siguientes meses le permitió analizar el mercado potencial y formar a su personal sobre el nuevo desarrollo antes de su comercialización. En agosto, sus técnicos vieron por primera vez las prendas en una fábrica de fibra larga. En septiembre, se produjo el lanzamiento de las nuevas prendas y cuatro meses después Whirlpool lanzaba la primera lavadora y secadora con ciclos para este nuevo tejido. Como corolario: el esfuerzo de vigilancia de esta compañía le permitió adelantarse en un año a la competencia, ganar cuota de mercado y transformar una potencial amenaza en un gran resultado comercial.

• Evita barreras no arancelarias en mercados exteriores.

La vigilancia también puede extender sus resultados a aspectos como las barreras técnicas a la distribución de productos. Es el caso de una empresa exportadora alicantina, la cual tuvo su mercancía detenida en la frontera canadiense porque las grapas del embalaje no estaban conformes con la normativa del país. Por tratarse de artículos de temporada, no pudieron ser distribuidos a tiempo por lo que el impacto en costos fue elevado.

La repetición de hechos como estos, debido a los frecuentes cambios tanto de disposiciones como de criterios de interpretación, genera una complejidad que requiere no sólo su conocimiento, sino su oportuna detección.

• Alerta si los demás nos están copiando.

LOS BENEFICIOS DE PROGRESAR Y DETECTAR LOS DESFASES

- *Detecta oportunidades de inversión y comercialización.*

Su interrupción puede originar pérdida de mercados. En 1985 uno de los diarios líderes de la prensa japonesa recoge el abandono del mercado de memorias de 64K D-RAM por parte de un importante fabricante de semiconductores. Dado que la empresa venía perdiendo cuota de mercado en los últimos tiempos, muchos de sus competidores no repararon en las causas de dicha decisión. La realidad era que la empresa se había concentrado en el desarrollo de las siguientes generaciones de memoria de 256K y 1Mb D-RAM. Como resultado la empresa volvió al mercado con tal ventaja que se estima que en su liderazgo dobla la cuota de sus competidores.

LOS BENEFICIOS DE INNOVAR, DETECTAR NUEVAS IDEAS Y SOLUCIONES

- *Ayuda a decidir el programa de I+D y su estrategia.*

Los resultados de la vigilancia pueden ayudar a la dirección a decidir la orientación de sus proyectos de I+D y el enfoque técnico de los mismos. Es el caso de Fanuc, spin off de la japonesa Fujitsu, que desde 1972 comenzó una vigilancia sobre el mercado de los controladores numéricos, CNC, buscando oportunidades en el mismo. En esa época los CNC, inventados por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en 1952, eran todavía el estado del arte. Con sus 2.000 válvulas mecánicas estos aparatos eran muy complejos, de gran tamaño, elevado precio y complicado manejo. Estas características dificultaban su empleo para muchas empresas de mediana y pequeña dimensión. Fanuc detectó, con la información proporcionada por la vigilancia, este nicho y desarrolló para el mismo un controlador técnicamente más simple, de menor tamaño y más barato que el precedente.

- *Contribuye a abandonar a tiempo un determinado proyecto de I+D.*

En ocasiones, la vigilancia puede proporcionar como resultado el abandono de un proyecto de innovación y la liberación de sus recursos hacia otras inversiones más productivas.

LOS BENEFICIOS DE IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE COOPERACIÓN

- *Identifica socios adecuados en proyectos conjuntos de I+D ahorrando inversiones.*

La idoneidad de un socio en un proyecto conjunto no sólo reduce el esfuerzo económico, sino que también evita la realización de desarrollos paralelos. El acuerdo firmado en 1990 entre la norteamericana Searle y la empresa francesa Synthelabo para producir un nuevo fármaco regulador de la presión sanguínea, el Kerlone, fue el resultado de la vigilancia por Monsanto de otras empresas del sector. Searle aportó sus capacidades de marketing y desarrollo de medicamentos, en tanto que la francesa aportaba su experiencia en investigación de fármacos. El resultado permitió a Monsanto, matriz de Searle, adquirir la experiencia investigadora y el nuevo producto. Mientras tanto, la firma francesa y la americana se repartían los beneficios de la colaboración.

• *Facilita la incorporación de nuevos avances tecnológicos a los propios productos y procesos.*

Esta es una de las funciones más importantes de la vigilancia tecnológica. Hewlett-Packard (HP) la practicaba cuando en los ochenta detectó las nuevas aplicaciones electrónicas derivadas de la emergente tecnología láser de Canon. Después de recabar información y estudiar la nueva tecnología, HP se movió rápidamente hasta alcanzar un acuerdo con Canon, que le permitió utilizar la tecnología de esta en sus nuevas impresoras «Laserjet».

VIGILANCIA Y PROSPECTIVA TECNOLÓGICA

Vigilancia y Prospectiva tecnológica son dos conceptos o herramientas que se utilizan para la toma de decisiones de proyectos tecnológicos a niveles estratégicos, y consisten en un análisis de la información presente en el entorno; ayudan a filtrar y entender la información, y a partir de este conocimiento se pueden identificar las señales de cambio o hacia donde va la tecnología.

Vigilancia y Prospectiva son dos conceptos diferentes. La vigilancia analiza la situación en que se encuentra la tecnología a través de la información disponible dando la posibilidad de encontrar "partners" para realizar un benchmarking, es decir, es capaz de identificar las mejores prácticas y quienes son los agentes más importantes dentro de un rubro, permitiendo compararse con ellos e identificar hacia donde va la tecnología. La prospectiva corresponde al igual que la vigilancia en un análisis del entorno, pero busca predecir cual sería el futuro tecnológico, planteándose diferentes escenarios posibles. Según esto, si bien son conceptos o herramientas relativamente similares, sus propósitos son diferentes, la vigilancia es un procedimiento y una actitud de toda la organización, en cambio la prospectiva es un método realizado por expertos para la organización.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Una de las características fundamentales de la vigilancia tecnológica es su búsqueda por saber que es lo que se está haciendo, en que tecnologías y en que productos se trabaja, con que se investiga y por consiguiente que es lo que se publica y se patenta, interesa saber cuales son las tecnologías que comienzan a quedar obsoletas reemplazadas por otras que emergen.

En segundo lugar intenta identificar a la competencia, que es lo que hacen, que investigan, donde patentan, el lugar donde se desenvuelven para intentar seguirlos, y finalmente identificar quienes son los líderes en una determinada área, con el fin de sacar partido de esto, para poder seguirlo o mejorarlo.

Una primera definición elaborada por Pere Escorsa (2001), es *"la vigilancia consiste en realizar de forma sistemática la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones técnicas útiles para la supervivencia y el crecimiento de la empresa. La vigilancia debe alertar sobre cualquier innovación científica o técnica susceptible de crear oportunidades o amenazas"*. A las empresas les gusta saber qué pasa, no tener sorpresas, aprovechar las oportunidades, si pueden, y evidentemente combatir o hacer frente a las amenazas que puedan presentarse.

Una segunda definición propuesta por F.Palop y J.M.Vicente (1999), la vigilancia e inteligencia competitiva consiste en “*un sistema organizado de observación y análisis del entorno, seguido de una correcta circulación interna y utilización de la información en la empresa*”. Se trata, por consiguiente, de un procedimiento para procesar de forma sistemática y estructurada la información relevante del entorno que puede afectar a la empresa y que ha de servir para la toma de decisiones de carácter estratégico.

Cada organización se mueve siempre en diferentes ámbitos: social, económico, tecnológico; que condicionan su desarrollo. De una manera u otra, por este motivo “estar atento” a lo que ocurre en el exterior debiera ser una tarea cotidiana inherente a toda organización, además importante considerar que un alto porcentaje de innovaciones es creado a partir de oportunidades que se presentan en el entorno como los clientes, el mercado, la tecnología, etc., razón por la cual la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva cobran importancia.

Una situación recurrente dentro de las actividades de investigación tiene que ver con la desinformación que existe del entorno, muchas organizaciones gastan miles de dólares en investigación para patentar un nuevo producto y un hecho recurrente es que al momento de patentarlo se encuentran con la sorpresa de que ya había sido construido y patentado, o sea gastan tiempo, dinero y esfuerzo en algo que ya estaba hecho. Para evitar este tipo de situaciones es que la vigilancia opera, o sea busca identificar en primera instancia cual es el punto de partida, es decir, que es lo que ya está hecho y desde ahí comenzar a innovar. Una primera fase de vigilancia consiste en identificar *¿Qué está hecho?, ¿Qué han hecho los competidores?, ¿Qué documentación existe?, ¿Qué patentes hay?* (Pere Escorsa, 2001).

Los motivos que llevan a una vigilancia tecnológica son los siguientes:

1. ANTICIPAR: Detectar los cambios que tienen lugar en el exterior en lo que se refiere a nuevas tecnologías, maquinaria, mercados, competidores.
2. REDUCIR RIESGOS: Detectar amenazas procedentes de patentes, nuevos productos, reglamentaciones, alianzas, nuevas inversiones.
3. PROGRESAR: Detectar los desfases existentes entre nuestros productos y las necesidades de los clientes, o bien entre nuestras capacidades y las de otros competidores.
4. INNOVAR: Detectar ideas y nuevas soluciones como, por ejemplo, economías en I+D, mejora de procesos.
5. COOPERAR: Conocer nuevos socios como, por ejemplo, clientes, expertos, proveedores. (Palop y Vicente, 1999; Mañà Oller', 2002).

Es importante destacar los aspectos éticos de la vigilancia, ya que se tiende a confundir con el concepto de espionaje. Espionaje se refiere a la obtención de información confidencial que no está

a disposición para ser utilizada por un tercero; en cambio la vigilancia corresponde a una alerta que es entregada a partir de información que es de libre disposición para beneficio propio.

Una de las principales características de la vigilancia tecnológica es el carácter cuantitativo de sus estudios, ya que se basa en la generación de indicadores cuantitativos (medidos y calculados en forma precisa), sus resultados son mediciones precisas acerca de una situación en particular, por ejemplo, número de patentes inscritas por un cierto centro tecnológico.

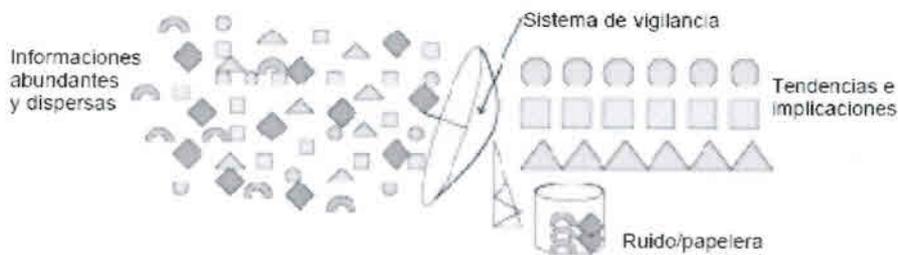
Un concepto ligado a la vigilancia tecnológica es la "inteligencia competitiva", porque se suma al análisis de la información utilizada por la vigilancia una difusión dentro del centro que realiza la misma, para así generar planes de acción y/o guías para la toma de decisiones corporativas de corto plazo. Sin embargo, existen diferencias entre vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, esta radica en que la vigilancia se asocia al estudio de información y análisis del entorno en un sentido "estático", y la inteligencia competitiva hace referencia a una "vigilancia aumentada", es decir, no se limita sólo a la observación de los fenómenos sino a una vigilancia efectiva que implica métodos y acciones resultados de las situaciones observadas. Pasamos de "una observación" a "una herramienta estratégica" que es más activa con una voluntad de trabajar sobre un cierto tema y que da matices de mejora y oportunidades de desarrollo.



Vigilancia e Inteligencia competitiva.

El término vigilancia se asocia más con las acciones de observación, captación de información y análisis de la misma para convertir señales dispersas en tendencias y recomendaciones para tomar decisiones. En cambio, el término inteligencia competitiva recoge más las fases de difusión de los resultados del análisis hacia quien debe tomar decisiones o ejecutar acciones y su uso en el proceso de decisión.

La vigilancia transforma la abundancia de información en tendencias.



Una de las desventajas de la vigilancia tecnológica es su marco de aplicación de corto plazo, es decir, se obtiene una fotografía instantánea del entorno que se vigila y desde ahí se toman decisiones o cursos de acción de acuerdo a la situación actual; no permite una planificación de estrategias a largo plazo debido a que identifica tendencias instantáneas de acuerdo a indicadores cuantitativos obtenidos de la información disponible.

Una herramienta que soluciona el problema del corto plazo de la vigilancia tecnológica es el análisis prospectivo o Prospectiva tecnológica. Esta herramienta consiste en la construcción de estrategias de acción ante posibles escenarios futuros. O sea se realiza un estudio para identificar las variables más influyentes dentro de la situación a estudiar y se identifican tendencias. A partir de esto es que se generan diferentes alternativas con probabilidad de ocurrencia y se realiza su planificación para los distintos escenarios. De esta manera el estudio se puede ir adaptando a la evolución que presenta el sistema analizado de acuerdo al escenario al cual se vaya adaptando la situación real. Una de las características de la prospectiva es que posee un carácter más cualitativo además de factores cuantitativos, y permite el uso de metodologías basadas en paneles expertos como lo es método Delphi.

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA.

La prospectiva tecnológica es un método que busca elaborar estrategias de ataques ante posibles escenarios futuros.

Para el entendimiento del concepto de prospectiva se debe precisar los siguiente:

Pronóstico Tecnológico (Technology Forecasting): Previsiones probabilísticas de desarrollos tecnológicos futuros.

Evaluación Tecnológica (Technology assesment): Evaluación sobre los impactos futuros sobre la economía y la sociedad, de tecnologías nuevas conocidas.

Prospectiva Tecnológica (Technology Foresight): Identificación de prioridades científicas y tecnológicas presentes a la luz de proyecciones hipotéticas hacia el futuro de desarrollos económicos, sociales y tecnológicos.

La prospectiva tecnológica es un método que considera aspectos pasados (como vigilancia tecnológica) y busca la planificación de un futuro deseado, y desde ahí formular estrategias de acción ante posibles escenarios probabilísticos. La aplicación de la prospectiva es de tipo preactiva, dirigida a la acción y a la definición de prioridades, no considera sólo un plan de acción sino varios escenarios adoptando una visión global de sistema. Incluye además factores de tipo cualitativo (como el comportamiento de los agentes) y usa distintos tipos de análisis y metodologías de aplicación. (Mañà Oller, 2002).

La OCDE define la Prospectiva como *“un conjunto de intentos sistemáticos para mirar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad, con el fin de identificar aquellas tecnologías genéricas emergentes que probablemente generarán los mayores beneficios económicos y/o sociales”*. (Castello-Tarrega, 2000).

Uno de los objetivos de los ejercicios de prospectiva es la definición de prioridades en ciencia y tecnología, teniendo en cuenta las previsiones de las tecnologías presentes con mayor fuerza en el mediano y largo plazo.

Con la definición de una estrategia de corto plazo es posible generar un indicador que esté construido de acuerdo a los valores de las variables semilla, es decir, según el peso de cada una de estas variables se construye una especie de indicador de sensibilidad de las variables importantes. La función de este indicador es señalar el grado de variación que tienen las variables semilla en estrategias de corto, medio y largo plazo.

La idea propuesta es que luego de la vigilancia este indicador comience en valor cero, y sea capaz de reflejar la variación porcentual en conjunto de todas las variables semilla, es decir, el rango de variación de este indicador es de cero a uno, donde cero indica que los factores no han variado, y uno indica que los factores han variado en un 100%.

La dificultad de este tipo de indicador radica en la formulación de una función de variación, es decir, ponderar cada una de las variables semilla a fin de obtener un valor de la desviación global de las variables, sin identificar sentido.

Continuando con el método, se procede a la generación de escenarios posibles de acuerdo a metodologías clásicas de métodos prospectivos como paneles de expertos y método Delphi, a través de reuniones, generación de cuestionarios para expertos e incentivando el consenso de los paneles de expertos.

Luego de construidos los posibles escenarios entra en funcionamiento el uso del indicador de sensibilidad, ya que cada una de las alternativas propuestas involucra evolución de las variables semilla, por lo tanto es posible evaluar que tan drásticos son estos cambios con respecto a la situación actual, lo que puede ser una ayuda para la generación de estrategias.

La idea del indicador es que permita generar estrategias en un horizonte de tiempo variable, es decir, permite la generación de estrategias intermedias de los escenarios de largo plazo propuestos. Su utilización se basa en el supuesto de la velocidad de cambio tecnológico, es decir, se asume como cierto que las variables semilla en el corto y mediano plazo no tendrían una

variación tan significativa como en un escenario de largo plazo. La decisión entre una estrategia de corto, largo o mediano plazo puede ir de acuerdo al valor que presente el indicador de variación. La dificultad de este tipo de indicador radica en determinar el rango de variación del mismo, es decir, definir el corto, medio o largo plazo, esto puede ir en directa relación con los escenarios futuros propuestos por los expertos.

Otra de las funciones atribuibles al indicador de variación de acuerdo a su valor, es la generación de sub-escenarios, es decir, la formulación de escenarios intermedios de acuerdo a la posibilidad de variación de los valores de las variables semilla, permitiendo clasificarlo según el valor del indicador como mediano, largo o corto plazo. Esta construcción puede ser apoyada mediante el uso de herramientas de proyección utilizadas en métodos prospectivos tradicionales, como lo son la extrapolación (proyectarse al futuro de acuerdo a la evolución que han tenido hasta el presente), identificando correlaciones entre las variables y mediante el apoyo de modelos causales (Castello-Tarrega, 2000).

De esta manera es posible la generación de estrategias de largo plazo de acuerdo a los escenarios propuestos por los expertos, además de estrategias de mediano plazo mediante el uso sub-escenarios de mediano plazo y estrategias de corto plazo según los resultados de la vigilancia tecnológica.

Una función que cumple el indicador hace referencia a la certeza con que nuestras predicciones son válidas o no, por ejemplo podemos observar que tan buenas fueron nuestras predicciones, mediante la comparación de los valores que fueron predichos, con los valores reales que toma el indicador luego de concluido el plazo de la prospectiva.

METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS PROSPECTIVO

La prospectiva tecnológica, es un método que incluye factores tanto de tipo cuantitativo, como cualitativo. Es una herramienta basada en su objetivo, es decir no tiene un único procedimiento de ejecución, sino que su método está fuertemente ligado al tipo de estudio que se desee realizar.

Existen diversas herramientas de apoyo para la realización de los estudios prospectivos, las cuales pueden ser usadas indistintamente de acuerdo al estudio que se desee llevar a cabo. Dichas herramientas pueden clasificarse de acuerdo a dos criterios fundamentales Análisis Bibliométricos y Paneles de Expertos.

Análisis de indicadores Bibliométricos: El análisis bibliométrico, consiste en el análisis de todo tipo de información disponible de acuerdo a las características de la tarea a abordar, en este ámbito se han desarrollado:

- (a) Herramientas que consideran el análisis de la producción científica por área temática, el análisis de cuales son las últimas innovaciones, etc.

- (b) Herramientas que miden el impacto y el riesgo de nuevas tecnologías, la medición de la calidad del área temática, etc.
- (c) Herramientas que elaboran indicadores que permitan sacar conclusiones sobre aspecto general de las tendencias tecnológicas.

Una herramienta que entrega información acerca de las tendencias tecnológicas, es la generación de mapas cartográficos de líneas de producción científica, ponderando su impacto a fin de identificar donde se concentran los temas de mayor relevancia, ejemplo de esto son los mapas tecnológicos de Pere Escorsa.

Mapas tecnológicos, su función es obtener cartografías, es decir, mostrar visualmente la estructura de una determinada área tecnológica a partir del tratamiento de un gran número de datos, mostrando claramente aquéllas áreas en las que se está investigando (y, por tanto, publicando o patentando).

Su elaboración se basa en el concepto de co-ocurrencia de palabra (co word) que estudia la aparición conjunta de dos o más palabras representativas en los títulos de los artículos o patentes, resúmenes o abstracts, palabras clave de artículos (key word) reivindicaciones de patentes (claims), códigos de clasificación de patentes, etc. Si la co-ocurrencia es elevada, es decir, si dos palabras aparecen juntas frecuentemente, significa que entre ellas existe una fuerte relación o proximidad, y aparecerán próximas en el mapa. Por el contrario si la co-ocurrencia es baja o nula, es decir, si las palabras aparecen juntas muy pocas veces, o ninguna, será señal de falta de relación o lejanía y en el mapa aparecerán muy distanciadas.

Análisis de Patentes: El análisis de patentes es otra herramienta utilizada con el propósito de identificar la tecnología de avanzada y donde se concentran, se usa también para la construcción de mapeos.

Metodologías basadas en Expertos: Una de las formas más utilizadas para la generación de estudios prospectivos es mediante el apoyo de los conocimientos de personas expertas en las áreas de estudio, de esta manera se definen algunas técnicas que permiten realizar prospectiva, basada en la experiencia y el conocimiento de los expertos.

Identificación de tecnologías claves o críticas: Este tipo de estudio consiste en la identificación de tecnologías claves mediante el uso de paneles expertos, ha sido usado frecuentemente por países como Estados Unidos y Francia en sus estudios nacionales. Es útil ya que presenta una base para realizar una especie de Benchmarking tecnológico. Una característica que presenta este método es que está basado en la oferta tecnológica.

Los paneles expertos son un método que si bien es empleado en la identificación de tecnologías claves o críticas, poseen un enfoque diferente, están diseñados para identificación y análisis prospectivo orientado a la demanda de innovaciones esperadas, es decir, se basa en expectativas de necesidades futuras, haciendo estudios de impactos futuros, etc.

Delphi: El método Delphi consiste en una consulta a un gran número de expertos, basados en un cuestionario especial diseñado también por expertos, que se responde en rondas sucesivas para obtener resultados mediante consenso y generalización de opiniones. En primera etapa el método Delphi plantea una serie de temas, preguntas e hipótesis sobre visiones futuras, luego estas respuestas son analizadas estadísticamente y se identifica quienes son los que más se alejan de las tendencias medias, a continuación se pide a los más disidentes que mediten sus respuestas, a fin de incentivar el consenso entre los expertos. Si es necesario se hace una nueva ronda hasta que todos los expertos sigan una línea aproximada. El método Delphi es exitoso ya que mediante el uso de preguntas amplias permite que los expertos den sus opiniones y a partir de ellas se extraen conclusiones generales mediante rondas sucesivas. El método Delphi se basa en 4 ideas fundamentales, que son: anonimato, iteración, retroalimentación controlada y resultados estadísticos. (Concytec, El reto de conocer el futuro; OPTI, 2000).

Construcción de Escenarios: La construcción de escenarios fue popularizado por Michael Godet, y consiste en organizar la información sobre las posibilidades y visiones de futuro, que tengan probabilidad de ocurrir, o sea, se describe un futuro posible y se busca la manera y los medios que conducen a ese posible futuro. Los métodos de construcción de escenarios pueden ser realizados por extrapolación de tendencias o por combinación de extrapolación y previsión de hipótesis.

Los escenarios están contruidos de acuerdo a combinación de factores tanto cuantitativos como cualitativos y es importante considerar los aspectos relevantes para una base sostenible del escenario.

- *Construcción de la Base*: Se identifican las variables esenciales tanto internas como externas del sistema que se estudia mediante un análisis del entorno y el marco en que se desenvuelve la investigación. De esta manera primero se realiza un análisis histórico, retrospectivo que busca definir los criterios fundamentales del estudio. Posteriormente se continúa con un análisis de la situación actual que enmarca el problema que permite identificar cuales son variables esenciales que modelarían eventos futuros.
- *Construcción de escenarios*: La construcción de escenarios se realiza de acuerdo a la evolución previsible que tendrían las variables claves y construyendo hipótesis sobre el comportamiento de los distintos agentes involucrados.
- *Fase Normativa*: Consiste en la formulación de estrategias para alcanzar los objetivos planteados de acuerdo a los escenarios identificados y de esta manera tener un plan de acción de acuerdo a la evolución del sistema completo. (Castello Tarreaga, 2000; Martín Pereda, Prospectiva Tecnológica).

DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PROSPECTIVA APOYADA POR UN INDICADOR DE VARIACIÓN

Las principales diferencias entre un estudio prospectivo y la vigilancia tecnológica consisten en el horizonte de planificación y la naturaleza de los factores analizados, Mientras la vigilancia utiliza factores cuantitativos para decisiones de corto plazo, la prospectiva se apoya en conocimiento experto y las variables no cuantificables para la planificación de actividades de largo plazo basada en hechos futuros.

De esta manera se intenta realizar una estrategia de planificación que permita la toma de decisiones de mediano, corto y largo plazo, para esto, se basa en un método prospectivo que considera las ventajas de la vigilancia dentro de su desarrollo.

La primera parte de la metodología consiste en la identificación de la base, es decir identificar cuales son las variables importantes que influyen en mayor medida al desarrollo o evolución del sistema. De esta manera podemos obtener las "semillas" en las cuales se basarán nuestros pasos siguientes. Para esto es conveniente hacer un análisis retrospectivo para obtener la evolución que ha presentado el sistema de acuerdo a información histórica, así por ejemplo se pueden observar cambios en las tendencias o concentraciones de innovaciones tecnológicas a través del tiempo, de esta manera se identifican cuales han sido los factores fundamentales que han producido esas tendencias.

Como segunda etapa y luego de identificadas las semillas de evolución es necesario realizar estudios de vigilancia, para obtener el estado de estas variables importantes y cuales son sus posibles tendencias. Para realizar un estudio de vigilancia es conveniente adoptar algún tipo de método de vigilancia. Por ejemplo se pueden adoptar metodologías como las expuestas por Pere Escorsa consistentes en el análisis de las publicaciones y posterior generación de mapas tecnológicos, los cuales tienen la ventaja de entregar un efecto visual de los lugares donde se concentran los lineamientos principales de las tendencias tecnológicas. (Pere Escorsa, 2001, Vigilancia tecnológica COTEC, 1999).

Pere Escorsa propone una metodología particular de obtención de información y su manejo. Para la obtención de información se comienza básicamente de la obtención de artículos de bases de datos científicas y de artículos técnicos, como Science Citation Index, la Medline, por ejemplo, donde muchos artículos de tipo técnico son almacenados para su rescate y uso. De la misma manera recurre a base de datos de patentes.

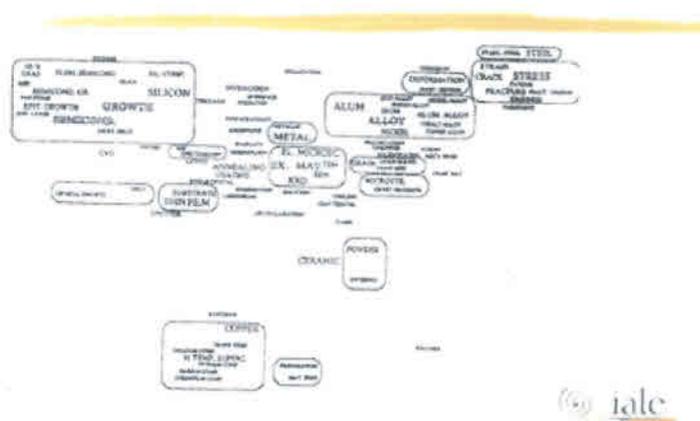
Obtenida esta información comienza el proceso de ordenamiento y clasificación, es decir se analizan las distintas partes del artículo a fin de obtener información clave, por ejemplo el título de un artículo puede entregar una primera aproximación y entregar claves para su uso, se analiza el autor, la empresa donde se realiza la experiencia, el idioma de publicación, los "keywords" y finalmente se analiza el abstract. Las patentes poseen información similar y pueden ser clasificadas de acuerdo a estructuras similares. Mediante el uso de software es posible rescatar

gran cantidad de información en una primera instancia sólo analizando los encabezados de dichos artículos y patentes.

Seguido de esto viene un proceso de conteo de palabras, es decir según los keywords y la reiteración de palabras dentro de un artículo es posible determinar de que trata y que tópicos ofrece. Una forma de saber que tipo de tecnologías nuevas se están desarrollando es usando un horizonte temporal, por ejemplo se buscan artículos del último año y se analiza que palabras nuevas son introducidas y con que frecuencia son utilizadas, de esta manera es posible identificar cuales son las tendencias emergentes.

Una tercera herramienta utilizada es la co-ocurrencia de palabras, o "análisis cword". La co-ocurrencia dice cuando dos palabras van juntas en el título, en el abstract, en el número de descriptores o de identificadores, por ejemplo. Si aparecen juntas en muchas ocasiones, significa que existe una relación entre estas palabras. Esto es por ejemplo si en un artículo aparecen dos palabras juntas en reiteradas ocasiones puede dar luces de que estén relacionadas, de esta manera si en un grupo de artículos el mismo par de palabras se repite eso quiere decir que entre ambas existe una estrecha relación, es decir son palabras que poseen una "distancia pequeña", de la misma manera si existen palabras que no van juntas o su grado de ocurrencia es muy bajo, entonces quiere decir que su distancia o relación es baja. De esta manera el uso de software ayuda a la obtención de grandes cantidades de información.

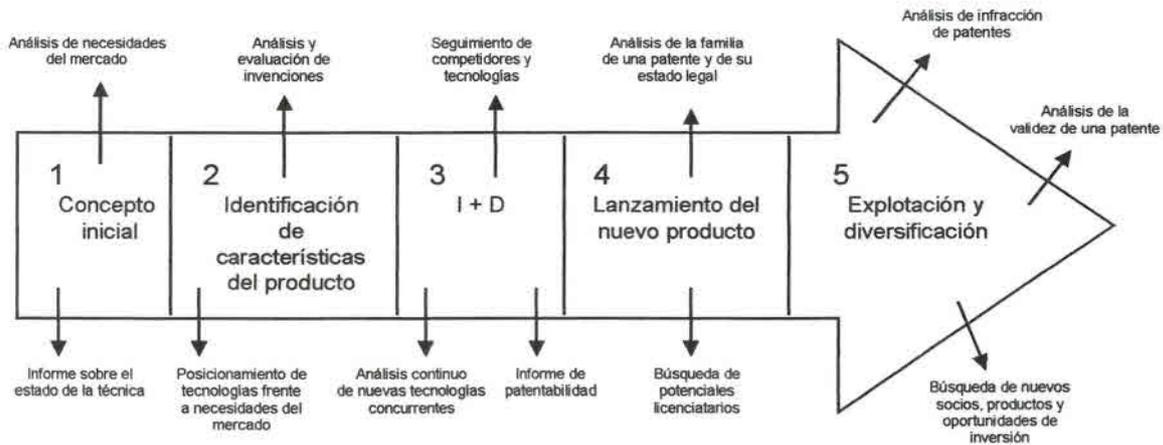
De esta manera utilizando relaciones de proximidad e información recopilada de acuerdo al conteo de palabras y concurrencia es posible la construcción de los llamados "mapas tecnológicos" que son representaciones graficas obtenidas de las relaciones de distancia y concurrencia que dan indicios de las tendencias que presentan las nuevas tecnologías.



Ejemplo Mapa Tecnológico

Otro enfoque es uno propuesto por Juan Carlos Vergara acerca del "Uso de patentes en la práctica de Vigilancia tecnológica e Inteligencia competitiva".

Las patentes son una muy importante fuente de información tecnológica según la etapa de desarrollo del producto.



Las patentes según el estado de desarrollo del producto pueden entregar información muy relevante, como las siguientes:

- Informe sobre el estado de la técnica.
- Informe de posicionamiento de una tecnología.
- Informes de seguimiento.
- Informes de patentabilidad.
- Análisis de la familia de patentes y de su estado legal.
- Análisis de infracción de patentes.
- Análisis de validez.
- Búsqueda de Licenciatarios.
- Búsqueda de nuevos productos y oportunidades de inversión.

Los análisis de patentes son una poderosa herramienta de información, más aún si muchos de estos servicios son de carácter gratuito y están a libre disposición, además existen muchos servicios de búsqueda filtrada de patentes con lo cual la clasificación se hace eficiente y ya no es necesario la contratación de expertos para el análisis de información.

En cuanto a la vigilancia Tecnológica es posible seguir un ciclo propuesto como el que se presenta a continuación:



- 1- *Identificación y análisis de las necesidades*: Definición de que tipo de información es la que se requiere o es relevante de acuerdo a la tecnología o producto a desarrollar.
- 2- *Obtener la Información*: El rescate de información de acuerdo a las necesidades antes definidas y mediante el apoyo de bases de datos de patentes.
- 3- *Analizar, procesar y valorizar la información*: Cuantificar mediante las diferentes posibilidades de análisis la información requerida, de esta manera identificar posibles nichos de innovación y posibilidades de mejora, marcando el punto de partida desde donde comenzar el desarrollo de una nueva tecnología.
- 4- *Difundir los resultados*: Dar a conocer cuales son las posibilidades identificadas y cuales son las tendencias hacia donde dirigir la investigación.
- 5- *Usar la información*: Tomar decisiones acerca de lo que en definitiva se va a hacer y lo que se quiere lograr, sin infringir estudios anteriores y generando nuevas posibilidades de patentar.
- 6- *Proteger los resultados*: Patentar las acciones a fin de generar nuevas posibilidades de negocio, por ejemplo, ya sea mediante transferencia tecnológica o difusión de licencias de patente o bien como desarrollo y protección individual.

Esta metodología en parte es similar a la propuesta por Escorsa pero cuenta con diferencias acerca de las fuentes de información y los resultados que esta busca. (Vergara, 2004).

Según un documento publicado por COTEC se propone una metodología para la realización de vigilancia por medio de encuestas y la elaboración de un "manual de vigilancia". Esta metodología considera lo siguiente:

- *Jerarquización de temas y objetivos*: Definición de los factores críticos de vigilancia, en consonancia con la estrategia de la empresa.
- *Identificación de recursos «informacionales»*:

- Personas, «circuitos» de comunicación en el seno de la organización.
- Contactos externos de la «empresa».
- Fuentes de información a las que la empresa tiene acceso.
- Recursos T.I, red local, bases de datos, etc.
- Práctica actual en la organización de la información y la documentación, y en la cultura informacional y de gestión del conocimiento.
- presupuesto para nuevas adquisiciones: fuentes, dedicación de personas, sistemas.
- *Definición del plan y realización del manual de vigilancia tecnológica:*
 - Orientación, contenidos, fuentes y herramientas de seguimiento (fichero de expertos, reportes de impacto, etc.), frecuencia, formatos de intercambio/difusión de la información.
 - Constitución de la célula o núcleo de personas implicadas en el sistema de vigilancia tecnológica y del responsable o animador, asignación de funciones (observadores, analistas y decidores), red interna y externa de contactos.
 - Establecimiento de un plan de formación y de un sistema de incentivos que motiven la participación.
 - Realización de un manual de funcionamiento, sistema de medición normalizado.
- *Formación del personal involucrado, en:*
 - Métodos.
 - Funcionamiento.
 - Fidelización de la función (ganar apoyos).
 - Medición del sistema.
- *Funcionamiento:* medición, corrección, reorientación de los FCV (Vigilancia tecnológica COTEC, 1999).

Junto con esto la metodología considera el desarrollo de un cuestionario con 7 preguntas de Vigilancia Tecnológica que dan pie para el inicio de todas las actividades descritas:

- 1- ¿Cuál es el objetivo de la vigilancia?.
- 2- ¿Qué debemos vigilar?, ¿Qué informaciones buscar?.
- 3- ¿Dónde Localizarlas?.
- 4- ¿Cómo tratar y organizar la información?.
- 5- ¿A quien comunicar la información en la empresa?.
- 6- ¿Cómo promover la implicación de todo el personal?.
- 7- ¿Qué recursos vamos a destinar?.



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Magíster en Gestión Tecnológica

Mención en Biotecnología

TEMA: SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

Dra. MARIA TERESA SANTANDER GANA

Mag. LUIS TREJO FUENTES

Departamento de Ingeniería Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de Santiago de Chile

INTRODUCCION

Si se considera que un avance Tecnológico permite el crecimiento de la sociedad en su conjunto, entonces es posible establecer la importancia de la Tecnología en el crecimiento socio-económico de una Nación. Esta última afirmación no es absoluta, aún hay discusión en torno a la importancia de la especialización productiva, el cambio tecnológico y la transferencia internacional de la tecnología, relacionada esta última al aprendizaje y la formación de capital humano, para explicar los desempeños económicos relativos a nivel internacional. Se habla que la riqueza de las naciones depende de la capacidad productiva de las mismas, pero este análisis de causa y efecto se preocupa de la causa inmediata. La productividad de las personas depende de sus habilidades y capacidades, depende de su propia técnica y de las tecnologías que maneje, entonces la productividad llega a ser un problema de educación y aprendizaje. Además de un crecimiento económico, la educación y el aprendizaje permiten un desarrollo en las personas porque se enriquecen sus percepciones del mundo y el proceso creativo se refuerza, así se crea un escenario cada vez más adecuado para la Innovación Tecnológica. Sin duda la Innovación Tecnológica fomenta crecimiento económico, en relación a no depender de los conocimientos de las naciones más desarrolladas, sino de crear Tecnologías adecuadas al ámbito cultural del país.

Ciertamente la Tecnología no es un bien universal, es un producto que se desarrolla y se apropia, para luego ser difundido, o mejor dicho vendido a otros individuos o naciones. De esta forma la Tecnología y el Cambio Tecnológico están muy relacionados al poder económico; los países desarrollados destinan más recursos a I+D, C+T, y educación, que los menos desarrollados, además tienen más recursos para adquirir Tecnologías producidas en otras naciones. Dada la estructura Oligopólica del mercado internacional, el Cambio Tecnológico es desigual; esto es importante dado que la ventaja Tecnológica juega un papel decisivo en la distribución del poder a todo nivel.

Las siguientes interpretaciones de la relación de la Tecnología y el desarrollo de los países muestra una evolución en este tema: La Tradición Kaldoriana ponía la especialización en relación con el comportamiento de la demanda, es decir, el aumento de la productividad estaba vinculado a la ampliación del mercado, a retornos crecientes a escala. La Tradición Cepaliana conjugaba esa visión con la idea de que el Cambio Tecnológico era más importante en la Industria que en la Agricultura. Las Corrientes Neo-Schumpeterianas jerarquizan el desigual desarrollo de la frontera tecnológica en el plano productivo. En todos los casos, los patrones de especialización terminan siendo decisivos para el desempeño relativo de las naciones.

El escenario que genera la idea de "Sistema Nacional de Innovación" (SNI) proporciona un marco útil para la formulación de políticas tecnológicas. Concepto que ha sido muy utilizado por los formuladores de políticas de los países industrializados.

El concepto de SNI; no es reciente, ya a mediados del siglo XIX, F. List (1841) exploraba este campo concentrando su atención en las relaciones económicas vinculadas al desarrollo de las fuerzas productivas, estableciendo que para ello el Estado tenía una responsabilidad indelegable en la provisión de educación, entrenamiento e infraestructura de apoyo industrial; todos ellos, elementos centrales de lo que contemporáneamente se define como el SNI.

Más recientemente, C. Freeman (1987) caracteriza un SNI a través de la definición de subsistemas de investigación y desarrollo y de producción, las relaciones entre ambos y los roles del Estado y la historia de cada país en su configuración. Por otra parte, R. Nelson (1988), en su estudio sobre Estados Unidos, identifica el fuerte componente público-privado del cambio tecnológico y el rol que tanto las firmas privadas, el gobierno y las universidades tienen en su generación. M.Porter (1990) aporta cuatro nuevos conceptos que afectan fuertemente la competitividad nacional, ellos son: la estrategia de las firmas, las condiciones de los factores, las condiciones de demanda y las industrias de apoyo; todos ellos con fuertes componentes idiosincrásicos locales, que permiten interpretarlos como partes integrantes de un SNI. Por último, C.Dahlman y R. Nelson (1993) plantean que un elemento central para utilizar una tecnología exitosamente es poseer "capacidad tecnológica", la cual está fuertemente enraizada en las personas y las instituciones del país y, además, requiere para su óptimo empleo de estrechas interacciones entre ellas. Precisamente, para estos autores, la red de información y el conjunto de agentes, políticas e instituciones, que afectan la introducción de nueva tecnología a una economía, conforman un SNI.

Mas el término de SNI, tal como menciona Arocena & Sutz (1999), aparece a finales de la década de los 80s, específicamente en una publicación de Freeman (1987 Cit. en Sutz, 1999:1) sobre la innovación en Japón⁴⁵, donde se refiere a él como: *"la red de instituciones en el sector público y los sectores privados cuyas actividades e interacciones, importan, modifican y difunden las tecnología nuevas"*, acercamiento que ya había sido abordado con anterioridad por Lundvall quien habla de aquellos *"elementos y las relaciones que actúan recíprocamente en la producción, la difusión y el*

45 Freeman, C. 1987. "Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan". London: Printer.

uso de conocimiento nuevo, y económicamente útil,[...] y son localizados dentro de las fronteras de un estado" (Mullin et. al.,2000:4). Metcalfe⁴⁶ por su parte incorpora a la institucionalidad en la conceptualización de un SNI, refiriéndose a él como *"ese conjunto de instituciones que colectivamente e individualmente contribuyen al desarrollo y la difusión de tecnologías nuevas, y que proporcionan la armazón dentro de la cuál el gobierno forma normas y herramientas para influir en el proceso de la innovación. Cuando tal es un sistema de instituciones interconexiónadas para crear, almacenar y transferir el conocimiento, las habilidades y artefactos que definen las tecnologías nuevas"*⁴⁷. Los siguientes enunciados muestran versiones de otros autores:

"Un conjunto de las instituciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovador... de las firmas nacionales." (Nelson, 1993).

"Las instituciones nacionales, sus estructuras de estímulo y sus competencias; eso determina la tasa y la dirección del aprendizaje tecnológico (o el volumen y la composición de actividades para engendrar el cambio) en un país." (Patel y Pavitt, 1994).

"Una red de instituciones del sector público y privado, cuyas actividades y acciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías." (OECD, 1997).

"Un sistema de interacción de empresas (pequeñas o grandes) del sector público y privado, de universidades y organismos estatales orientado a la producción de ciencia y tecnología dentro de fronteras nacionales. La interacción entre estas unidades puede ser técnica, comercial, jurídica, social o financiera, siempre y cuando el objetivo de la interacción sea el desarrollo, la protección, el financiamiento o la reglamentación de ciencia y tecnología nuevas." (OECD, 1997).

Es claro que el SNI como sistema es una construcción mental, por lo que su identidad está determinada por las percepciones y la experiencia del observador. A pesar de ello, en todas las definiciones anteriores hay un consenso en que la innovación y el progreso técnico de un país, son el resultado de un conjunto complejo de relaciones entre varias instituciones, organizaciones y empresas participantes, que producen, distribuyen y aplican varias clases del conocimiento. En esta utilización del término SNI, no existe una entidad única con el poder de controlar el funcionamiento del sistema, pero hay muchas que tienen una influencia importante.

Los elementos de un SNI (individuos, organizaciones y políticas) pueden encontrarse en la mayoría de los países. Lo que diferencia un SNI con éxito de otro que no lo tiene, es su capacidad para promover interacciones constructivas entre estos diferentes elementos, y así superar modelos anteriores carentes de coherencia, con una profunda fragmentación de esfuerzos y, a menudo, enormes desequilibrios en el acceso a los recursos. A su vez, esta capacidad debe surgir de las mentes decididas de individuos y organizaciones del sistema, no es algo que pueda crearse por decreto.

46 Op. Cit.1999:1.

47 Ibid: 2000:4.

La importancia de la interacción en un SNI fue subrayada en un informe de la OECD⁴⁸, donde se señaló que: "El carácter interactivo del proceso de innovación requiere estructuras y mecanismos institucionales para asegurar la apropiada interacción y retroalimentación en el marco de las empresas así como entre los distintos institutos que forman el SNI. Tanto para el análisis como para la política, este modelo enfatiza la importancia de la cooperación entre empresas e institutos y, por lo tanto, del papel que desempeñan los vínculos y las redes involucrando diferentes organizaciones. El crecimiento de alianzas interempresariales representa un cambio significativo en el área de la innovación. Destaca en particular la creciente simbiosis entre la ciencia y la tecnología, la naturaleza penetrante de algunas tecnologías contemporáneas claves, y la sinergia y aún fusión de algunas tecnologías."

La utilización del concepto de un SNI como marco político, pretende evidenciar la nueva visión que se tiene del papel y rango de las ciencias (incluye las ciencias sociales y humanas), ingeniería y tecnología en el desarrollo nacional. La percepción en muchos países, es que un cambio técnico es la fuente principal del crecimiento económico, lo que significa que las políticas económicas, de Ciencia y Tecnología (C+T) e Innovación y Desarrollo (I+D), tienen que reconocer el interés central de los dos procesos, la innovación y la difusión de la tecnología, que constituyen los agentes motrices de ese cambio técnico. Según el estudio realizado por CIDD Canadá patrocinado por CONICYT Chile, las tres razones principales que apoyan la utilidad del concepto de un SNI, como marco básico para el análisis de políticas son:

- Proporciona una oportunidad para considerar medios para promover la coherencia e integración entre actividades nacionales.
- Ofrece una forma de identificar lo que hay que hacer, sin atar automáticamente las funciones necesarias con una institución u organización particular actualmente establecida.
- Focaliza la atención en la "innovación", en hacer cosas nuevas de maneras nuevas, más que simplemente en la producción de conocimiento.

NECESIDAD DE MEDICIÓN

En el momento en que los países comenzaron a destinar recursos a actividades de I+D se vieron en la necesidad de crear indicadores del rendimiento de esos recursos para verificar el efecto positivo sobre el crecimiento económico. Al comienzo no había claridad sobre la relación entre inversión en C+T y el crecimiento económico. Con el transcurso de acontecimientos coyunturales que han provocado grandes cambios en el accionar humano, en especial en el siglo XX, como las guerras mundiales, la carrera armamentista, la generación de energía nuclear, las nuevas formas de producción, etc., el hombre ha reconocido a la Investigación Científica y Tecnológica como fuentes primarias de conocimientos, técnicas e instrumentos, que han permitido a las naciones afrontar las variadas perturbaciones. Luego la C+T no fue solamente importante en determinados

48 Mullin, James. "Science, Technology, and Innovation in Chile". Idr. Canadá, 2000.

momentos, se necesitó fortalecer permanentemente los distintos sistemas de actividad humana (países, empresas, etc.), por lo que la Investigación Científica y Tecnológica se convirtió en un proceso continuo.

El análisis del desempeño de la tecnología y la definición de normas, han sido enfocados tradicionalmente en las entradas (tal como gastos en la investigación y desarrollo tecnológico y el número del personal de investigación) y las salidas (tal como patentes). Sin embargo, las limitaciones de este enfoque han llegado a ser evidentes con el tiempo. Mientras estos indicadores son fuentes importantes de información acerca del contenido y la dirección de la tentativa tecnológica, su habilidad de medir la capacidad innovadora de una economía es pequeña. Es una fotografía algo constante del desempeño de la tecnología.

Para poder entender la Innovación Tecnológica y maximizar sus efectos sobre el crecimiento económico y el bienestar social, es necesario primero disponer de datos que reflejen con fidelidad los recursos que se dedican a los procesos de innovación, los agentes que participan en ellos, y los resultados obtenidos. La OECD⁴⁹ ha generado versiones de manuales con el objetivo de estandarizar los métodos de recolección de información relativa a la innovación en los países; el Manual de Oslo es la guía más aceptada por los expertos para la recogida de datos sobre innovación y, gracias a él, se ha conseguido que las estadísticas nacionales sean comparables, lo cual es necesario para evaluar la eficacia de las políticas de fomento de la innovación y para promover la mejora sistemática de las mismas. Por otra parte, el Manual de Frascati, también de la OECD, fija los criterios para la medición de las actividades de I+D, que son un elemento fundamental de la innovación.

FORTALEZAS DEL ENFOQUE

Para los fines de análisis, un SNI puede ser considerado como un conjunto de instituciones, organizaciones y políticas en funcionamiento que interactúan constructivamente en busca de un conjunto de objetivos y logros sociales y económicos comunes y que utilizan la introducción de innovaciones como promotor fundamental del cambio. Por lo tanto, dentro del contexto definido, los siguientes pueden considerarse los cuatro intereses claves de cualquier país:

- Garantizar que exista un conjunto de institutos, organizaciones y políticas que hagan efectivas las distintas funciones de un SNI.
- Garantizar que exista un conjunto de interacciones constructivas entre estos institutos, organizaciones y políticas.
- Garantizar que exista un conjunto de objetivos y logros acordados en consonancia con una visión articulada del futuro buscado.
- Garantizar que exista un ambiente político destinado a promover la innovación.

49 Organization for Economic Co-operation and Development

El enfoque Nacional de Sistema de Innovación tiene importancia analítica en el campo de la tecnología debido a los siguientes factores:

- El uso creciente de enfoques de sistemas.
- Da la oportunidad de examinar medios para promover la coherencia y la integración entre actividades nacionales.
- El reconocimiento de la importancia económica del conocimiento.
- Centra la atención en la "innovación", en hacer cosas nuevas de maneras nuevas, y no simplemente en la producción de conocimientos.
- El número creciente de instituciones implicadas en la generación del conocimiento.

El enfoque sistémico dado al estudio del desarrollo tecnológico, permite una mejor visualización del estado de la tecnología en un país, en comparación con "el modelo lineal de la innovación". En el modelo lineal, los flujos del conocimiento se modelan con mayor simpleza y siguiendo un patrón marcado de causa y efecto. El iniciador de la innovación es la ciencia y un aumento en entradas científicas en la tubería aumentarán directamente el número de nuevas innovaciones y tecnologías. En la realidad, sin embargo, las ideas para la innovación pueden venir de muchas fuentes y en cualquier etapa de la investigación, el desarrollo, la venta y la difusión, además un aumento en entradas científicas no provoca un aumento proporcional de innovaciones, hay otros factores que intervienen, como por ejemplo, la cultura de innovación de los participantes del sistema, en especial de los investigadores, quienes son los responsables en gran parte del rendimiento de los recursos destinados a C+T. La innovación puede tomar muchas formas, inclusive adaptaciones de productos y mejoras de procesos. La innovación es así el resultado de una interacción compleja entre varios actores e instituciones. El cambio técnico no ocurre en una sucesión lineal.

La Conferencia de las Naciones Unidas para la Tecnología y el Desarrollo (UNCTAD)⁵⁰ afirmó, en el contexto de discusiones sobre revisiones de políticas de innovación, ciencia y tecnología en países en desarrollo: "Un concepto útil en este contexto es el SNI. El cual se refiere a la red de agentes económicos junto con las instituciones y políticas que influyen en su desempeño y comportamiento innovador... La perspectiva SNI se refiere a una nueva comprensión de la innovación como un proceso interactivo en el cual las empresas solas o en interacción con las demás juegan un papel clave al poner nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organización en uso económico... En la presente era de internacionalización, el cómo integrar los SNI a la división internacional del trabajo se transforma en un tema crítico. Esto puede hacerse explorando el grado en que cada SNI es capaz de usar conocimiento genérico rápidamente creciente que no es necesariamente producido en ese país.

50 "El uso de Sistema Nacionales para Desarrollar Indicadores de Innovación y Capacidad Tecnológica". J.A.D. Holbrook. Centro para la Investigación de Políticas sobre Ciencia y Tecnología. Simon Fraser University, Vancouver, B.C.

DEBILIDADES DEL ENFOQUE

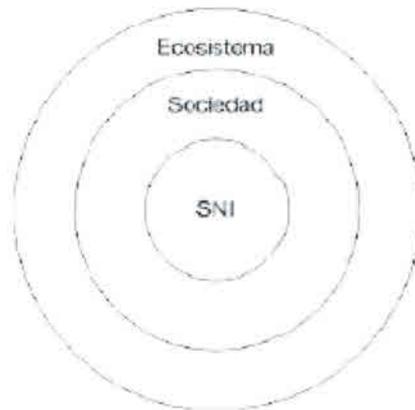
En su libro: "La Evolución de la Tecnología", George Basalla, profesor de Historia de la Técnica en la Universidad de Delaware, establece que el Cambio Tecnológico es un proceso evolutivo que contienen cuatro aspectos fundamentales: Diversidad, Continuidad, Novedad y Selección. Según Diversidad establece que la Necesidad y Utilidad de una Tecnología depende de la cultura de la sociedad en que se da; en este punto afirma que los factores culturales han sido marginados por las teorías clásicas. La continuidad se refiere a que el cambio tecnológico como fenómeno evolutivo no admite rupturas revolucionarias; los artefactos como fruto principal de la Tecnología son siempre construidos en función de los ya existentes; esto es como componer música, para ello se necesita conocer la música, esto implica escucharla, lo cual irremediamente trae como consecuencia el adquirir influencias, a veces sin saberlo; el compositor no saca ideas del vacío porque no vive aislado, ni siquiera de la música de la naturaleza. La novedad está relacionada con la invención, la cual está determinada por los siguientes factores: Internos (Sicológicos e Intelectuales) y Externos (Sociales y Económicos). De los factores Internos, los Sicológicos se refieren a las fantasías y sueños tecnológicos como introductores de un componente irracional en la invención. Los Intelectuales están ligados a los conocimientos, según el autor la ciencia sólo ha sido uno de los factores configuradores de la tecnología, poniendo límites en su desarrollo; no es el único conocimiento aplicado en la invención tecnológica; sin duda la Invención Tecnológica está relacionada también con la Técnica de las personas. De los factores externos los factores económicos son los más considerados; se impone la lógica de la utilidad en el contexto de la necesidad social de ciertas tecnologías, donde la demanda del mercado hace el Cambio Tecnológico. Esta visión es insuficiente y engañosa según Basalla, para él los factores culturales y sociales son más importantes. El último aspecto fundamental del Cambio Tecnológico es la Selección, la cual se da como en la Biología, las Tecnologías sobrevivientes a los factores económicos, militares, sociales y culturales, son las que se seguirán desarrollando.

La mención que se hace del libro de Basalla es para mostrar cuan complejo es el Cambio Tecnológico, que sobrepasa el determinismo tecnológico, la linealidad. La percepción que realiza no es la "verdad absoluta" sobre el tema, pero accede a mayor variedad que incluso el SNI. De acuerdo a esto existen los siguientes problemas en el enfoque de SNI:

Falta una contextualización concreta.

En todas las definiciones mostradas se habla del SNI como Instituciones en red con objetivos pero no se inserta dentro de un todo. Este no es un sistema cerrado y sus acciones tienen consecuencias directas en la sociedad y el ecosistema. El contexto del SNI puede dibujarse así:

Contexto del SNI



Contexto del SNI

Concentración en el aspecto económico y político.

Hay una fe ciega en la Tecnología como promotor del desarrollo del país. Crecimiento económico no es lo mismo que Desarrollo Nacional, este último involucra a la educación, la cultura y la inserción en la sociedad de los sectores marginados.

Visión reducida de Causa-Efecto en relación al incremento de la capacidad de innovación de un país como resultado del fortalecimiento de las relaciones entre instituciones involucradas (Gobiernos, Universidades, Empresas, etc.).

Está claro que no basta con mejorar las interrelaciones entre ciertas instituciones para promover la innovación, la causa está mucho más atrás; no se toma en cuenta la cultura, entre otros factores. La sociedad necesita tener una cultura de Innovación, para ello se requiere Educación, Cooperación y Capacitación; con estas componentes desarrolladas en la sociedad, las interrelaciones para la Innovación se darán de manera espontánea.

Se establece como unidad básica del sistema a ciertas instituciones.

Este punto está muy relacionado al anterior, y tiene por objeto establecer como la unidad básica de un SNI efectivo a las personas, no a las instituciones. Por esto es conveniente agregar a los índices regulares de los SNI los relacionados con el nivel de educación de las personas y los índices de stock de capital humano, referidos estos últimos a los conocimientos científicos y tecnológicos acumulados en profesionales específicos.

Paralelo a la idea de SNI, existe el consenso, en menor o mayor grado, que la innovación y el progreso técnico de un país son el resultado de un conjunto complejo de relaciones entre

instituciones y organizaciones, que producen, adoptan, distribuyen, modifican y aplican conocimiento. La OECD⁵¹, otorga gran importancia a la relación entre instituciones y organizaciones al señalar que: *“El carácter interactivo del proceso de innovación requiere estructuras y mecanismos institucionales para asegurar la apropiada interacción y retroalimentación en el marco de las empresas, así como entre los distintos institutos que forman el SNI. Tanto para el análisis como para la política, este modelo enfatiza la importancia de la cooperación entre empresas e institutos y, por lo tanto, del papel que desempeñan los vínculos y las redes, involucrando diferentes organizaciones. El crecimiento de alianzas inter-empresariales representa un cambio significativo en el área de la innovación. Destaca en particular la creciente simbiosis entre la ciencia y la tecnología, la naturaleza penetrante de algunas tecnologías contemporáneas claves, y la sinergia y aún fusión de algunas tecnologías”*.

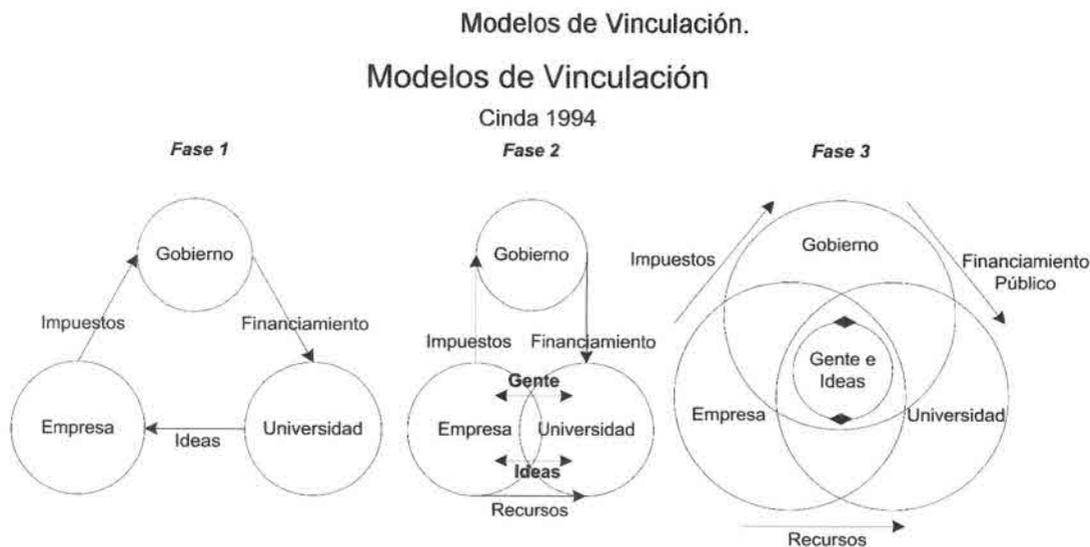
Por otra parte, existen distintos componentes que se reconocen en todo SNI: las organizaciones y las instituciones. Las primeras definidas como aquellas estructuras formales con un objetivo explícito, que han sido creadas conscientemente (Navarro, 2001a), es decir, los agentes o actores que participan del proceso de innovación. He aquí donde surgen una serie de clasificaciones, ya sea basadas en la distinción entre organizaciones privadas y públicas, o en el papel que ellas realizan en la generación de conocimiento, o incluso la que realiza Jorge Sábato (Malcolm, 1999), quien reconoce tres actores fundamentales: el Gobierno, la estructura productiva (empresa) y la infraestructura científico-tecnológica, quienes se encuentran inmersos dentro de un proceso político.



Fte. Malcolm, 1999.

51 Mullin, James. "Science, Technology, and Innovation in Chile". Idr. Canadá, 2000.

Estos individuos, grupos y organizaciones desempeñan diferentes papeles dentro del SNI; siendo encargados de generar políticas, financiar actividades, reglamentar y realizar actividades de C y T, educar, capacitar o suministrar infraestructura. Pudiendo intervenir en uno o más sectores de la economía nacional, y actuando generalmente a través de organizaciones de mayor complejidad, de manera individual o colectiva. En segundo lugar se encuentran las instituciones, que son el conjunto de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre los distintos actores, denominadas entonces como “*las reglas del juego*” (Navarro, 2001a), reglas que dentro de una economía pueden ser tanto explícitas como implícitas, o de carácter formal e informal. Las relaciones entre individuos, grupos y organizaciones construyen en base a las instituciones el proceso de vinculación, que según algunos organismos pueden ser modelados. El CINDA (1994^b) propone, basado en el triángulo de Sábato, tres modelos vinculativos:



Fte. Cinda 1994b

Según la perspectiva tradicional de SNI (CINDA, 1994^b), se distinguen dos grandes grupos, que están en distintas etapas de evolución: Uno centrado en el Gobierno y que tiene como base la entrega de recursos hacia el componente científico y tecnológico para que éste aporte ideas y profesionales al sector productivo; y otro centrado en las Industrias, las cuales están asociadas cooperativamente para fomentar entre ellas la Innovación, fortaleciendo su capacidad de recursos y necesitando la intervención del estado sólo en casos donde se vean sobrepasadas. Al primer grupo se puede incluir los países Latinoamericanos, en especial Chile, este grupo se encuentra entre la etapa 1 y 2 del modelo de vinculación del CINDA. El segundo grupo corresponde a la realidad de los países desarrollados, en especial los Europeos como Alemania; en ellos las Industrias son el motor del SNI, proveyendo recursos al componente científico y tecnológico para la investigación e incluso haciendo que la investigación y desarrollo sea parte de la empresa misma;

hay autonomía en este sentido del gobierno, este último debe generar las políticas necesarias para que las empresas tengan la estructura legal adecuada para su accionar. Que la empresa sea el principal actor no significa que no necesite a los demás, es por eso que surge la etapa 3 del modelo de vinculación del CINDA. En el primer grupo el flujo más importante es el de recursos, en cambio en el segundo grupo es el de conocimientos, por último en el tercero es una conjunción de recursos, conocimiento e individuos, que participan interactivamente del proceso innovador.

Estas visiones relacionales del SNI se contextualizan dentro de un ámbito nacional, pues reconocen que las características de un país influyen fuertemente en el desarrollo de innovaciones. Sin embargo, si se considera que las diferencias entre organizaciones son también importantes, entonces, es posible reconocer una correlación entre el desarrollo de un país y el de sus firmas, producto de la persistente heterogeneidad entre ellas. Y si además dicha correlación se enmarca en un ámbito de generación de políticas, producto de las fuerzas que surgen entre estructuras e instituciones, entonces se da pie a la búsqueda y reconocimiento de los límites existentes en todo proceso de vinculación, de modo de hacer más manejable las variables que de éste surgen, tal como menciona Ackoff (1994), al proponer que *“a los problemas que resisten la solución, se les puede romper la resistencia al ampliar el sistema que se piensa cambiar. Sistema y ambiente son conceptos relativos, no se dan sino que uno los impone en el campo de la propia percepción. Se tiene tendencia a contraerlos para ajustar los problemas a un tamaño que se pueda manejar”*, esto último y la idea de heterogeneidad entre firmas y sectores llevó al surgimiento de enfoques de sistemas de innovación con límites contraídos, haciendo hincapié en la proximidad espacial, las externalidades, la cultura e identidad regional y el proceso de aprendizaje colectivo o regional (Heijs, 2000). Esto a través de un ámbito regional propiamente tal (fundamentado en la concentración empresarial en ámbitos regionales que les son ventajosos) o a través de un ámbito sectorial (enfocado en el modo en que tiene lugar la I+D, destacándose en éste algunos sectores por sobre otros).

Los enfoques presentados se resumen a continuación:

- *Sistemas Regionales de Innovación (SRI)*: La idea implícita de homogeneidad interna en un SNI, resulta poco realista (Heijs, 2000), pues es sólo una caracterización de lo que ocurre en sus regiones, pudiéndose equiparar distintos SNIs, pero no así un SNI con los Sistemas Regionales que éste contiene. Esto producto que se concentra el proceso innovador en aquellas regiones que poseen ventajas comparativas, ya sea en la generación de políticas, en su ubicación, materias primas, concentración de personal idóneo o simplemente por la concentración de cierta masa crítica mínima de inversiones para generar innovaciones.
- *Sistemas Sectoriales de Innovación (SSI)*. Se define como el sistema o grupo de empresas activas en el desarrollo y fabricación de los productos de un sector, y en la generación y utilización de las tecnologías de dicho sector. Aunque suele confundirse con

la idea de cluster, en el sentido que éstas son "redes de producción de empresas fuertemente interdependientes (incluyendo proveedores especializados), ligadas unas a otras en una cadena de producción que añade valor (Navarro, 2001^b), no obstante, los clúster van más allá que el enfoque sectorial pues en él toman importancia los lazos fuera de los límites sectoriales.

A estos enfoques se agrega aquel orientado al ámbito de las tecnologías, el Sistema Tecnológico:

- *Sistemas Tecnológicos (ST)*. Definido como una red o redes de agentes que interactúan en un área tecnológica específica, dentro de una particular infraestructura institucional, con el propósito de generar, difundir y utilizar tecnología (Navarro 2001^a). En este enfoque los límites están definidos por la tecnología, incluso pudiendo abarcar un área tecnológica dentro de otro país, enfocando su énfasis en la difusión y utilización de la tecnología, más que en su creación.

LA INNOVACIÓN EN EL CENTRO DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

Independiente de las diferentes representaciones de los SNIs, existe entre ellas un factor en común, la permanente búsqueda de los determinantes de la innovación, principal objetivo de los SNI (Navarro, 2001^a). Dichos determinantes varían de un sistema de innovación a otro, es por eso que la definición de innovación cobra relevancia. Según Edquist las innovaciones son "*Nuevas reacciones de significado económico realizadas normalmente por las empresas*". Para Heijs (2000) las innovaciones son un factor clave para el desarrollo y el crecimiento económico, donde la posición competitiva de un país depende de su capacidad para obtener y asimilar tecnologías nuevas; el crecimiento y el desarrollo se convierten en metas para la mayoría de los países y regiones. Tanto crecimiento como desarrollo son vistos como componentes de un proceso de evolución, que tiene su fuente principal en la generación de novedad.

Según Edgar Morin (1981:16) "*La novedad puede proceder del exterior o del interior, puede ser una agresión al sistema o, por el contrario, una solución, puede ser una desorganización o una promesa de reorganización*", pero siempre visto como un evento o una perturbación. En similitud Shumpeter ve a las innovaciones como rupturas del equilibrio de los mercados, cuyo fin es la obtención de ganancias extraordinarias (Shumpeter, 1942, cit. en Heijs, 2000:3), donde el proceso de "*destrucción creadora*" provocado por las continuas innovaciones o cambios tecnológicos se convierte en la base del capitalismo.⁵² Estos fenómenos de desorganización- reorganización son

52 Shumpeter (1984:120,121): "La apertura de nuevos mercados, extranjeros o nacionales, y el desarrollo de la organización de la producción...ilustran el proceso de mutación industrial – si me permite usar ésta expresión biológica- que revoluciona incesantemente la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos. Este proceso de destrucción creadora constituye el dato de hecho esencial del capitalismo. En ella consiste en definitiva el capitalismo y toda empresa capitalista tiene que amoldarse a ella para vivir".

desviaciones que llevan consigo el cambio, la evolución, siempre y cuando nazca en ellas una tendencia⁵³.

Estos procesos innovativos o de cambios tecnológicos, poseen distintas formas de ser clasificados. Joseph Shumpeter (1967) establece 5 formas o prácticas de generación de nuevas combinaciones (innovaciones): la introducción de un nuevo producto o cambio cualitativo; la innovación de procesos nuevos para una industria; la apertura de un nuevo mercado; el desarrollo de nuevas fuentes de aprovisionamiento de materias primas y por último la creación de una nueva organización de cualquier industria. Otra forma de clasificarlos es a través del grado de novedad de la innovación. Heijs adopta la clasificación de Freeman & Perez (1988 cit. en Heijs, 2000:10) que establecen diferencias entre innovaciones incrementales, radicales, cambios en el sistema tecnológico y cambios del paradigma tecno-económico. De ellas las incrementales – surgidas como invenciones y mejoras propuestas por ingenieros o personal que participan en el proceso de producción, si bien aisladamente son poco significativas, cuando suceden continuamente (tendencia) pueden constituir una base permanente de progreso- y las radicales – que no nacen como una evolución natural sino como resultado de la actividad de I+D en empresas, universidades y laboratorios, pues provienen de una ruptura real de las tecnologías anteriores por un principio científico nuevo- cobran relevancia en el diario vivir de las organizaciones.

ACTORES SOCIALES QUE INFLUYEN EN EL PROCESO DE INNOVAR

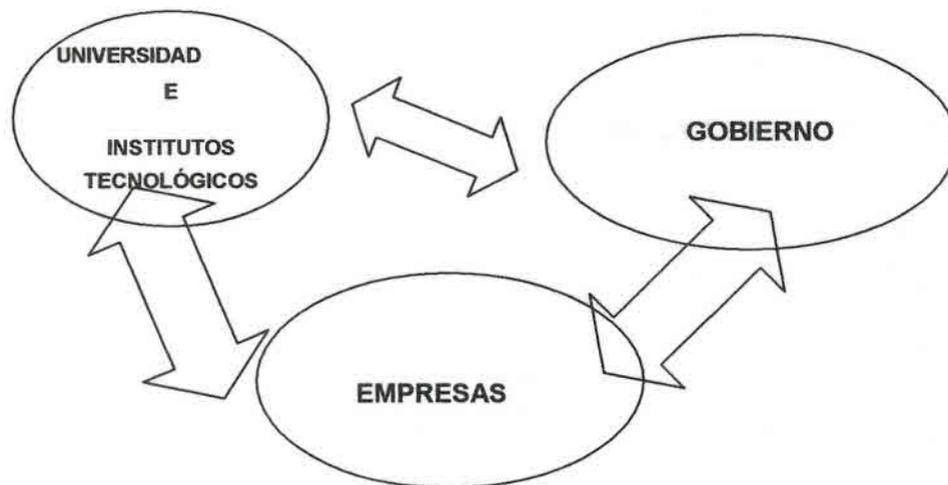
Al hablar de Sistema Nacional de Innovación, emergen tres grandes figuras que desde sus propias realidades y áreas de acción, intervienen en el complejo proceso de la innovación. Es así que estos tres actores no intervienen autónomamente, ya que de alguna manera y en algún momento del proceso, sus acciones se entrecruzan o deberían entrecruzarse para lograr el objetivo de la innovación. Aunque de alguna manera la acción de ellas radica en ámbitos distintos, como son: la legislación, las restricciones y directrices en el caso del gobierno; la capacitación, preparación e investigación en el caso de las instituciones de educación superior e institutos tecnológicos y los empresarios quienes introducen la innovación en el mercado; el que impondrá las limitaciones y los requerimientos de la innovación.

Los integrantes del Sistema Nacional de Innovación (SNI), repartidos en diferentes ámbitos: productivo, intelectual y gubernamental, son participantes activos del sistema, y desempeñan diversos papeles en el mismo. Y generalmente, actúan a través de sus instituciones u organizaciones, las

53 Edgar Morin (1984, 16 y 17):" En la fuente del cambio están las condiciones de emergencia de la novedad... La novedad aparece siempre pues como desviación... No toda desviación lleva en sí la innovación, el cambio, la evolución; sólo lleva una virtualidad cismogénica si encuentra condiciones de extensión, de desarrollo; es preciso que prolifere, que resista a los feed-back negativos, que traspase umbrales (gates), que provoque una resonancia, una estimulación (feed-back positivos), brevemente, que nazca una tendencia a partir de micro-medios o micro-fenómenos (incluso partir del individuo y del accidente). El desarrollo de una tendencia es extremadamente importante, aunque extremadamente complejo: la tendencia es por una parte un feed-back positivo, una divergencia que crece por sí misma; pero su desarrollo es contenido, combatido, frenado por los feed-back negativos, de otro modo sería epidemia, arrebató (runaway)."

cuales a su vez pueden tener múltiples desempeños. Dentro de las funciones que realizan los distintos actores, se destacan: formular políticas, realizar asesorías, financiar actividades del sistema, realizar actividades reguladoras, realizar actividades de C+T, y de I+D, proveer educación o entrenamiento y/o proveer infraestructura. Es importante distinguir que ciertos actores no sólo tendrán actividades intrínsecas, sino que también tendrán funciones compartidas. Como se ejemplifica en la siguiente figura.

Diagrama de la Interacción Tradicional entre los Actores Sociales del SNI.



En Chile la acepción de SNI, abarca la investigación y desarrollo precompetitiva, la investigación y desarrollo de tipo productivo, transferencia tecnológica y la formación de recursos humanos como resultado de la combinación del conjunto de prácticas, políticas, instituciones, empresas, universidades, centros tecnológicos y gobierno. Este sistema se sustenta en el concepto de innovación tecnológica, que se desprende de la moderna teoría económica y se entiende como: un aprendizaje continuo y acumulativo de las firmas para mejorar productos, procesos y gestión que incrementen su productividad y competitividad. Este sistema considera cuatro procesos básicos:

- Absorción Tecnológica extranjera, entendida como la adquisición de tecnología extranjera en la forma más barata y eficiente, y su posterior adaptación a las condiciones locales.
- Creación nacional de Tecnología, entendida como el conjunto de los procesos de creación y mejoras tecnológicas llevados a cabo endógenamente por empresas, centros tecnológicos, universidades y otros agentes del SNI, sin importar su dependencia nacional.
- Formación de recursos humanos, entendido como el desarrollo de sus capacidades tecnológicas, consistentes en saber seleccionar, adquirir, usar, adaptar, mejorar y crear tecnología en forma eficiente.

- Difusión Tecnológica, proceso mediante el cual se logra la difusión en el sistema productivo, tanto de la tecnología transferida del exterior como de aquella creada, adaptada y mejorada localmente.

LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y LOS CLÚSTER DE EMPRESAS

Okko y Gunasekaram (1994 cit. en Gaynor 1999:351) definen la transferencia tecnológica como la difusión de tecnologías de una cultura, país o región a otra. La visión actual de la transferencia tecnológica suele aislar demasiado el fenómeno tecnológico, su transferencia y gestión, en procesos como: I&D, Ingeniería, Manufactura y Marketing, donde el principal problema es la brecha existente entre industrias y laboratorios, y cuáles son las tecnologías o las formas en que deben ser generadas y transferidas. La transferencia Tecnológica, de una manera tradicional, se da a través de dos fuerzas: una de ellas es por medio del "empuje" de tecnologías, en la cual los laboratorios con sus avances científicos empujan una necesidad en el mercado, lo que permite que sean reconocidas y aceptadas por las empresas. Otra forma es por medio de un "jalonomiento del mercado", esto ocurre por el surgimiento de una necesidad en el mercado lo cual obliga a los laboratorios a desarrollar tecnologías que la suplan. Una tercera forma, que se asocia a las ya presentadas, es por medio de "joint ventures" entre empresas locales y extranjeras, producto de las alianzas y las diferencias que se presentan entre empresas y en el mercado, o a través de conglomerados de empresas o Clúster.

Para Navarro (2001b) el análisis de Clúster se expandió vertiginosamente a partir del año 1990, con la publicación del libro *La Ventaja Competitiva de las Naciones*, por parte de Michael Porter (1991). En dicha construcción participaron una serie de corrientes económicas como: el enfoque de sistemas nacionales, regionales y sectoriales de innovación, en especial centrándose en el triángulo de Sábato (Universidad, Empresa, Gobierno), en los distritos industriales de Marshall, en las teorías de crecimiento económico y en los desarrollos de la economía organizacional.

A través de su libro Michael Porter (1991) intentó dilucidar los motivos por los cuales algunas naciones son más exitosas que otras en el plano internacional, por qué parte de estas naciones exitosas se centralizan en ciertos sectores industriales y por qué las empresas que las constituyen, además, se concentran en ciertos lugares geográficos; motivos que quedan en cierta forma explicados por la conceptualización del término Cluster. Pero dichas interrogantes no son nuevas, ya Adam Smith y David Ricardo habían intentado responderlas, centrándose principalmente en el término *Competitividad*. Por un lado, para Smith, la ventaja comparativa absoluta entre naciones productoras reside en los productores de aquel país que tuvieran el menor costo. Por otra parte, para Ricardo, las fuerzas del mercado asignan los recursos de una nación a aquellos sectores en donde es relativamente más productiva. Por último, para Porter, el factor principal de la competitividad se encuentra en la productividad de las industrias de una nación determinada, pues

el principal objetivo económico de dicha nación consiste en crear para sus ciudadanos un nivel de vida elevado y en ascenso –objetivo del desarrollo-. Donde la capacidad para lograrlo no depende de la “competitividad”, *concepto amorfo, sino de la productividad* –Idea de Crecimiento- *con que se aprovechan los recursos de una nación: el capital y el trabajo* (Doryan, Eduardo. Et. al. 1999). Entonces, según Porter, el asunto central en el desarrollo económico de una nación es cómo crear las condiciones para un crecimiento rápido y sostenible de dicha productividad. Y se centra, principalmente, en mejorar la productividad de la fuerza de trabajo; en reducir los insumos innecesarios de logística, administrativos y financieros; en elevar los precios unitarios de los productos; y en elevar la productividad del capital en los procesos productivos de las empresas, en síntesis en una gestión efectiva de la tecnología –vista como algo más que máquinas y herramientas-.⁵⁴

Pero ¿Qué se entiende por Cluster?. El término Cluster, tiene un amplio espectro de definiciones, en especial producto de las distintas influencias que los autores poseen. Ya sea proveniente de la literatura francesa y los *Filière*, hasta los *Terza Italianos*. Para Almquist et. al. (1998 Cit. en Navarro 2001b) las “*redes industriales, sistemas industriales, sistemas tecnológicos y áreas de recursos son otros términos que tienen un significado similar al de cluster*”. Para la OECD⁵⁵ (1999, Cit. en Ibid. 2001b) son “*redes de producción de empresas fuertemente interdependientes (incluyendo proveedores especializados), ligadas unas a otras en una cadena de producción que añade valor*”, es decir que no sólo considera la cooperación entre empresas que participan del mismo grupo industrial, sino también los lazos con firmas que se encuentran fuera de los límites sectoriales tradicionales.

Según Jacobs (1997) es posible distinguir tres definiciones generales:

- Formas de actividad económica concentradas a nivel regional dentro de sectores relacionados, usualmente conectados a la infraestructura de conocimiento.
- Como cadenas de producción verticales: sectores muy restringidos en los cuales fases adyacentes del proceso de producción forman el núcleo de los cluster, tal como ocurre en una cadena de proveedores.
- Como industrias, definidas a un alto nivel de agregación, en distintos niveles, y de carácter sectorial (Cluster Químico –que reúne a empresas del sector químico. O el cluster agro-industrial, de una agregación aún mayor que el químico).

Las diferencias que se encuentran en la utilización del término cluster, a nivel económico, se dan al centrarse, ya sea, en el tipo de relación entre empresas o sectores; en el tipo de flujos (de productos o conocimientos); en el nivel de análisis (micro, meso o macro); los límites espaciales (geográficos); y las organizaciones o instituciones que son considerados. Pero independiente de

54 Ibid. 1999.

55 Organisation for Economic Cooperation And Development.

las dimensiones que sean consideradas, la aglomeración de empresas o la generación de un cluster, pasa por la búsqueda o creación de ventajas competitivas, las cuales se “*derivan de la forma en que las empresas organizan y llevan a cabo actividades discretas*” (Porter, 1991:71), en la acumulación de valor a través de la división de las actividades internas y de cómo se relacionan con otras empresas, ya sea horizontal o verticalmente.

A nivel interno, las actividades que se generan al competir en un sector particular, se agrupan en categorías que Porter denomina: *Cadena del Valor* (Ibid. 1991:72). A través de la estrategia las empresas especifican y organizan las actividades que generan valor. Las empresas, entonces, “*consiguen ventaja competitiva al concebir nuevas formas de llevar a cabo sus actividades, emplear nuevos procedimientos, nuevas tecnologías o diferentes insumos*”⁵⁶. La cadena de valor de una empresa, forma parte además, de un sistema mayor “*Sistema del Valor*”, que incluye a proveedores de insumos, distribuidores y compradores, los cuales en su conjunto agregan valor y utilizan insumos y productos de acuerdo a sus propias actividades.



Fte. Porter 1991.

En la mayoría de los casos los cluster no son tan sólo empresas operando en un mismo mercado de productos finales, que cooperan en ciertas áreas (Investigación y Desarrollo –I+D–, políticas conjuntas de marketing, adquisiciones o exportaciones), sino también que provienen de la generación de redes tran-sectoriales (verticales y laterales) que comprenden empresas complementarias especializadas en un segmento del sistema o cadena de valor. Las distintas entidades que componen un cluster suelen vincularse ya sea a través de lazos comerciales (*trade*

⁵⁶ Op. Cit. 1991.

linkage), como en el caso de una cadena de valor centrada en el intercambio de productos, o en vínculos de tecnología/conocimiento/innovación (*Knowledge or innovation linkage*)⁵⁷. Ambas formas de vincularse se dan, por separado o no, en una misma cadena o entre cadenas provenientes de distintos sectores, o entre cadenas e instituciones puente o generadoras de innovaciones (de carácter radical -grandes saltos con bases científicas- o incremental -pequeños cambios en las tecnologías existentes-, como podría ser un centro de innovación, universidades, etc.), al interior o entre grupos industriales (mega-cluster), o entre cadenas de distinta base geográfica local, nacional o internacional (Hendry et. al. 1999. Cit. en Ibid 2001b).

¿Qué justifica la existencia o la formación de Clusters? Existen una serie de ventajas provenientes de la aglomeración, estas han sido mencionadas y explicadas por economistas como Marshall (1963) o por la geografía económica de Krugman (1996); mas Swann (1998 Cit. en Ibid 2001b:9) las clasifica en cuanto a su efecto positivo o negativo en el desarrollo de clusters, y si juegan por el lado de la oferta o de la demanda:

En el caso de la oferta y de los efectos positivos de la concentración espacial de empresas interrelacionadas, es decir que favorecen el desarrollo de Cluster, se encuentran:

- La concentración de mano de obra, proveedores, tecnologías -herramientas y máquinas- infraestructura e instituciones especializadas, que se encuentran más accesibles o a un menor costo (Krugman, 1996).
- El fortalecimiento del proceso de innovación y de aprendizaje, ya sea entre empresas de un mismo sector, que producto de la proximidad, les resulta más sencillo la observación y comparación de trayectorias (Benchmarking o fácil acceso y uso de Patentes Industriales); o entre empresas ubicadas en distintas fases de la cadena de valor, que al especializarse en sus competencias esenciales, potencian su capacidad innovadora y pueden traspasarla a toda la cadena.

Entre las desventajas de la oferta, tal como menciona Navarro, se encuentra el aumento en el precio de los inputs (suelo y mano de obra) producto de la congestión y el aumento de la competencia.

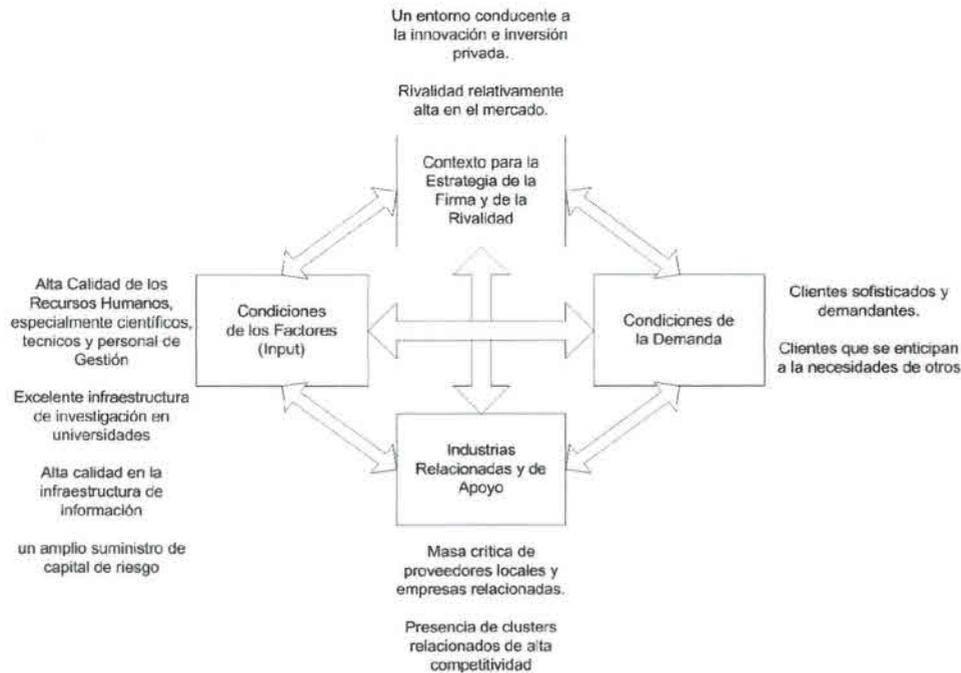
Por el lado de las ventajas de la demanda, las empresas ubicadas en el cluster pueden apoderarse de la cuota de participación de sus competidores y además ser más accesibles a los compradores. Dentro de la principal desventaja desde la demanda que reconoce Navarro, se encuentra la disminución del precio de los outputs producto de la alta concentración de empresas. Estas ventajas y desventajas suelen ser llamadas pasivas, pues son externas o asociadas a una imposición geográfica. Pero también existen ventajas activas, provenientes de la generación de

57 Navarro, 2001b.

acuerdos de colaboración, de modo de explotar complementariedades y economías de escala y alcance, uso y abuso de patentes, por ende, aumentando o disminuyendo la respuesta ante perturbaciones negativas provenientes del entorno.

Los distintos factores que influyen en la generación de Cluster se ven reflejados en la interacción de 4 componentes o atributos, que resultan ser generadores de ventajas competitivas, lo cual es un claro reflejo del dinamismo de la competencia económica. Los cuatro atributos, *las Condiciones de los Factores, las Condiciones de la Demanda, las Industrias Relacionadas y de Apoyo, la Estrategia de la Empresa y la Rivalidad*, forman un diamante de relaciones mutuamente auto-reforzante, producto que el efecto sobre uno de los atributos influye o depende del estado de los otros (Porter, 1991:112).

El Diamante de la Competitividad. Los 4 Factores de Ventajas Competitivas.



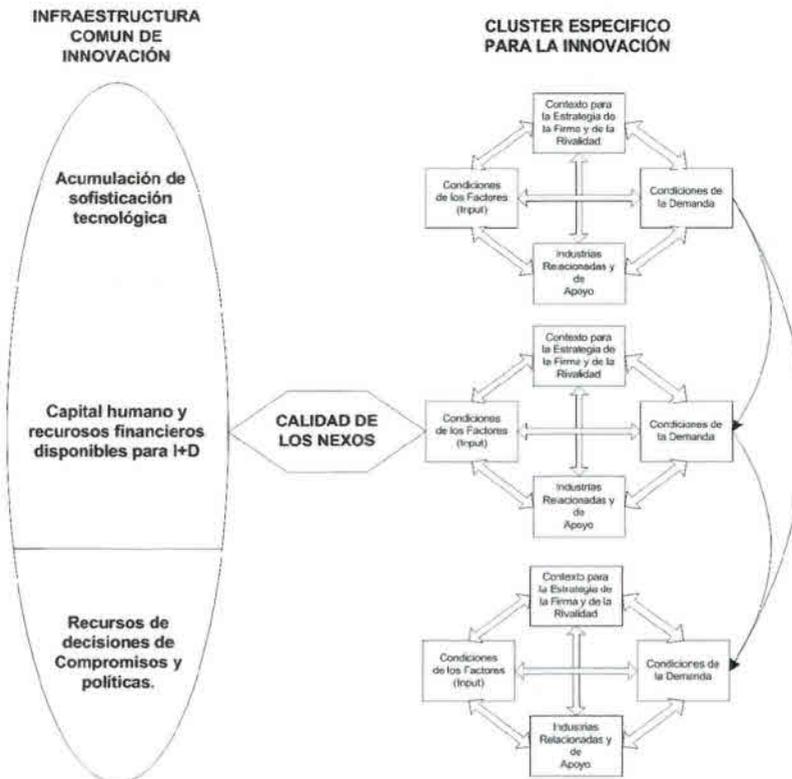
Fte. Porter & Stern 2001.

En este diamante de competitividad se ven reflejadas las necesidades de las empresas en cada uno de los factores, ya sea en mejorar la eficiencia y calidad de los insumos, en el caso de las condiciones de los factores; o visualizar las reglas, incentivos o limitantes de una industria, al centrarse en una percepción de la calidad de la rivalidad de los competidores; además de establecer cuáles y cómo son las relaciones con las instituciones de apoyo (institution for collaboration), en especial con las universidades (Porter & Stern, 2001:30).

De acuerdo a lo presentado por la mayoría de los autores con respecto a los conglomerados de empresas que constituyen clusters, estos permiten aumentar la competitividad de las empresas e industrias y de las naciones que las contienen. Mejorando la generación de innovaciones (radicales e incrementales) y potenciando la formación e incorporación de nuevas empresas al conglomerado. Factor importante en la generación de innovaciones al interior y entre clusters, es la calidad de las relaciones entre las empresas y las instituciones de apoyo, cuya influencia es recíproca y de mutuo beneficio⁵⁸.

58 Strong clusters feed the common infrastructure and also benefit from it. Porter & Scott Stern, 2001.

Elementos de la Capacidad de Innovación Nacional.



Fte. Porter & Stern, 2001.

Sin embargo, es claro que cada empresa posee su propia idiosincrasia y trayectoria tecnológica, incluso en relación con aquellas empresas pertenecientes al mismo sector o conglomerado, lo que produce que la innovación y el aprendizaje a través de la red no sea uniforme (Dosi, 1998. ver en Navarro 2001b). La no uniformidad al interior y entre clusters permite la comparación y el reconocimiento de aquellas empresas pertenecientes al mismo cluster, o fuera de él, con menores posibilidades de desarrollo y adquisición de tecnologías –herramientas y máquinas-, las que terminan generando ventajas competitivas al imitar o construir nexos más activos con las empresas que se encuentran desarrollando innovaciones.

La GT centrada en los SNI tiene como fundamento la formación de nexos efectivos (que permitan el desarrollo, apropiación y utilización de innovaciones) entre las distintas componentes que participan del desarrollo tecnológico en un país, en muchos casos generando mecanismos de vinculación como Parques Tecnológicos e industriales, Centros Empresariales, Incubadoras de Empresas, Oficinas de Patentes e Inventos, entre otros, además de establecer políticas de financiamiento como son la facilidad de ingreso a Inversores Ángeles (Dispuestos a invertir en negocios de alto riesgo) y la correcta regulación del Capital Semilla (Dirigido a la formación de Nuevas Empresas).

Por otro lado la G.T., desde la visión de Clúster de Empresas, pone énfasis en la Transferencia de Tecnologías entre empresas, en las ventajas competitivas que provocan su posesión y protección (patentes y derechos de propiedad), en las condiciones de demanda y oferta de tecnologías (obsolescencia, mercado de segunda mano, etc.) y en especial en los acuerdos existentes de comercialización (cuotas de mercado), competencia (dumping y monopolios) y apoyo (acuerdos entre proveedores, barreras a la integración adelante y hacia atrás, fusiones y adquisiciones).

ROL DEL GOBIERNO EN EL SNI

Si analizamos los distintos actores podemos distinguir que es el "Gobierno", quien cumple un rol preponderante en la promoción de la competitividad de la economía nacional. En el ámbito mundial, los gobiernos están descubriendo la necesidad, tanto de desarrollar políticas y programas específicos para promover la innovación tecnológica, como de asegurar que estas políticas sean bien articuladas con todas las demás políticas del gobierno, sean éstas de educación, salud, comercio internacional, sustentabilidad ambiental o cualquier otro asunto.

Dentro de este contexto, las funciones que el gobierno debe realizar para alcanzar los objetivos del SNI, se pueden clasificar en funciones exclusivas y funciones compartidas:

Funciones exclusivas del gobierno:

- Funciones de política y asignación de recursos. Como: formulación, ejecución, supervisión a largo plazo y revisión de políticas y planes que incluyen actividades nacionales de Ciencia y Tecnología (C+T); asignación de recursos a C+T de presupuestos generales; creación de planes de incentivos para estimular la innovación y otras actividades técnicas.
- Funciones reguladoras un ejemplo de estas funciones lo constituye la creación de un sistema nacional de identificación y protección de la propiedad intelectual.

Funciones de ejecución compartidas

- Financiamiento de actividades relacionadas con la innovación. Se puede mencionar la utilización del poder adquisitivo del gobierno como estímulo para la innovación en la producción de bienes y servicios.
- Funciones de realización. Dentro de las cuales se encuentran la realización de la I+D; suministro de mecanismos para vincular los resultados de I+D con usos prácticos; suministro de mecanismos para mejorar el acceso por empresas pequeñas y medianas de tecnologías necesarias; suministro de vínculos con actividades internacionales de C+T.

- Funciones de desarrollo de recursos humanos y fortalecimiento de capacidades. Se puede destacar la creación de capacidad institucional en C+T; estímulo del interés y apoyo público a las iniciativas en C+T.
- Funciones de infraestructura. Se puede señalar el establecimiento y operación y mantenimiento del sistema de asignación, registro y protección de la actividad intelectual; y dar las principales facilidades para la investigación.

ROL DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR E INSTITUTOS TECNOLÓGICOS EN EL SNI

Las universidades e Institutos Tecnológicos son quienes desarrollan el conocimiento científico y de ingeniería que constituye el sustento fundamental para la innovación, brindando una base teórica y comprensión esencial para la misma.

En Chile existen más de 60 universidades de las cuales 25 son miembros del Consejo de Rectores.

La universidad en su rol activo dentro de la sociedad cumple distintos papeles como: investigación, desarrollo, extensión y formación de profesionales, siendo esta última la más conocida. Su rol en la investigación y difusión es muy importante, ya que es ella la que participa en cerca de un 70%⁵⁹ de la investigación que se realiza en el país. Se puede distinguir dentro de la investigación, la investigación básica o creación de conocimiento y la investigación aplicada, la cual pretende traspasar los conocimientos y responder a los requerimientos de su entorno. Esta diferenciación responde a la necesidad de distinguir la política de ciencia y tecnología C+T de la política industrial, para responder a la evolución histórica de estos procesos que en sus inicios consideraban al conocimiento como un elemento teórico que no participaba en el fenómeno económico de los países, actualmente el conocimiento, juega un papel vital en el desarrollo económico que encuentra su expresión en la innovación.

Si se insertan las distintas funciones de la universidad en el Sistema Nacional de Innovación, se puede distinguir que todas ellas influyen en este sistema. Así por ejemplo, la investigación y desarrollo busca:

- Desarrollar la capacidad científica y tecnológica institucional y nacional. Esto significa lograr una capacidad científica y tecnológica especializada en distintas áreas.
- Aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos a problemas socioeconómicos concretos. Este objetivo tiende a transferir conocimientos científicos, tecnológicos y directivos vinculados a requerimientos del sector productivo, considerados en una perspectiva amplia que incluye a todos los demandantes de servicios universitarios.

59 Equipo de Correo de la Innovación. Difusión, Transferencia, Extensión Tecnológica. Aterriza como puedas. Correo de la Innovación. Red para el Cambio. Año 3, Número 7, 8p-9p. 1999.

➤ Apoyar las actividades educativas. El objetivo educacional de la actividad de investigación pretende mejorar la docencia universitaria especialmente en las áreas de carácter científico y en el nivel de pos – grado.

Y las actividades de extensión corresponden a las actividades de difusión en la sociedad del conocimiento científico y tecnológico disponible, finalmente la formación de profesionales corresponde a la capacitación de estudiantes con el objetivo de responder a la demanda de profesionales cada vez más calificados.

Los Institutos tecnológicos fueron creados en la década del 60, la mayor parte de ellos a través de proyectos de la Cooperación Internacional. Surgieron como expresión de la necesidad de vincular las actividades de Investigación y Desarrollo a los requerimientos del Sector Productivo y también para obviar dificultades y restricciones que existían en la universidad para desarrollar este tipo de actividades. Por lo tanto, básicamente la totalidad de su funcionamiento va a la actividad tecnológica, de hecho se espera que sean capaces de lograr la adaptación y la absorción de la tecnología.

En los últimos años, estos actores han ampliado sus actividades de servicios tecnológicos debido a la política de autofinanciamiento impulsada por el gobierno. Estos Institutos además de generar I+D suministran servicios técnicos; mecanismos para mejorar el acceso de las PYMEs a tecnologías necesarias; creación de vínculos a los intereses, programas y actividades tanto regionales como internacionales.

Los distintos Institutos que existen en el país, se pueden clasificar desde dos perspectivas: sector objetivo (sectorial y multisectorial) y dependencia administrativa de su origen (público y privado), esto no significa que estos institutos sean en parte financiado por arcas fiscales. Los institutos multisectoriales realizan investigación básica y aplicada en muchas ramas diferentes del saber y contribuyen a la formación de científicos en sus ultimas etapas. Los institutos sectoriales en cambio llevan a cabo investigación básica aplicable en una disciplina o conjunto conexas de ellas.

Algunos institutos públicos de tecnología en Chile se encuentran bajo el alero de la CORFO y son: INTEC (Corporación de Investigaciones Tecnológicas), INFOR (Instituto Forestal), IFOP (Instituto de Fomento Pesquero), INN, CIREN y otros están vinculados a otras dependencias administrativas gubernamentales como: CIMM (Centro de Investigación Minera y Metalúrgica), INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria). Un caso relevante de un Instituto de Tecnología privado lo constituye Fundación Chile que dentro de sus principales funciones son mejorar el rendimiento técnico de sectores económicamente importantes a través de la creación de nuevas empresas, más bien que por el mejoramiento del rendimiento tecnológico de empresas existentes. También lanza empresas demostrativas en el mercado como medio de comercializar tecnologías nuevas para Chile y luego vende las empresas una vez que hayan establecido su viabilidad.

Si se estudia la influencia que han tenido los fondos en el SNI, se puede ver que han logrado generar que estos actores se complementen en la búsqueda del desarrollo económico para enfrentar los

nuevos desafíos.

Desde esta perspectiva el FONDECYT ha permitido desarrollar la investigación en C+T, en universidades e institutos tecnológicos gracias a proyectos financiados, apoyos a estudios avanzados (becas doctorales, post-doctorales) y cooperación internacional, entre otras. Por otra parte ha sido una herramienta de alguna efectividad, en sentido de apoyar financieramente a los institutos tecnológicos y universidades e incentivar a los investigadores, ya que sus sueldos no son tan elevados. Asimismo este fondo privilegia la investigación sobre la aplicación descartando completamente la utilización del conocimiento. Otra falencia de este fondo, según el estudio realizado por CONICYT Chile y CIID Canadá es el escaso apoyo a investigadores jóvenes que son discriminados por la falta experiencia y el número de publicaciones, lo que indudablemente repercute en el SNI, restringiendo de alguna manera su desarrollo.

El FONDEF, como se señaló anteriormente, busca mejorar la cantidad y calidad de I+D, facilitar la transferencia de conocimientos al sector productivo y aumentar la concentración de actividades de I+D en áreas de alta prioridad. En este aspecto este fondo ha permitido relacionar a las universidades e institutos tecnológicos con los principales sectores de la economía. Este fondo ha tenido un impacto significativo entre los actores a quienes va dirigido, sin embargo se ve limitado por una carencia de una cultura de la innovación y gestión de la tecnología. Por otro lado este herramienta de incentivo no tiene desarrollado el vínculo entre el financiamiento FONDEF y la siguiente etapa de comercialización del proyecto.

Por otro lado, el FDI realiza actividades de I+D y TT, abarcando todos los sectores excepto servicios y construcción, sin embargo ha mantenido un enfoque sectorial que se prolonga desde su creación y que se concentra en las áreas de: forestación, pesca y acuicultura y no ha manifestado un vuelco hacia temas industriales, a pesar del cambio programático que se realizó años atrás. Con esta última modificación se podría minar el potencial para realizar investigación estratégica, por lo que el próximo desafío para el FDI será identificar temas estratégicos claves de manera efectiva y canalizar el financiamiento consecuentemente.

Este fondo no es el más recurrido por las universidades, ya que sólo en estos últimos años se amplió el criterio de elegibilidad para incluir otras instituciones gubernamentales, institutos tecnológicos privados y las universidades, anteriormente estaba destinados sólo a institutos tecnológicos públicos que pertenecían a CORFO.

Finalmente otros fondos que han permitido un acercamiento de la universidad a las actividades de I+D son los fondos FIA, FIM y FIP, donde estos dos últimos fondos relacionan a la universidad con la empresa. La estructura de estos tres fondos orienta el I+D y la TT a sectores productivos específicos. Si bien es cierto esta especificidad podría ser una traba en el desarrollo económico del país, estos fondos han sido un aporte concreto y efectivo en áreas claves del sector productivo.

Esta referencia a la influencia de los fondos en la actividad universitaria y su accionar con los distintos agentes, permite rescatar una "relación" muy importante y que es de constante preocupación de

quienes generan las políticas de desarrollo y de quienes desarrollan el conocimiento y la formación de recurso humano, esta es la relación Universidad-Empresa.

Esta relación a pesar de los esfuerzos aún no logra tener la fluidez que el país requiere para seguir en el camino del progreso, como lo han demostrado los países desarrollados, para lo que se necesita una infraestructura científico tecnológica sólida capaz de enfrentar los continuos cambios y exigencias de los mercados globalizados.

Uno de los mayores problemas que impide que la universidad se acerque a la empresa, es que el tipo de investigación que ella realiza es principalmente básica, lo que la aleja de los requerimientos productivos del país. Un acercamiento real se traduce en conversaciones directas con las empresas, lograr conocer con profundidad sus problemas y plantear soluciones a través de la investigación aplicada. En el ámbito académico el investigador prefiere desarrollar un proyecto en ciencias básicas que hacerlo en alguna materia que le interese a las empresas, esto debido a que la evaluación de un proyecto de ciencias básicas es realizada por FONDECYT y un proyecto para la empresa no presenta ningún tipo de evaluación que lo ayude avanzar en su carrera académica.⁶⁰

Una de las características de la relación universidad - empresa en Estados Unidos "es una constante retroalimentación en que nadie sabe quien tiene la iniciativa, esta relación a dejado de ser monolineal o unidireccional"⁶¹. En Chile, sin embargo, esta característica todavía no es activa en esta vinculación, ya que una de las falencias se encuentra en que la universidad no acerca su actividad académica a la realidad concreta del entorno en que se desarrolla la actividad formativa, lo que también se observa al nivel regional, donde esta no se pronuncia respecto a problemas críticos locales.

En síntesis, la universidad debe ser capaz desarrollar investigación pertinente, con respecto al desarrollo y las necesidades del país, asumiendo un compromiso con la realidad nacional, de esta manera el sector empresarial sentirá que sus requerimientos pueden ser satisfechos. Es importante notar que la responsabilidad del éxito de esta relación no sólo radica en la universidad, sino que los empresarios deben ser capaces de acercarse y romper prejuicios y en conjunto establecer lazos de confianza que permitan una constante retroalimentación.

Por otro lado, no sólo se necesita potenciar la relación Universidad - Empresa, sino que dada la experiencia internacional y las tendencias actuales, las alianzas inter - universitarias al nivel nacional e internacional constituyen también una buena estrategia para avanzar el SNI.

ROL DE LA EMPRESA EN EL SNI

Una economía abierta a los mercados internacionales, obliga a las empresas a innovar y por otra parte se transforma en un canal de transferencia tecnológica.

⁶⁰ Isla Ricardo. Universidad-Empresa . Un Noviazgo Difícil Correo de la Innovación. Red para el Cambio. Secretaría Ejecutiva del PIT. Año 1 N° 2 Febrero-Abril 1997. 11p

⁶¹ Beth Kane , Pedro Vera . Seminario Internacional La Vinculación Universidad – Sector Productivo. Una Herramienta para el Desarrollo Latinoamericano. Santiago. 29 y 30 de Julio.

En este contexto la empresa es un agente activo del SNI y catalizador de la innovación a través de las necesidades que surgen en su interior y que los impulsa a buscar soluciones tecnológicas y de gestión en este SNI. Las empresas tienen distintos mecanismos de incorporación a este sistema, como por ejemplo acuerdos de I+D entre distintas empresas, entre una empresa y un organismo público de organización o la creación de un centro de I+D propio.

El complejo sistema de factores que conforman la innovación en el ámbito empresarial se suele denominar "dínamo de la innovación"⁶², en este sentido se reconoce la importancia de la empresa para que una economía pueda ser innovadora. Por lo tanto, es preciso comprender qué factores vuelven a las empresas más o menos innovadoras y cómo se genera la innovación dentro de las empresas. La propensión de una firma a innovar depende, desde luego, de las oportunidades tecnológicas que encuentre. Así mismo, las empresas difieren en su capacidad de reconocer y explotar oportunidades tecnológicas. A fin de innovar la empresa debe descubrir estas oportunidades, crear la estrategia pertinente y tener la capacidad de transformar esos insumos en una verdadera innovación y hacerlo más rápidamente que sus competidores. Pero es importante tener en cuenta que muchas de las oportunidades tecnológicas no surgen por sí solas, sino que son ideadas por las empresas para cumplir determinado fin estratégico. La capacidad de innovar consta de una serie de factores que la empresa tiene o no y modos diversos de combinar tales factores de manera eficaz.

Estos factores son: la capacidad tecnológica de una empresa, características de una empresa lo que incluye su estructura y su entorno y por último las opciones de las que dispone la empresa para realizar una innovación.

- La capacidad tecnológica reside en su mano de obra. Sin trabajadores preparados adecuadamente la empresa no puede dominar nuevas tecnologías y mucho menos innovar.

- Las características de la empresa tienen relación con la estructura de su fuerza laboral y recursos, de su estructura financiera, su estrategia relativa a mercados, alianzas con otras firmas o universidades y fundamentalmente su organización interna.

- Las opciones que dispone una empresa pueden ser de tres tipos: de tipo estratégico, de I+D y No de I+D.

- Tipo estratégico: ésta tiene estrecha relación con las decisiones que debe tomar la empresa sobre el tipo de mercado al que sirven o al que procuran crear y qué innovaciones intentarán implementar.

⁶² UNESCO CYTED, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Indicadores de Ciencia y Tecnología. Estado del Arte y Perspectivas. Editorial Nueva Sociedad. Caracas.1998. 155p

- De I+D: en este sentido la empresa puede realizar investigación básica para aumentar su conocimiento sobre procesos fundamentales para su mercado objetivo. Investigación estratégica que corresponde a la investigación con pertinencia industrial pero sin aplicaciones específicas e investigación aplicada para producir inventos o modificaciones concretas a productos ya existentes.
- No de I+D: estas corresponde a actividades que no necesariamente tienen relación directa con la I+D pero si son importantes para el desempeño de la empresa. Dentro de estas actividades se pueden destacar: identificar nuevos productos y tecnologías de producción, crear plantas pilotos y luego medios de producción a gran escala, comprar información técnica, invertir en equipos de procesos o insumos intermedios que incorporan el trabajo innovador de otros, reorganizar sistemas gerenciales y el sistema general de producción y sus métodos o incluso nuevos tipo de control de existencias y mejoramiento continuo de la calidad, desarrollar aptitudes humanas vinculadas con la producción a través de la capacitación interna o el aprendizaje tácito o informal (aprender haciendo).

En el país, los empresarios en su mayoría realizan actividades de No I+D ya que sólo el 4%⁶³ de la innovación existente en el sector manufacturero proviene de un trabajo con universidades o instituciones afines, el resto lo consigue por catálogos, asistencias a ferias y consulta de publicaciones. Por otro lado se observa que en los últimos años se ha producido un leve aumento en el desarrollo de actividades relacionadas con I+D e innovación, lo que es respaldado por las últimas estadísticas entregadas por la Secretaría Ejecutiva del Programa de Innovación Tecnológica, donde la utilización del FONTEC aumenta de 160 proyectos en el año 1995 a 221 el año 1997 y la del FONDEF aumenta de 53 proyectos el año 1992 a 87 proyectos en el año 1997.

Este aumento en cierta medida puede expresar la pertinencia que ha tenido esta herramienta para incentivar la investigación e innovación en las empresas, que por problemas de recursos económicos muchas veces no lo pueden realizar. Si bien este fondo ha facilitado el acceso de las empresas a la innovación, la utilización de este fondo aun no es masiva, lo que según las entrevistas realizadas, se debe a motivos como falta de información hacia los empresarios, debido a la ausencia de marketing. Para FONTEC esto constituye una preocupación pero no se puede incluir en las futuras políticas de este fondo ya que al asumir una campaña de marketing significa responder a una mayor demanda la cual no podría ser satisfecha debido a la falta de capacidad financiera y de personal de CORFO.

Otra contingente preocupación para el FONTEC es que la mayoría de los proyectos se concentran en la Región Metropolitana. Consiente de la necesidad de fomentar el desarrollo regional, este fondo pretende destinar más recursos a proyectos regionales y estructurar un sistema de oficinas regionales que sean capaces de satisfacer los requerimientos locales.

Con respecto al impacto económico, este fondo privilegia proyectos que se traducen en beneficios concretos en la productividad de la empresa, más que proyectos de innovación de alto riesgo. Esto se

63 INE. Encuesta de Innovación Tecnológica en el Área Manufacturera. Santiago 1996. 12p

debe a que la definición del concepto de innovación no es homogénea y depende mucho de quien analice el proyecto.

Un inhibidor de la acción del FONTEC es la Organización Mundial de Comercio (OMC), debido a restricciones en los subsidios para el desarrollo de productos, particularmente a aquellos que afectan las exportaciones.

Cuando se analizó la relación Universidad – Empresa, se constató que fondos como el FONDEF y el FONTEC han influido en forma favorable en este vínculo, logrando construir algunos lazos de interés y colaboración mutua. A pesar de lo anterior aún prevalece un sentimiento de desconfianza de los empresarios frente a la capacidad de la universidad de cómo contactarse con las empresas y sus problemas. Así mismo la formación que imparte esta lejana a la realidad y los requerimientos de la empresa, privilegiando una educación teórica a una práctica.

Desde el punto de vista de los empresarios la universidad puede influir favorablemente a solucionar problemas de gestión de empresa, fomentar el crecimiento de las actividades productivas, mejorar la eficiencia en tareas empresariales, incorporar valor agregado a los productos y en general resolver los problemas cotidianos que se plantea la empresa, produciéndose una estrecha relación de complementariedad.⁶⁴

Lamentablemente, al interior de las empresas no existe una cultura de la innovación, que impulse al empresario a tomar decisiones de mayor riesgo en términos de innovación. Esto se debe a la carencia de gestión tecnológica⁶⁵, la que se entiende como el conjunto de decisiones tales como creación, adquisición, perfeccionamiento, asimilación y comercialización de la tecnología requerida. El buen manejo de la gestión tecnológica debe combinar los factores de producción, de tal manera que la empresa produzca y compita en los mercados en forma eficiente, permanente y minimizando riesgo. La universidad en su papel de capacitación e investigación puede apoyar o preparar a los empresarios en la gestión tecnológica.

LA PROPIEDAD INDUSTRIAL Y SU PAPEL EN EL SNI

Dentro del SNI, la Propiedad Industrial cumple distintos papeles⁶⁶; protege la invención, regula legalmente la propiedad industrial, difunde y promueve el uso de esta como herramienta para la innovación tecnológica. Por otra parte las patentes constituyen un reflejo parcial de la evolución que presenta la innovación tecnológica, por lo que el número de patentes solicitadas y concedidas es considerado un indicador tecnológico⁶⁷, además de la bibliometría, estadísticas sobre capacitación y educación ligados a la innovación tecnológica, inversiones extranjeras directa, exportaciones

64 Riesco Walter. Seminario Internacional. La Vinculación Universidad - Sector Productivo. Santiago. 29 y 30 de julio.

65 Cañas Raúl, Lavados Jaime y Marcovitch Jacques. Gestión Tecnológica y Desarrollo. Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA. Santiago. 1989. 12 p.

66 Benavides Carlos. Tecnología, Innovación y Empresa. Madrid, Pirámide, 1998. 175p

67 Martínez Eduardo y Mario Albornoz. Indicadores de Ciencia Tecnología. Estado del Arte y Perspectivas. Venezuela, Nueva Sociedad. 106p

industriales con mayor valor agregado y número de científicos e ingenieros investigadores, entre otros. En Chile, a la Propiedad Industrial no se le atribuye la importancia ni el valor comercial que esta realmente posee, a diferencia de países industrializados, en donde antes de comenzar una investigación se realiza un análisis de búsqueda para determinar el grado de avance de la tecnología, ya no existen inventos sino innovaciones, de hecho el 85%⁶⁸ del avance tecnológico está en las patentes.

El desconocimiento del Sistema de patentes radica en la poca difusión que este tiene en el contexto nacional, tanto en el ámbito empresarial como universitario. En definitiva si se observan las estadísticas son pocos los que patentan y mucho menos los que lo utilizan antes de comenzar una investigación. De un total de 2920 patentes solicitadas, 276 fueron realizadas por empresas chilenas durante 1997⁶⁹. El gobierno consiente de este problema de difusión y la necesidad de proteger la innovación y la investigación, ha creado un proyecto de ley que pretende darle más independencia a la Oficina de Patentes transformándola en un instituto como sucede en los países más desarrollados, con el fin de que este tenga más capacidad para absorber la demanda actual de solicitudes, ya que estas ascienden a 600 mensuales y que deben examinar 6 expertos internos, en comparación con Argentina que posee 40 expertos y de la comunidad Europea con 150 expertos (Anexo A), lo que actualmente cuarta cualquier intento de difusión por la falta de personal, junto con la infraestructura física que aunque moderna no daría abasto para satisfacer la necesidad de investigación de investigadores o independientes. Lamentablemente este proyecto de ley no ha sido aprobado encontrándose en trámite desde hace 15 años.

Los prejuicios que no permiten que la utilización del sistema de patentes no sea masiva son por dos grandes motivos, lo primero es que el proceso se torna engorroso debido a que muchas veces el representante legal es el propio inventor y este al no conocer el proceso ni la estructura técnica del informe no es capaz de describir claramente la invención lo que se traduce en un retraso del trámite, para evitar esto en casi todo el mundo se exige que una persona idónea en el tema tramite la patente. Lo segundo es que el proceso es caro, lo que en Chile no es así, de hecho posee las tarifas más económicas de Latinoamérica, por ejemplo una solicitud de ficha cuesta \$150, una hoja técnica \$300, el arancel pericial \$225.000 si es una patente de invención, \$180.000 si es un modelo de utilidad y \$150.000 si es diseño industrial, pero este proceso se encarece cuando se recurre a estudios jurídicos especializados que realicen el trámite alcanzando una cifra de hasta \$3.000.000⁷⁰.

Una traba importante y que aun no se ha planteado en el análisis es la importancia de tener políticas claras con respecto a la patentabilidad de los resultados de la investigación entre los agentes, ya sea básica y/o aplicada. En muchos casos este factor no ha sido considerado y se producen problemas de apropiabilidad de la invención, una consecuencia de esto se percibe en los distintos fondos en tres

68 Cuadro resumen modelos de Transferencia Tecnológica
vista a Gladys Huerta. OFINTEC. Departamento de Propiedad Industrial.

69 CONICYT. Indicadores científicos y Tecnológicos. 1997

70 Entrevista a Gladys Huerta. OFINTEC. Departamento de Propiedad Industrial.

aspectos, las políticas de los fondos no definen un procedimiento claro a seguir para patentar, segundo los fondos no dan ningún tipo de apoyo financiero ni técnico y tercero cuando se realiza el estudio para aprobar un proyecto no siempre se analiza el estado de la técnica, lo que se puede traducir en pérdidas de tiempo en investigaciones ya realizadas. En el caso específico de FONDEF el departamento de Propiedad Industrial propone que en el momento que el investigador presente su proyecto a la par presente un estado de la técnica de patentes, por supuesto esto está limitado por el personal existente en la Oficina de Información Tecnológica (OFINTEC), que depende del Departamento de Propiedad Industrial y que es la encargada de manejar el estado de la técnica y proporcionar la información relacionada. Según lo conversado en las entrevistas se penso en el fondo FONDEF porque esta estrechamente relacionado con investigadores universitarios, sector en el cual la importancia de patentar y analizar el estado de la técnica está más arraigada. Otro impedimento al que se ven enfrentados los investigadores universitarios es la exigencia que se les impone de publicar continuamente, que no les permite patentar ya que el tiempo requerido para tramitar la patente es más extenso que el tiempo de exigencia de publicación y al no poder utilizar la patente precaucional, sus investigaciones pierden el requisito de novedad.

En cuanto a la Ley 19039 de Propiedad Industrial, promulgada en 1991, a mejorado en forma sustancial la protección de patentes industriales, pero no logra cumplir con las normas internacionales. La ley proporciona un término para patentes de 15 años desde la fecha de concesión, frente a la recomendación internacional de 20 años. Tampoco considera variedades de plantas o animales o métodos quirúrgicos como patentables y no proporciona protección durante tramites para patentes farmacéuticas registradas en el extranjero antes de su promulgación, sin embargo la ley regula por primera vez en Chile, las relaciones entre empleados – inventores y empleadores, protegiendo a aquellas creaciones generadas por contratación, pero al mismo tiempo lo derechos de los inventores. La nueva ley también creó una Corte de Apelaciones especialmente para asuntos relativos a la propiedad industrial. Con la llegada del año 2000 la OMC exige al país algunas modificaciones a la Ley de Propiedad Industrial una de las cuales es eliminar la patente de revalida, la cual permite patentar en otro país después de terminado el año de prioridad que establece el Convenio de París.

Dentro del SNI no puede dejarse de lado la influencia que el Sistema de Patentes ejerce en él, ya que este tiene la función de proteger, regular legalmente la propiedad, difusión y uso de la innovación tecnológica. Secundariamente, este organismo suele asumir importantes funciones como centro de documentación e información. Por eso es muy importante que el gobierno en su función reguladora apoye la gestión de este departamento y le otorgue mayores recursos que permitan difundir y extender su función a lo largo del país. Complementariamente a esto, sería trascendental que la universidad apoyara la difusión de los beneficios de utilizar el Sistema de Patentes, en cuanto a la protección de la innovación y la inagotable fuente de información que este proporciona. En este sentido, la Universidad de Santiago contribuyó con un Diplomado en Patentes de Invención en el año 1998, destinado a empresarios, profesionales e investigadores relacionados a la innovación científico – tecnológica. Este diplomado se realizó en conjunto con Pro Chile, al Departamento de Propiedad Industrial del Ministerio

de Economía y la Sociedad Chilena de Propiedad Industrial. A este diplomado asistieron aproximadamente 14 personas entre, empresarios, abogados, peritos de diseño industrial y otros.

En resumen, si se observan, las definiciones de rol tanto para las Instituciones de Educación Superior, Institutos Tecnológicos, el Gobierno y las Empresas en el SNI, manifiestan su real magnitud y trascendencia, cuando se analizan las interrelaciones que se dan entre los distintos agentes, donde emerge la sinergia del SNI. Es importante señalar que estas vinculaciones son más estrechas y efectivas mientras más desarrollo económico posea el país.

En el caso chileno, es claro que estas alianzas no son las más fluidas, de hecho la relación Universidad – Empresa presenta claras falencias en su funcionamiento, en este sentido esta divergencia tiene un trasfondo histórico que radica principalmente en las políticas de investigación que cada una desarrolla, por un lado la universidad en su mundo de creación de capacidades técnicas no necesariamente la traspasa como aplicación al mundo de las empresas, de hecho la excelencia académica consintió por mucho tiempo y consiste en generar conocimiento, pero no necesariamente un conocimiento aplicado, esto constituye el primer quiebre de esta relación, lo segundo apunta a la diferencia del concepto de innovación, por un lado la universidad apuesta por una investigación a largo plazo, que se traduce en una innovación lejana en término de temporalidad, debido a que el tiempo que transcurre entre que el conocimiento es desarrollado y posteriormente aplicado es muy extenso. En el caso de la empresa esta necesita conocimientos aplicados en el menor tiempo posible y con pertinencia a sus requerimientos. Si bien es cierto en el último tiempo se ha producido un acercamiento entre estos entes en su globalidad no siempre o necesariamente se da en el ámbito institucional, más bien se da en el contexto de contratos específicos con académicos.

Dado lo anterior cabe preguntar si existen falencias en el SNI que confluyan en que los vínculos entre los actores no sean estrechos. Indudablemente la respuesta es afirmativa. El sólo hecho de analizar la gestión en la política de fomento a la innovación acusa una falta de liderazgo de las instituciones publicas que no ejercen un fuerte poder de conducción y coordinación y lo que se traduce en una ausencia de definición de roles. Todo esto deriva del cambio que ha experimentado el concepto de C+T e innovación y que no necesariamente las instituciones que participan en el SNI han evolucionado con el concepto. Un ejemplo concreto de esto lo constituye CONICYT pues en sus inicios tenía a cargo la generación de políticas de C+T, sin embargo al evolucionar este concepto de C+T a I+D esta corporación pierde el poder de generar políticas tecnológicas debido a que CONICYT no asumió en ese momento el papel de desviar el flujo de investigación básica hacia la investigación aplicada por lo que su papel se vio restringido al desarrollo de la investigación básica ya que su orientación siempre estuvo enfocada a la universidades y no a solucionar problemas de los privados. En este contexto aparece una red de fondos que permiten al empresario acceder a las nuevas tecnologías y así se encuentra a la CORFO y otros ministerios coordinando temas de innovación tecnológica disociados de quien históricamente tenía este rol. En este contexto existe una gran cantidad de fondos y en donde no existía un organismo que los controlara y el Ministerio de Economía definiendo una entidad intermedia que formalmente actúa como ente coordinador, pero que carece de

jerarquía política para coordinar los fondos ya que en la práctica tiene más poder el representante de la CORFO, de CONICYT u otros entes coordinadores.

De lo anterior se desprende que el mayor desafío para el gobierno es abordar el diseño de las políticas para el SNI y que sirvan de soporte para que todos los actores involucrados, en lo que se define teóricamente un SNI, interactúen y fluya la información. Mientras no exista un ente regulador que norme a los actores y sus vínculos o relaciones a priori a estos actores, el SNI no funciona, no es efectivo.

LA UNIVERSIDAD Y LOS ALUMNOS COMO GÉRMENES DE VINCULACIÓN

Se ha presentado a los SNIs como conjuntos de instituciones que interactúan de manera constructiva, en cuyo centro se sitúa la innovación como promotor del cambio. Este es un modelo interactivo que da la oportunidad de examinar medios para promover la coherencia y la integración entre actividades nacionales; también permite el análisis y la discusión de la forma de vinculación entre dichas instituciones, producto de su carácter ex-post⁷¹. A pesar de esto, Arocena & Sutz (1999) reconocen la imposibilidad de establecer comparaciones entre distintos modelos, en especial proponer un sistema idealizado que provocaría una pérdida de diversidad, característica principal de esta modelización. Es por eso que los análisis deben ser llevados caso a caso, país a país y región por región, potenciando y fortaleciendo la diversidad.

En su mayoría los países dan preponderancia a la fortaleza de las conexiones, lo que conlleva a la creación de instituciones con afán vinculador, pero tal como menciona Arocena y Sutz (1999) estas vinculaciones son bastante difícil que logren operar, en especial en América Latina, producto de la diversidad existente y porque se encuentran supeditados a distintas fuerzas que impiden la generación de vínculos efectivos entre los actores y el entorno en el cual se desarrollan –legislaciones, financiamiento, educación, compromiso, religión, técnicas y tecnologías-, y estas diferencias se vuelven mayores cuando se refiere a los actores con menores capacidades de desarrollar innovaciones: las micro, pequeñas y medianas empresas latinoamericanas (MiPyMes).

Representación de las Fuerzas sobre y desde los SNI.

71 Arocena & Sutz (1999) en la conferencia "Sistema Nacionales de Innovación, Dinámica Industrial y Políticas de Innovación" organizada por el Cuadro resumen modelos de Transferencia Tecnológica RUID desde 9-12 junio de 1999 (Dinamarca), presentaron una Mirada de los SNIs desde el sur donde se establecen las características ex-post y la visión ex-ante de América Latina.



Los límites de los SNIs no se encuentran bien definidos, en especial por que los actores, además de generadores de innovación, son promotores de políticas, y sus acciones innovativas tienen efectos directos en la sociedad y en el medioambiente en el cual se desenvuelven, además de encontrarse circunscritos a un dominio cultural de carácter regional y/o nacional y entornos empresariales o educativos dispares, que condicionan la forma como dichos actores se relacionan entre sí y con su entorno, tal como lo menciona Lundvall (1992 cit. en Navarro 2001^b).

MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Cuando se habla de transferencia de conocimiento o tecnología, se entenderá según un doble aspecto: la transferencia entre empresas (transferencia horizontal) y la transferencia entre los agentes generadores de conocimiento (universidades y organismos públicos de investigación) y las empresas (transferencia vertical). Dado que es muy difícil llegar a poseer todos los conocimientos necesarios en un momento dado, se puede acceder al conocimiento a través de la compra a terceros, a través de servicios, tecnología, o investigación, en un período de tiempo corto. Desde el punto de vista de las empresas, la transferencia de tecnología se refiere a las ventas o concesiones, hechas con ánimo lucrativo, de un conjunto de conocimientos que permitan al comprador de tecnología fabricar en las mismas condiciones que el proveedor de ésta. En algunos casos se entiende la transferencia de tecnología como el proceso de transferencia de conocimientos necesarios para la fabricación de un producto, la aplicación de un proceso o la prestación de un servicio⁷².

Se entiende que la transferencia de tecnología es una etapa del proceso global de comercialización y se presenta como la transferencia del capital intelectual y del know-how entre organizaciones con la finalidad de su utilización en la creación y el desarrollo de productos y servicios viables comercialmente.

Se entenderá por transferencia de tecnología aquel proceso voluntario y activo para diseminar o adquirir nuevas experiencias o conocimientos; la difusión tecnológica indica el proceso de extensión y divulgación de un conocimiento tecnológico relacionado con una innovación. La transferencia conlleva un convenio, un acuerdo, y presupone un pago; la difusión aparece como un proceso normalmente abierto, libre de transacción económica, entre investigadores. Se halla más

72 Fundación COTEC, 2000

ligado a la transferencia de conocimientos, entendido como el proceso de comunicación de conocimientos científicos por medios abiertos, como artículos, conferencias y comunicaciones, utilizados por los grupos de investigación.

MODELO GRIEGO

El Boletín de la Dirección de Innovación de la Comisión Europea, en su editorial menciona los bajos resultados que ha tenido la política de innovación en la Unión Europea, con la excepción de Grecia la cual sobresale por sobre otras naciones de la CEE, básicamente, por el enfoque dado, en el sentido de fortalecer el entorno empresarial de las industrias tradicionales, además de crear condiciones favorables para fomentar nuevas industrias⁷³.

Es así como en los últimos 15 años, el programa del sector público para apoyar el desarrollo tecnológico y la investigación ha estimulado un cambio en el enfoque de la innovación en Grecia y una mejora significativa de la productividad. A raíz de estos programas, está emergiendo una nueva actitud hacia la investigación, mientras aumenta la inversión empresarial.

A pesar de ello, aún persiste en dicho país la necesidad de establecer un esquema de creación de empresas spin-offs para utilizar los resultados de la investigación, protegidos por patentes, para su explotación y desarrollo comercial.

Al igual que en Chile, los investigadores aún publican sus resultados en las revistas científicas o los guardan dentro de los laboratorios, y normalmente no registran patentes.

Grecia ha establecido diversas acciones llamadas claves en su empeño por reestructurar y modernizar su base industrial:

- PRAXE: fomentar la explotación de los resultados de investigación en el mercado a través de la creación de empresas spin-offs académicas.
- TANEQ: subvencionar fondos de capital de riesgo del sector privado especializados en la financiación de siembra para nuevas empresas de base tecnológica.
- ELEFTHO: apoyar el desarrollo de incubadoras y de parques de ciencia y tecnología, tanto nuevos como ya creados, y proporcionar incentivos para sus arrendatarios.
- KETA: crear 13 centros regionales para el desarrollo empresarial y tecnológico y proporcionar información y servicios de consultoría a las empresas.
- Jóvenes Emprendedores: para hombres y mujeres de 18-35 años que desean crear sus propias empresas en los sectores de manufactura, comercio, servicios o turismo.

Otras medidas promueven la excelencia en la actividad empresarial, la cooperación internacional y la transferencia de la tecnología, aumentan la sensibilización pública sobre la investigación y la tecnología, e incluyen las acciones concertadas en los sectores temáticos mencionados anteriormente.

73 Boletín de la Dirección de Innovación de la Comisión Europea, 2003

MODELO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MONTERREY (MÉXICO)

El Modelo del Instituto Tecnológico de Monterrey o reconocido también como “Sistema Tecnológico de Monterrey”, debido a la enorme red de sedes que posee a través del territorio mexicano, se fundamenta en dos grandes sistemas: una red de centros de investigación, que orientan su actividad hacia la empresa por medio de consultorías en áreas tales como manufactura, tecnologías digitales, electrónica y comunicaciones, medio ambiente y recursos básicos –como agua y energía, calidad y biotecnología, entre otras⁷⁴ y una red de 25 incubadores de empresas instaladas en las distintas ciudades en que el Sistema Tecnológico de Monterrey posee sedes.

Las incubadoras permiten ofrecer a alumnos, ex-alumnos del Sistema Tecnológico de Monterrey y comunidad emprendedora en general, una plataforma de impulso a la creación de empresas, haciéndolos partícipe de un programa virtual de desarrollo de habilidades y herramientas que permita lograr la creación de una empresa exitosa para identificar y aprovechar las áreas de oportunidad que incluyen la planeación (etapa de preincubación), operación (etapa de incubación) y consolidación (etapa de post-incubación) de la empresa⁷⁵.

Para el éxito de esta iniciativa, el Sistema Tecnológico de Monterrey ha convenido una alianza con diversos organismos, los que forman un programa integral para la creación y desarrollo de empresas, que busca facilitar las herramientas y recursos necesarios para estudiantes, egresados y comunidad empresarial, de manera que tengan más y mejores oportunidades de concretar y hacer crecer sus proyectos de empresa en el corto plazo. Entre estas alianzas se cuentan por ejemplo: la Secretaría de Economía, el Centro Regional para la competitividad empresarial - CRECE, el Gobierno del Estado de León, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, el Banco de Comercio Exterior, la Confederación Patronal de la República Mexicana, Nacional Financiera – Banca de desarrollo, la Cámara de la Industria de Transformación y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

MODELO DE SILICON VALLEY DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

En lo que respecta al Silicon Valley, éste comprende una extensión menor que la de la isla de Mallorca. Está situado entre las ciudades de San Francisco y San José en California y se ha convertido, por méritos propios, en el paradigma de lo que debe ser un espacio de innovación⁷⁶.

Los factores que explican el éxito del Silicon Valley son, en primer lugar, el hecho de la disponibilidad de unos recursos humanos altamente calificados como consecuencia de la proximidad de la Universidad de Stanford. Hay que recordar que tanto William Hewlett como David Packard eran estudiantes de ingeniería eléctrica en Stanford cuando iniciaron sus actividades “empresariales” en un garaje de Palo Alto, actividades que posteriormente trasladarían al Stanford

74 Instituto Tecnológico de Monterrey, sitio web, 2004

75 Emprendetec, sitio web, 2004

76 Fundación COTEC, op cit

Research Park y en el que fue una de las primeras empresas en establecerse. Esta disponibilidad de recursos humanos muy calificados se vio incrementada por el aporte de otra universidad que, aunque físicamente no está localizada en el Silicon Valley, sí es parte integrante de lo que podría llamarse el entorno del mismo: la Universidad de Berkeley.

Aparte de lo anterior, más intangibles pero son los que en última instancia explican su éxito, están las redes (networks) de carácter personal que facilitan el intercambio de ideas y know-how.

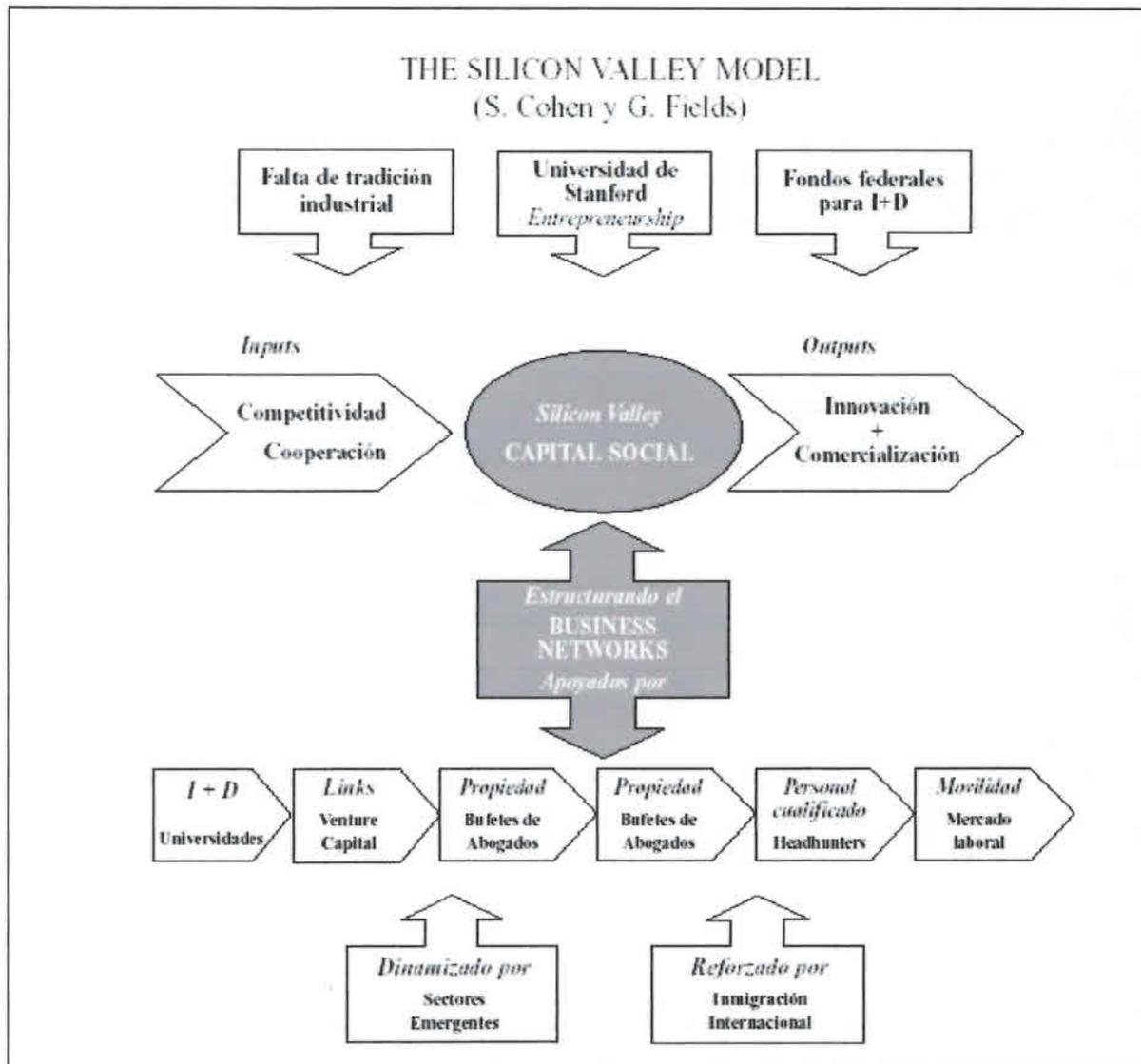
Para ilustrar cómo estas redes funcionan en la práctica, resulta especialmente interesante considerar el caso de Apple. Stephen Wozniak había desarrollado su primer prototipo en el garaje de su casa mientras todavía estaba trabajando en Hewlett Packard. En el Home-brew Computer Club, un lugar que congregaba a fans de los ordenadores, Wozniac conoció a Steven Jobs, que estaba trabajando en otra empresa de ordenadores llamada Atari, y ambos decidieron trabajar juntos. Posteriormente, una vez perfeccionado el prototipo, se lo mostraron a otro de los asiduos del Club, quien quedó impresionado por las excelencias del mismo y decidió hacerles un pedido de 50 para su tienda de componentes electrónicos y kits de ordenador llamada Byte Shop en Mountain View, en el mismo centro de Silicon Valley. Cuatro años más tarde, Apple estaba valorada en 165 billones de dólares.

A su vez, estas redes que incluyen a científicos, caza-talentos, inversores, etcétera, cada uno aportando un elemento del sistema —ideas, protección legal para las innovaciones, financiación, personal calificado, etc., están “alimentados” por la llegada constante de emprendedores procedentes de todo el mundo, que consideran esencial estar en el “centro” mundial de la innovación, en actividades como el desarrollo de software y Biotecnología.

De esta manera, se produce un círculo virtuoso de innovación y comercialización que ha acabado por generar unos valores sociales y culturales distintivos que han convertido al Silicon Valley en la meca de la innovación.

Lógicamente, existen “multiplicadores” en la dinámica de un espacio de innovación. En la medida en que las empresas se expanden, crean empleo y aumenta la demanda, se produce lo que se denominan “externalidades” positivas: cuando una empresa crece, sus necesidades también crecen, estimulando, de esta manera, la expansión del resto de empresas del entorno. El resultado de todo ello es que el ámbito territorial en el que están localizadas se pone “de moda” y atrae a nuevas empresas, emprendedores, inversores, etc., produciéndose así lo que se denomina en la literatura especializada “efecto bola de nieve” (snowball effect): objetivo fundamental en cualquier espacio de innovación.

El Modelo de Silicon Valley



Fuente: Los parques científicos y tecnológicos. Los parques en España, COTEC, Madrid, España, 2000

MODELO ESPAÑOL DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DESDE LAS UNIVERSIDADES A LAS EMPRESAS (EL CONCEPTO DE «TRIPLE HÉLICE»)

Dentro de los estudios sobre el concepto de innovación, uno de los puntos más analizados por los entornos responsables de la investigación y desarrollo universitaria ha sido la superación del modelo lineal de innovación, que generalizaba un sistema que nacía de la investigación básica, continuaba con la investigación aplicada, seguía con el desarrollo tecnológico y terminaba en el proceso de marketing y en el lanzamiento al mercado del nuevo producto o novedad. La complejidad del sistema de innovación puso de manifiesto la necesidad de otros modelos mejores; sin embargo, en el entorno universitario se ha incorporado por su sencillez un modelo denominado

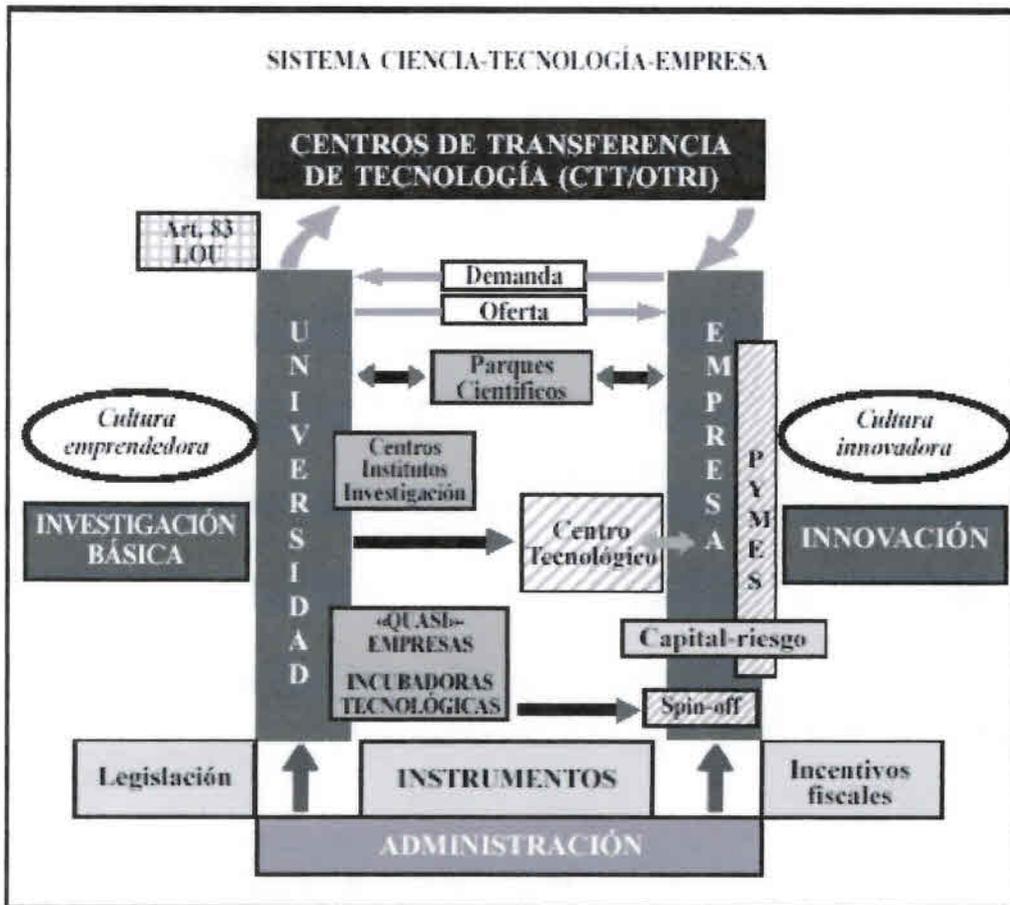
«triple hélice» (figura 1), en donde convergen y se entrecruzan los tres agentes del sistema: Universidades y Organismos Públicos de Investigación (investigación básica), las Empresas y las Administraciones. La efectividad y fortaleza del sistema dependerá en cierta manera de la fortaleza y equilibrio de las interacciones que se presenten y del resultado de la existencia de estructuras e instrumentos entre agentes que favorezca la interacción⁷⁷.

En este trabajo, se entiende que la convergencia final del sistema dependerá de los agentes, de las estructuras de intermediación entre agentes y de los instrumentos utilizados por los agentes para mejorar el flujo de la interacción. La interpretación evolutiva del modelo de triple hélice supone que, dentro de contextos locales o regionales específicos, las universidades, el gobierno y las empresas están aprendiendo a fomentar el crecimiento económico a través de la transferencia de conocimiento y tecnología mediante el desarrollo de relaciones o interacciones generativas.

El Modelo considera la generación de mecanismos de vinculación tales como los Parques Tecnológicos, Centros Tecnológicos, Incubadoras de Empresas y Centros o Institutos de Investigación.

77 Fundación COTEC, 2000

Representación esquemática del concepto de «triple hélice» en el Sistema de Ciencia-Tecnología-Empresa.



Fuente.: Los parques científicos y tecnológicos. Los parques en España, COTEC, Madrid, España, 2000

MODELO ANGLOSAJÓN DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

El modelo anglosajón de transferencia de tecnología presenta un nivel estructural parecido al español, aunque la experiencia acumulada durante los años de actividad, la diversidad de agentes que participan en el sistema y la diferencia de nivel industrial, se observa claramente en la consolidación de su metodología de transferencia de tecnología⁷⁸.

De modo general, se puede decir que la gestión de la investigación se desarrolla en el marco de la universidad como área de servicios de la investigación, la cual se divide en dos oficinas: una de ellas, generalmente, en el entorno de la universidad, se denomina Research Collaborative Office en la Universidad de Cambridge, o University of Oxford Research and Comercial Services Office en

78 Fundación COTEC, op cit

Oxford, y podría considerarse que equivale a las oficinas de gestión de investigación y desarrollo normalmente adscritas a los vicerrectorados de investigación.

Esta oficina presenta dos objetivos generales:

- a) La negociación de proyectos y contratos procedentes de los UK Research Councils, de entidades benéficas y de los Programas Marco de la UE.
- b) La gestión económica de la investigación.

La segunda estructura de gestión se denomina Oficina de Transferencia de la Tecnología (TTO), como administradora del desarrollo comercial de la propiedad intelectual (PI) de la Universidad (patentes, licencias, copyright, contratos y spin-off). En algunas universidades se ha externalizado la actividad de esta oficina con el objetivo de agilizar las actividades de negociación con el sector empresarial. Así, la Universidad de Oxford crea en 1988 una sociedad externa, ISIS Innovation Ltd., independiente de la Universidad, pero vinculada a ella a través del consejo de administración.

Los objetivos generales de estas oficinas de transferencia son:

- a) Gestión de la protección y comercialización de los resultados de la investigación y de las invenciones (licenciando la tecnología, patentando las invenciones y publicando documentos metodológicos);
- b) Aconsejar y ayudar a los investigadores en todos los aspectos de la protección y de la comercialización de la investigación y desarrollo.

Las TTO trabajan para asegurar que los inventores, sus departamentos y la propia universidad reciban el retorno financiero adecuado a través de la comercialización. Para ello es necesario que la institución académica tenga aprobadas políticas científicas y de propiedad intelectual activas e innovadoras que defiendan los derechos de propiedad intelectual generados a través de la investigación financiada externamente por los Research Councils, por los contratos con empresas, etc.

Los puntos fundamentales de las declaraciones de política general en relación a la transferencia de tecnología pueden resumirse en :

1. Los derechos de propiedad intelectual deben ser poseídos por la propia Universidad.
2. La Universidad no interviene en los derechos de autor (copyrights) de aquellas actividades académicas del tipo libros, publicaciones, artículos en prensa, conferencias, etc.
3. Todos los beneficios netos obtenidos por la Universidad por medio de la explotación de los derechos de propiedad intelectual, deducidos los costes, se repartirán entre el propio inventor, el departamento a que pertenece el investigador-inventor y la propia Universidad.
4. Cuando participa un instrumento de transferencia externo a la propia institución, como en el caso de ISIS, en el reparto de los beneficios netos debe intervenir también este nuevo agente.

Los investigadores de la Universidad pueden obtener ayudas para la creación de empresas de base tecnológica con financiación-semilla participada por la misma Universidad y que se conoce como el programa University Challenge Fundation.

En el ámbito de promoción de la cultura emprendedora, se crean instrumentos como el University Entrepreneurship Center. Algunas universidades crean instrumentos para gestionar los fondos de apoyo promovidos por sociedades filantrópicas ligadas a importantes empresas relacionadas con la institución a través de contratos o por el hecho de haber ganado fuertes sumas de dinero por medio de patentes o licencias.

Así, el University Development Office, creado en 1988 en la Universidad de Oxford, ha gestionado un nuevo edificio para el Departamento de Farmacología gracias a la acción de Bristol-Myers Squibb; Glaxo ha financiado una Cátedra de Patología, y la Woltson Foundation promovió la construcción del Centre for Information Engineering.

Una de las principales diferencias en relación con la situación española se basa en la proliferación de estructuras de intermediación tanto del sector público como privado, que facilitan la transferencia de la tecnología universitaria. Así, pueden considerarse las incubadoras St. John's Innovation Centre, Babraham Bioincubator, Bioscience Innovation Centres, agrupados en la red Medical Marketing International (MMI) Group. Generalmente se utilizan coordinadamente las posibilidades de los parques científicos, no sólo para incorporar empresas o unidades de I+D de empresas, sino también empresas de base tecnológica creadas en el entorno universitario (spin-off).

Un ejemplo de parque científico es el Cambridge Science Park, fundado por el Trinity College en 1970 dispone de 110.000 m² edificados en una superficie de 62 hectáreas. El parque dispone de 70 empresas instaladas con unas 4.000 personas en plantilla. Las unidades modulares van de 46 m² hasta 4.600 m² y son gestionados por una entidad externa (Bidwells).

Se debe remarcar la actividad surgida de estructuras regionales de desarrollo mayoritariamente en el campo biotecnológico mediante redes o clusters.

En el primer caso debe resaltarse Biology in Business, en el área de Cambridge, una región de excelencia (en el Este de Inglaterra) para las empresas innovadoras con 1.450 empresas Biotech o TIC, principalmente, abarca el 12% de la población activa. En dicha área se concentran un buen número de incubadoras y de empresas de capital-riesgo especializadas en ámbitos Biotech. En cuanto a generación de spin-off procedentes de la Universidad de Cambridge, se constata un crecimiento importante: 11 empresas en el periodo 1984-1989, 19 entre 1990 y 1995 y 35 entre 1995 a 2000.

MODELO LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

El Modelo de transferencia de la Pontificia Universidad Católica de Chile se basa en la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas dependiente de la Escuela de Ingeniería de la Universidad (DICTUC). La transferencia tecnológica hacia los sectores productivos y de servicios del país, se logra a través de certificación de calidad de productos, capacitación y

perfeccionamiento, y estudios y desarrollo de proyectos en las distintas especialidades de la ingeniería⁷⁹.

Actualmente, el DICTUC es una empresa filial de la Pontificia Universidad Católica de Chile, denominada DICTUC S.A., abocada a dos grandes tareas: Desarrollo de Tecnologías, tanto con medios propios como a través de terceros e Incubación de Empresas, la cual encuentra sus bases en los proyectos de Transferencia e Innovación Tecnológica desarrollados al interior de la escuela de ingeniería.

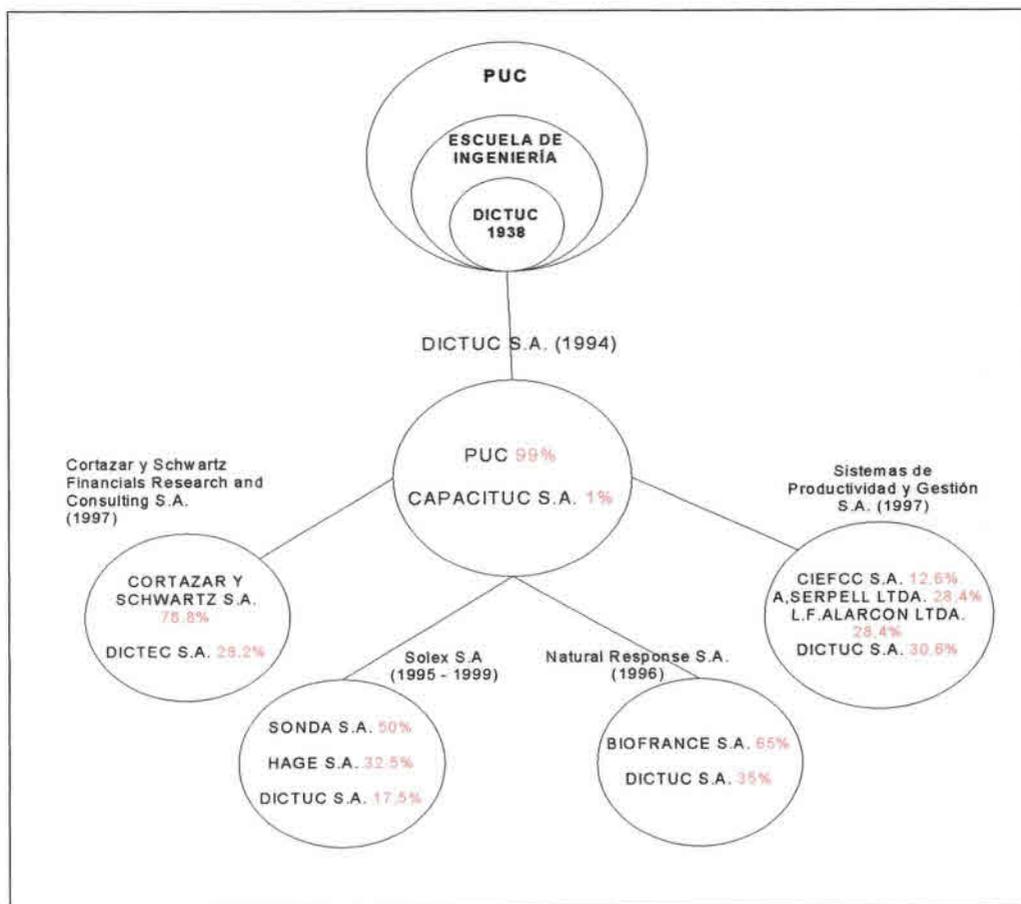
Para ello DICTUC S.A. cuenta con un equipo conformado por más de 250 profesionales expertos en las diferentes especialidades de la ingeniería, y con un personal de apoyo formado por 150 técnicos, auxiliares técnicos, y administrativos capacitados con alto conocimiento de su quehacer. Del grupo de asesores permanentes, destacan los profesores de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, de los cuales 70 tienen el grado de doctor. Ellos se desempeñan como investigadores y jefes de proyectos, dando a la empresa un ambiente de excelencia universitaria de altísimo nivel.

La estructura societaria del DICTUC se distribuye con un 99% de las acciones de propiedad de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y el otro accionista es la sociedad, Capacituc S.A., con el 1% de las acciones.

Hernán de Solminihac Tampier, Presidente DICTUC S.A, señala en su sitio web: "Nuestro objetivo es entregar servicios de ingeniería de alto nivel orientados hacia las empresas que desean elevar sus estándares tanto técnicos como de gestión"

Modelo de Transferencia Tecnológica de la PUC.

79 DICTUC, sitio web, 2004



Fuente: <http://www.dictuc.cl/>

La capacidad multidisciplinaria de DICTUC S.A. es una de sus principales ventajas, porque puede abordar soluciones integrales, especialmente para los macroproyectos.

CUADRO RESUMEN MODELOS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Modelo de Transferencia	Participa	Énfasis necesario para el éxito	Recursos	Característica Principal
Modelo Español	Universidad – Empresa - Gobierno	Generación Estructuras de vinculación y sus interacciones	Creación de instrumentos de gobierno o Universitarios o empresariales o mixtos en cualquier combinación	Crea en las Universidades Centros de Transferencia de tecnología u Oficinas de Transferencia de Resultados de investigación
Modelo Anglosajón	Universidad – Empresa - Gobierno	Proliferación de estructuras de intermediación tanto en el sector publico como en el privado	Fuerte apoyo de la Empresa privada	Crea en las Universidades Oficinas de Transferencia de tecnología como un servicio de la investigación y creación de empresas para externalizar la negociación con el sector empresarial
Modelo de Silicon Valley	Universidad - Empresa	Proximidad de la Universidad de Stanford y Recursos Humanos altamente calificados	Fuerte apoyo de la empresa privada	Generación de Redes de contactos y circulo virtuoso por deseo de las empresas en participar del centro mundial de la innovación

Continuación Cuadro resumen modelos de Transferencia Tecnológica

Modelo de Transferencia	Participa	Énfasis necesario para el éxito	Recursos	Característica Principal
Modelo griego	Universidad – Empresa – Gobierno	Generación de incubadoras y desarrollo de jóvenes emprendedores	Creación de instrumentos de apoyo a las iniciativas de innovación	Fuerte apoyo gubernamental a la creación de condiciones favorables para el fomento de nuevas industrias
Modelo del Sistema Tecnológico de Monterrey, México	Universidad – Empresas – Gobierno	Existencia de una red de centros de investigación, y una amplia red de incubadores de empresas	Recursos de la Banca y de Gobierno	Alianza con diversos organismos, para la creación y desarrollo de proyectos de empresa de estudiantes, egresados y comunidad empresarial.
Modelo de la Pontificia Universidad Católica de Chile	Universidad - Empresa	Recursos Humanos altamente calificados	Utilización de financiamiento CORFO y DICTUC S.A.	Generación de empresas desde DICTUC S.A. con la participación de alumnos y profesores de la Universidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arocena, R. y Sutz, J.
1999 Mirando los Sistemas Nacionales de Innovación desde el Sur. Conferencia "Sistemas Nacionales de Innovación, Dinámica Industrial y Políticas de Innovación", Danish Research Unit on Industrial Dynamic. s.
- Baigorrotegui B., G.
2001 El Riesgo: Una Dimensión que Requiere de una Revisión Sistémica. Santiago, Ingeniera Civil Industrial - Universidad de Santiago de Chile-, 2001. 143 pag .
- Basalla. G.
1987 The Evolution of Technology. New York. Cambridge University Press. 247. P.
- Beck, U.
1998 La Sociedad del Riesgo, Buenos Aires, Editorial Paidós, 304p.
- Beinstein, J.
1994 Prospectiva Tecnológica: conceptos y métodos: Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas. Martínez, E. (recop.), editorial Nueva Sociedad:15.
- Benavides C.
1998 Tecnología, Innovación y Empresa. Madrid, Pirámide. 175p
- Bury, J.
1971 La idea de Progreso, Madrid, Alianza Editorial.
- Cañas R., Lavados J. y Marcovitch J.
1989 Gestión Tecnológica y Desarrollo. Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA. Santiago. 12 p.
- Castells, M.
1998 La era de la Información. Economía, cultura y sociedad. Volúmenes: I, II y III, Alianza Editorial. CINDA.
1994 Gestión Tecnológica y Desarrollo Universitario. Santiago, CINDA.
1994 Gestión y Desarrollo Tecnológicos :Rol de la Universidad Latinoamericana. Santiago, CINDA.
- 1994 Universidad - Sector Productivo Nuevas Formas de Vinculación. Santiago, Cinda, 105 pag .
1993 Manual para la Gestión de Proyectos de Investigación con Participación Académica y Empresarial. Santiago, CINDA. 139 pag .
- Derry, T. y Williams, T.
1986 Historia de la Tecnología. Antigüedad hasta 1750, Siglo XXI, Madrid.
- Dosi, G.
1984 Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation, Journal of Economic Literature, vol. XXVI, (septiembre).
- Ellul, J.
1989 Técnicas. I: Situaciones, Anthropol. Revista de documentación científica de la cultura:14.
- Freeman, C.
1987 Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. London: Printer.
- Fischhoff et al.
1978 Percepción Social de los riesgos.
- Gaynor, G.
1999 Manual de Gestión en Tecnología. Bogotá. McGraw-Hill. 880. P.
- INE
1996 Encuesta de Innovación Tecnológica en el Área Manufacturera. Santiago. 12p
- Heijs, J.
2000 Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política Tecnológica: Una Aproximación Teórica. Universidad Complutense de Madrid.
- Jacobs, D.
1997 Innovación Centrada en el Conocimiento: Posibilidades del Enfoque Basado en los Clusters. Universidad Tecnológica de Eindhoven.
- Jonas, H.
1995 El Principio de Responsabilidad. Ensayo Sobre Ética de La Civilización Tecnológica, Madrid, edit. Herder, 297p.

- Kranzberg, M. y Pursell, C.W. Jr.
1981 Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la Prehistoria a 1900 (volumen 2), editores, Barcelona, Gustavo Gili.
- Kuczmarski T.
1997 Innovación. Estrategias de Liderazgo para Mercados de Alta Competencia. Colombia. Mc Graw Hill.4.p
- Leroi-Gourhan, A.
1988 El Hombre y la Materia (Evolución y Técnica I); El Medio y la Técnica (Evolución y Técnica II), Madrid, Taurus Comunicación.
- López, J.A. y Luján, J.L.
2000 Ciencia y política del riesgo, Madrid, Alianza.
- Malcom, D.
1999 *Sistema Nacional de Innovación: una Aproximación*. Revista de la Escuela de Economía y Negocios. Año I N° 2. 29-39.
- Mitchan, C.
1990 En busca de una nueva relación entre ciencia, tecnología y sociedad, en Sanmartín y Medina, eds., Ciencia, tecnología y sociedad, Barcelona, Anthropos.
- Morin, E.
1997 Introducción al Pensamiento Complejo. Barcelona, Ed. Gedisa, 1997. 167 pag.
- Mumford, L.
1989 La técnica y la naturaleza del hombre, Anthropos. Revista de documentación científica de la cultura:14.
- Mullin, J.
2000 Science, Technology, and Innovation in Chile. Idrc. Canadá.
- Navarro, M.
2001a Los Sistemas Nacionales de Innovación : Una Revisión de la Literatura". ESTE-Universidad de Deuto.. 32 Pág.
2001b El Análisis y la Política de Clusters". ESTE-Universidad de Deuto. 30 P.
OCDE.
1997 National Innovation Systems. Francia, Ocde - Organisation For Economic Cooperation And Development. 49 pag.
1995 Manual On The Measurement Of Human Mesources Devoted To S&T"Canberra Manual. París, Ocde - Organisation For Economic Cooperation And Development, 111 pag.
1995 Oslo Manual. París, Ocde - Organisation For Economic Cooperation And Development, 95 pag .
2001 Building trade policy capacity in developing countries and transition economies. París, Ocde - Organisation For Economic Cooperation And Development. 20 pag.
1996 Strategies for Sustainable Development. París, Ocde - Organisation For Economic Cooperation And Development. 73 pag.
1994 The Measurement Of Scientific And Technological Activities. Patent Manual. París, Ocde - Organisation For Economic Cooperation And DevelopmeNT. 108 pag .
1993 A Summary Of The Frascati Manual. París, Ocde - Organisation For Economic Cooperation And Development. 31 pag.
- Ortega y Gasset, J.
1992 Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía, Madrid, Alianza Editorial.
- Osses, S.
1999 Hacia un nuevo enfoque en la Enseñanza de las Ciencias, Dolmen, Chile.
- Pacey, A.
1979 El laberinto del ingenio. Ideas e idealismo en el desarrollo de la tecnología, Barcelona, Gustavo Gili.
1990 La cultura de la tecnología, México,FCE.
- Palop, F. Vicente, J. |
1999 Vigilancia Tecnológica e inteligencia Competitiva. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia, 1999. 107 pag.
- Porter & Scott Stern.
2001 Strong clusters feed the common infraestructure and also benefit from it.

- Porter, M.
1991 La Ventaja Competitiva de las Naciones. Ed. Vergara. 1025 Pág.
- Puy, A.
1995 Percepción Social de Los Riesgos, Madrid, edit. Mapfre. 382p.
- Pytlk, E., Lauda, D. y Johnson, D.
1978 Tecnología, cambio y sociedad, México, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
- Sanmartín, J.
1990 Tecnología y futuro Humano, Barcelona, Anthropos.
- Sanmartín, J. Et. Al.
1992 Estudios sobre Sociedad y Tecnología. Barcelona. Ed. Anthropos. 334. P.
- Santander, M, Baigorrotegui, G.
1999 Ciencia y Tecnología en El Quehacer de La Ingeniería. Un Cambio en La Educación, XII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, Concepción.
- 1987 Los nuevos redentores. Reflexiones sobre la ingeniería genética, la sociología y el mundo feliz que nos prometen, Barcelona, Anthropos.
- Shumpeter, J.
1967 Síntesis de la Evolución de la Ciencia Económica y sus Métodos. Barcelona, Oikos-Tau. 212 pag .
- Souder, Wm E, J. Daniel Sherman.
1994 Managing New Technology Development. Mc Graw-Hill, Inc.
- Staudenmaier, J.
1989 Peril of Progress Talk: Some Historical Considerations.
1990 Recent Trends in the History of Technology, The American Historical Review:3, vol.95.
- Trejo F., L.
2002 Evaluación Técnico-Económica de la Implementación de un Laboratorio de Gestión Tecnológica en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Santiago de Chile, Memoria de Ingeniero Civil Industrial. Santiago, Universidad de Santiago de Chile, Facultad de Ingeniería.
- UNESCO CYTED
1998 Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Indicadores de Ciencia y Tecnología. Estado del Arte y Perspectivas. Editorial Nueva Sociedad. Caracas. 155p
- Winner, L.
1992 La carrera tecnológica y la cultura política, en Sanmartín, Cutcliffe, Goldman y Medina, eds., Estudios sobre sociedad y tecnología, Barcelona, Anthropos.
- 1987 La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología, Barcelona, Gedisa.
- 1979 Tecnología autónoma. La técnica incontrolada como objeto del pensamiento político, Barcelona, Gustavo Gili