

SECCION B : INGENIERIA QUIMICA

EL RETO DE LA INNOVACION TECNOLOGICA Y LAS LINEAS DE INVESTIGACION EN INGENIERIA

W. Barrutia-Feijóo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química
Departamento de Análisis y Diseño de Procesos
Ciudad Universitaria, Av. Venezuela s/n Lima-Perú

Abstract : The gap among developed and underdeveloped economies has a direct relation with their different level and approach to their research and development efforts. Particularly the integration of their science and technology strategies among different parties. The study reviews technological innovation issues to take into account by the state, industries and Universities.

Key Words : Process Innovation, Technological innovation, Science and Technology strategies

Resúmen : La brecha de desarrollo entre los países industrializados y las economías emergentes, corresponde en gran medida a las diferencias existentes entre sus enfoques de investigación y sus esfuerzos para el desarrollo. Particularmente, en la integración de sus estrategias de ciencia y tecnología en sus diferentes componentes. El estudio analiza aspectos relacionados con la innovación tecnológica que deben considerarse en los programas de acción del estado, la empresa y el sector universitario.

Palabras Clave : Proceso de Innovación, Innovación Tecnológica, Estrategias científico-tecnológicas

La función que desempeñan la ciencia y la tecnología en el desarrollo de los países aumenta constantemente y su importancia es vastamente reconocida [1]. Además es cada vez mas evidente que ya no basta con el conocimiento científico ya adquirido y la tecnología importada. El verdadero desarrollo científico y tecnológico de un país, que es una de las principales condiciones de desarrollo de la Sociedad, debe tener profundas raíces en su realidad social, fortalezas y características propias para satisfacer sus propios requerimientos de desarrollo científico e industrial [2].

El proceso de globalización reflejado en la apertura de las economías de mercado exige altos niveles de competitividad [3]. Hoy en día se observa que la competencia se manifiesta a través de una mayor diversidad de productos, diseños novedosos, calidad y costos de producción, servicio técnico y distribución. Esta rapidez de cambio ha motivado nuevos ciclos de vida de los productos si se los compara con el pasado, lo que obliga a sacar al mercado las tecnologías tan pronto como sea posible; de ahí que se trate de integrar esfuerzos, especialmente para compartir conocimiento e información. Estamos en la era de la creatividad y acelerado desarrollo del conocimiento, donde la imaginación, la inteligencia, la iniciativa, y la creatividad constituyen aspectos fundamentales para un desarrollo exitoso.

El Perú es un país emergente, esta situación exige un esfuerzo creciente en to-

dos los factores de producción, no solo del trabajo, sino también del capital y del uso de recursos naturales [2]. Tanto el Perú, como otros países de América Latina están en condiciones de producir gran parte de la tecnología que requieren a través de esfuerzos cooperativos de sus capacidades tecnológicas existentes, como los recursos profesionales y los fabricantes de bienes de capital, sin embargo algunas limitaciones estructurales en las capacidades científicas y tecnológicas del país, frenan el desarrollo de las mismas. Para superar esta situación, nuestro país perfila la estructuración de una moderna institucionalidad que integre a la empresa, la universidad y la comunidad científica; el propósito es emprender un proceso de innovación científica y tecnológica avanzada, que sistemáticamente nos lleve al cultivo de la inteligencia y el ingenio para afrontar con éxito la "economía del conocimiento", y así acercarnos a los países desarrollados que tienen altos niveles de tecnología y productividad.

La competitividad de las empresas depende de la calidad de su capital humano y de su estrategia tecnológica [4]. La innovación constante es un medio para que las empresas se mantengan competitivas, anticipen los requerimientos de los clientes y apliquen nuevos métodos y tecnologías.

Es por tanto importante, definir el proceso de innovación como el proceso que convierte ideas en productos o servicios nuevos o mejorados, que el mercado valora. La innovación puede tener su origen en el conoci-

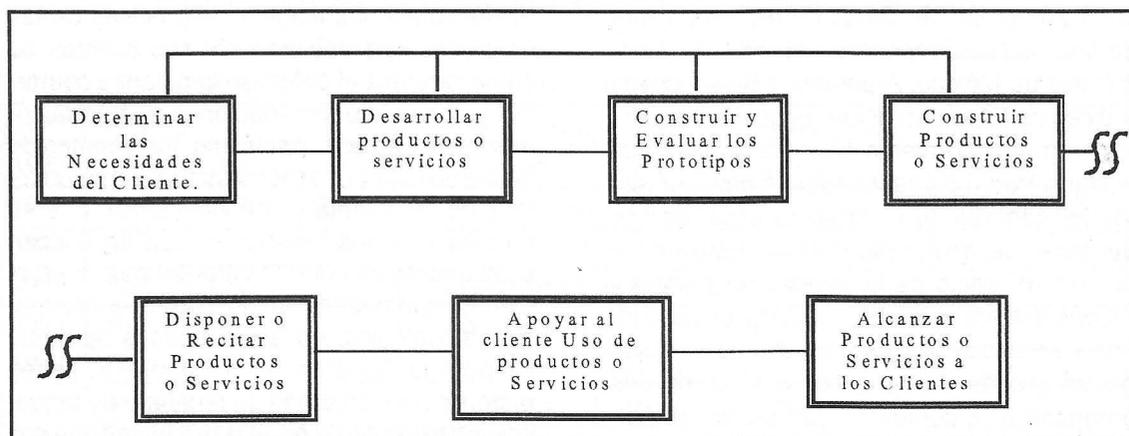


Gráfico 1. El proceso de comercialización e innovación tecnológica.

miento comercial, gerencial o el tecnológico. Sin embargo un elemento básico que siempre hay que tener presente es que la innovación no se debe limitar a la generación de nuevo conocimiento sino que incluye su aplicación y tenga lugar dentro de un sistema implantado en una realidad social, contribuyendo a incrementar la competitividad y a la vez la calidad de vida, es decir cambios sin destruir empleo.

La innovación tecnológica ha cambiado radicalmente en estos últimos años. Los modelos llamados "interactivos" reemplazaron al modelo utilizado anteriormente, llamado "modelo lineal" [2]. Los modelos actuales subrayan el papel central que desempeña la concepción industrial sobre las relaciones entre las fases «hacia delante» (ligadas al mercado) y las fases "hacia atrás" (ligadas a la tecnología) de la innovación, como también sobre las numerosas interacciones entre la ciencia, la tecnología y las actividades vinculadas a la innovación, ver el Gráfico 1. El acortamiento del período que separa los avances

científicos de su primera aplicación comercial, al igual que la interrelación entre las ciencias básicas y las tecnologías ligadas a la producción se han convertido en características permanentes del sistema de innovación. El análisis de un sistema de innovación debe buscar entender la estructura y competencias de todos los agentes que deben intervenir en la producción propia de conocimiento que pueda llegar a ser económicamente útil y cómo se produce la transferencia de estos conocimientos hacia la empresa y entre las empresas.

En la **Tabla 1** se analizan las exportaciones de alto contenido tecnológico como porcentaje de las exportaciones totales [5], que en cierta forma reflejan la relación de cooperación entre los agentes de desarrollo, Universidad-Empresa-Estado, en el desarrollo de innovación tecnológica. La ubicación y progreso de América Latina ha estado por debajo del resto de otras regiones económicas, lo que refleja su retraso y la necesidad de un cambio. Este desempeño sería aún mas bajo

Tabla 1. Exportaciones de alto contenido tecnológico como parte de las exportaciones totales en %.

P A I S E S	A Ñ O S		
	1980	1990	1994
América Latina y El Caribe	6,5	19,4	26,3(*)
El Grupo de los 7 (Alemania, Canadá, EE.UU., Francia, Italia, Japón y Reino Unido)	45,1	55,0	56,7
Los Tigres del Asia (Hong Kong, Taiwan, Corea y Singapur)	25,9	42,9	53,3
Los Tigres Potenciales (China, Indonesia, Malasia y Tailandia)	4,8	18,0	26,6
Las Nuevas economías industrializadas de Europa (España, Grecia, Irlanda, Portugal y Turquía):	23,1	33,3	37,1

Fuente: CEPAL, 1996; (*) Los datos de América latina incluyen las exportaciones de maquinaria y de la industria automotriz transnacional ubicada en México.

si se exceptúan las zonas de procesamiento de las exportaciones y la industria de automóviles de México, Argentina y Brasil, cuyos *Indíces de Especialización Tecnológicas* (IET) tuvieron un incremento en los años ochenta. Aunque Perú no cuenta actualmente con estos indicadores su realidad está por debajo del promedio de América Latina. Este indicador es un reflejo de la *brecha de ciencia y tecnología* entre los países más desarrollados y en desarrollo. Esta brecha es efectivamente grande y podría ser vista como una amenaza a la competitividad de las empresas, sin embargo también puede ser vista, por varias razones, como una oportunidad para la cultura innovadora.

Un problema clave, señalado por CEPAL [1], es que la investigación científica y en menor medida la tecnológica y los escasos servicios ofrecidos por el sector académico, no guardan relación con la demanda y

no satisfacen las exigencias precisas de las empresas que debieran ser sus clientes tal como lo refleja el déficit en la balanza comercial y el nivel de exportaciones e importaciones ver la **Tabla 2**. Asimismo, los agentes de desarrollo tampoco logran actualizarse en temas de tecnología y la investigación que se efectúa en otros lugares ya que no buscan activamente vínculos dentro del país o en el exterior que puedan suministrarles la información tecnológica, inclusive algunas de dominio público. También, por lo general no tienen experiencia en materia de rediseño de procesos, y desarrollo de nuevos productos que son justamente los temas para los cuales existe una enorme demanda de parte de empresas pequeñas y medianas [8]. Los programas de investigación se determinan más sobre la base de los deseos de los gobiernos o de los investigadores individuales y no de estudios sobre las necesidades de la industria, es decir no hay un enfoque hacia los clientes, re-

TABLA 2.- Perú : Principales Indicadores Económicos

	1995	1996	1997
	Tasa de Variación Anual		
Producto interno bruto	7,8	2,5	7,0
Precios al consumidor	10,2	11,8	7,1
Salario real	-8,4	-4,7	-0,2
Dinero M1	23,4	18,9	26,8
Tipo de cambio real efectivo	3,3	-1,1	0,4
Relación de intercambio	0,9	0,5	6,7
	Porcentajes		
Tasa de desempleo urbano	9,3	8,8	9,1
Resultados fiscal/PIB-	1,3	2,3	0,0
Tasa de intereses real pasiva	0,7	-1,4	2,8
Tasa de intereses real pasiva	23,4	17,6	22,0
	Millones de dólares		
Exportaciones de bienes y servicios	6.722	7.268	8.305
Importaciones de bienes y servicios	9.665	9.945	10.910
Balanza comercial	-2.943	-2.679	-2.605
Saldo de cuenta corriente	-4.498	-3.605	-3.390
Cuenta de capital y financiera	3.745	4.561	5.690
Balace global	-554	956	2.300

Fuente: CEPAL, sobre base de cifras oficiales

Tabla 3. Innovación tecnológica lograda por personal de empresas peruanas

AÑO	EMPRESA	INNOVACION TECNOLOGICA
1997	ALICORP	Nuevo diseño de tapa de envasado de aceite Capri 1lt.
1997	ACEROS AREQUIPA	Ajuste rápido de composición química
1996	ACEROS AREQUIPA	Disminución de consumo de tubos para el insuflado de oxígeno
1996	BASA	Optimización de procesos de soplado para envases industriales
1996	PERUPLAST	Reducción de scrap por delaminación
1994	BASA	Reducción de set-up de máquinas
1994	BASA	Problema de resistencia de moldes
1993	ACEROS AREQUIPA	Disminución de desvío de colada por carbón
1993	LAB. FARMAINDUSTRIA	Optimización de los métodos de fabricación y envasado en las suspensiones líquidas

Fuente: Premio a la calidad- Perú Comité de Gestión a la Calidad Centro de Desarrollo Industrial - S.N.I.

dundando en pocos ejemplos exitosos de transferencia de tecnología de institutos a la industria ver la **Tabla 3**.

La empresa basa su innovación fundamentalmente en tecnología adquirida y está más interesada en innovación en procesos que en productos. Por otro lado, se concentraba en sectores cuyos caminos habituales de innovación parten de la tecnología suministrada por sus proveedores o casa matriz (tecnología adquirida), teniendo poca necesidad de resultados propios de Investigación y Desarrollo.

El sector productivo necesita movilizar sus recursos para satisfacer sus necesidades tecnológicas de modo que le permita mejorar su participación en el mercado con nuevos productos o procesos, o bien con innovaciones en los procesos actuales para mejorar su competitividad ver el **Gráfico 2**. Por otro lado, el sector productivo, especialmente las pequeñas empresas, requiere de apo-

yo y financiamiento para el desarrollo de innovaciones tecnológicas. Financiamiento que debe poseer condiciones especiales compatibles con las características del proceso de innovación que permitan asumir riesgos que no son compensados en el corto plazo. Aspectos no considerados en la actividad bancaria no tradicional orientada al financiamiento de activos fijos. Por lo que sería importante considerar iniciativas de financiamiento de innovación tecnológica a través de capitales de riesgo o fondos de desarrollo. De otra forma, el sector productivo deberá recurrir a la tecnología foránea por la imposibilidad de desarrollarla en el país, resultando más onerosa que hacer los desarrollos propios adecuados a las condiciones locales.

El sistema educativo generalmente no prepara para la vida empresarial, menos para la innovación [6], ver el **Gráfico 3**. La formación profesional, que debería capacitar al trabajador para promover innovaciones

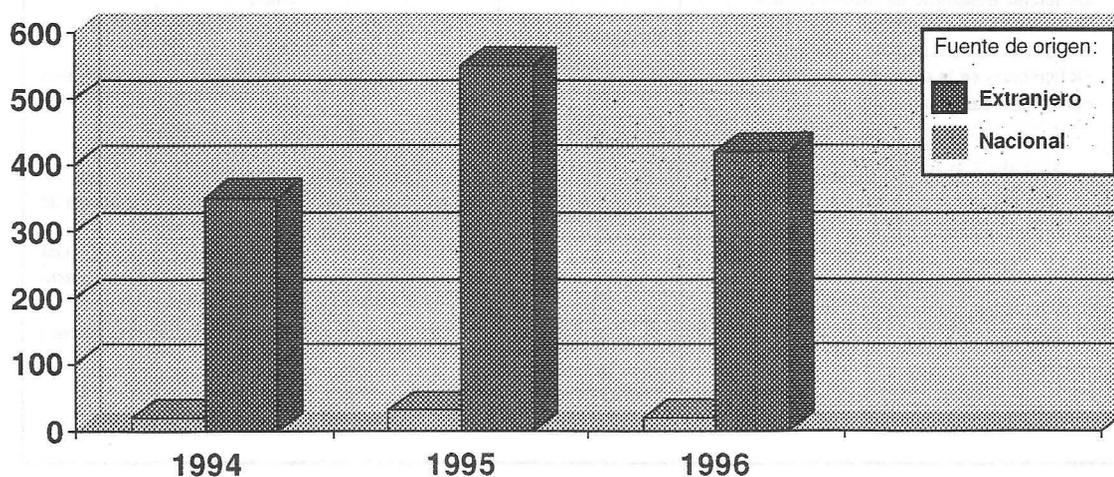
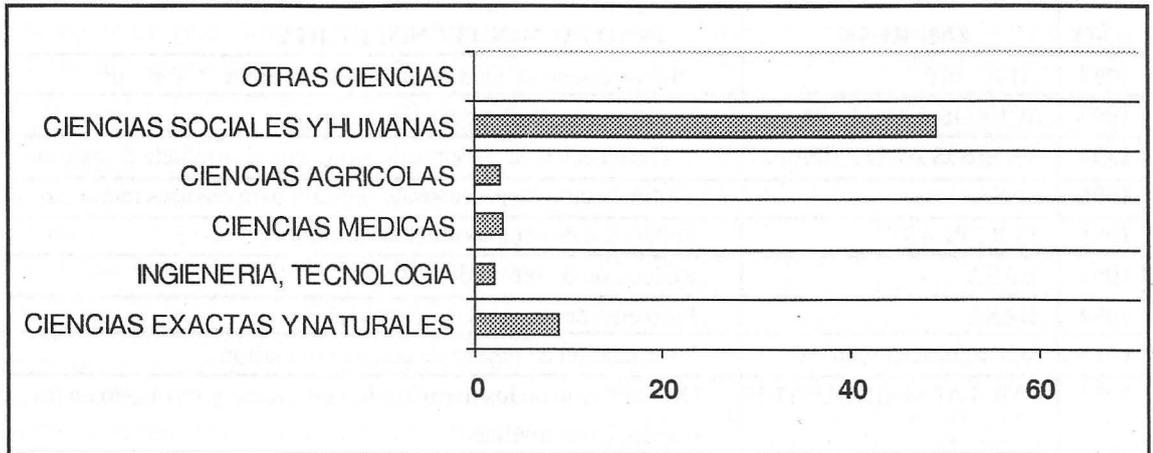


Gráfico 2. Patentes otorgadas en el Perú.



Fuente: Asamblea Nacional de Rectores

Gráfico 3. Número de Postgrados ofrecidos

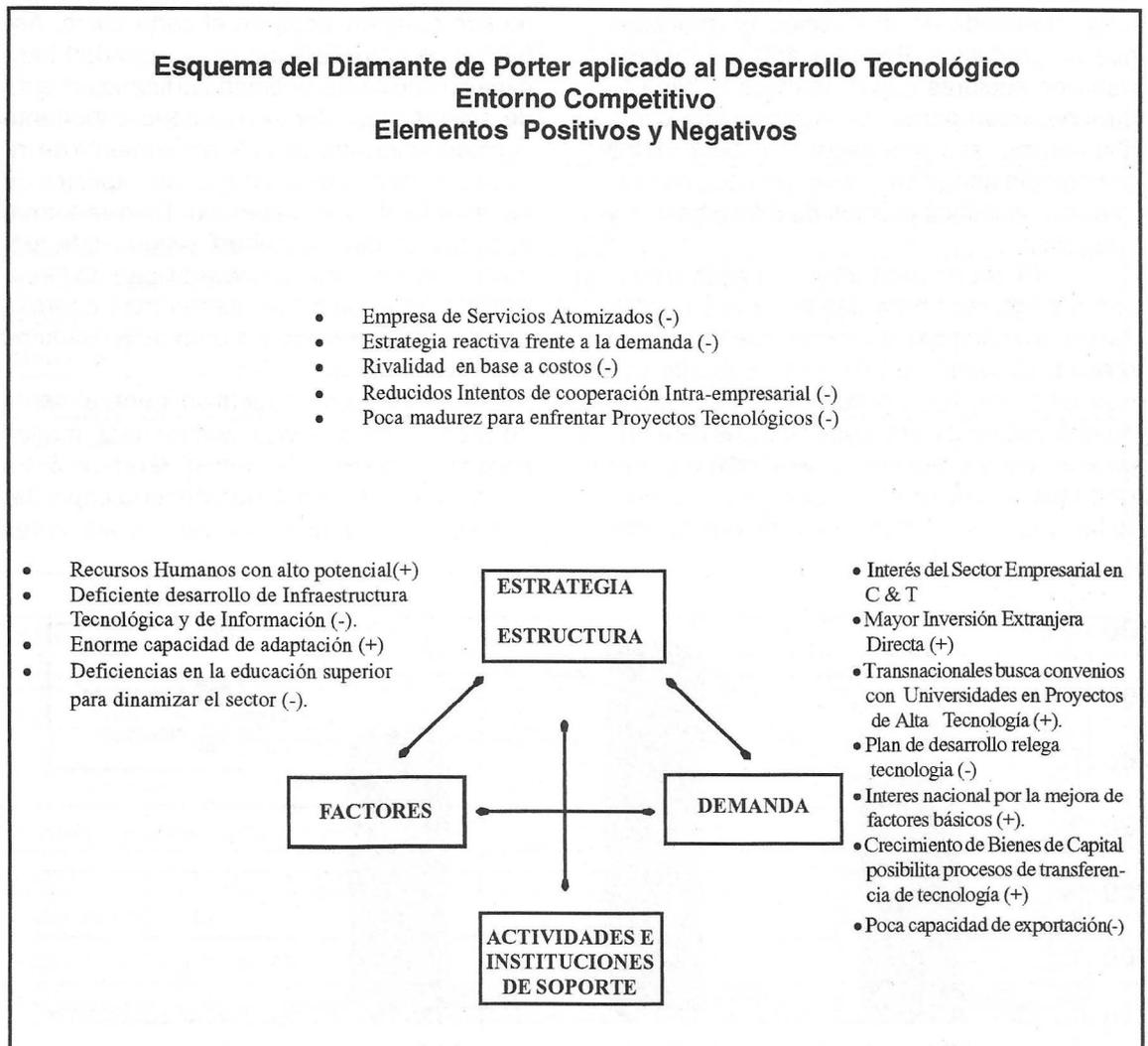


Gráfico 4. Diamante del Desarrollo Tecnológico

incrementales desde su puesto de trabajo, está muy poco desarrollada. Un índice que describe las características del sistema educativo es la disparidad existente entre la demanda de la industria y la oferta de titulaciones.

Además en el sector empresarial las relaciones tecnológicas son débiles, tal como lo indica los informes preparados por Monitor [7], en la que se indica una relación histórica de poca cooperación, tal es el caso de mataderos, curtiembres y fabricantes de productos de cueros, debido a que la información simplemente no se circula.

La innovación tiene su origen en el conocimiento. Las empresas deberán capacitarse para absorber información relevante de su entorno científico, tecnológico y de su mercado, para enriquecerla en su propio contexto. Las

Universidades deberán estimular un espíritu emprendedor con aplicaciones empresariales de sus conocimientos. Todo lo mencionado posibilita el diseño de estrategias acerca de cómo deben plantearse las líneas de investigación en Ingeniería, partiendo del reconocimiento de complementar esfuerzos de investigación de Ingeniería con las áreas de ciencias básicas, en equipos de investigación multidisciplinarios, orientados a temas de aplicación industrial en forma creativa e innovativa que sustenten y promuevan el proceso del diamante del desarrollo Tecnológico, ver el **Gráfico 4**. Asimismo, los equipos de investigación deben estar conformados por estudiantes de postgrado y de los últimos años de Ingeniería, con dos principales propósitos: (a) desarrollar y formar una actitud empresarial en ellos, (b) así como

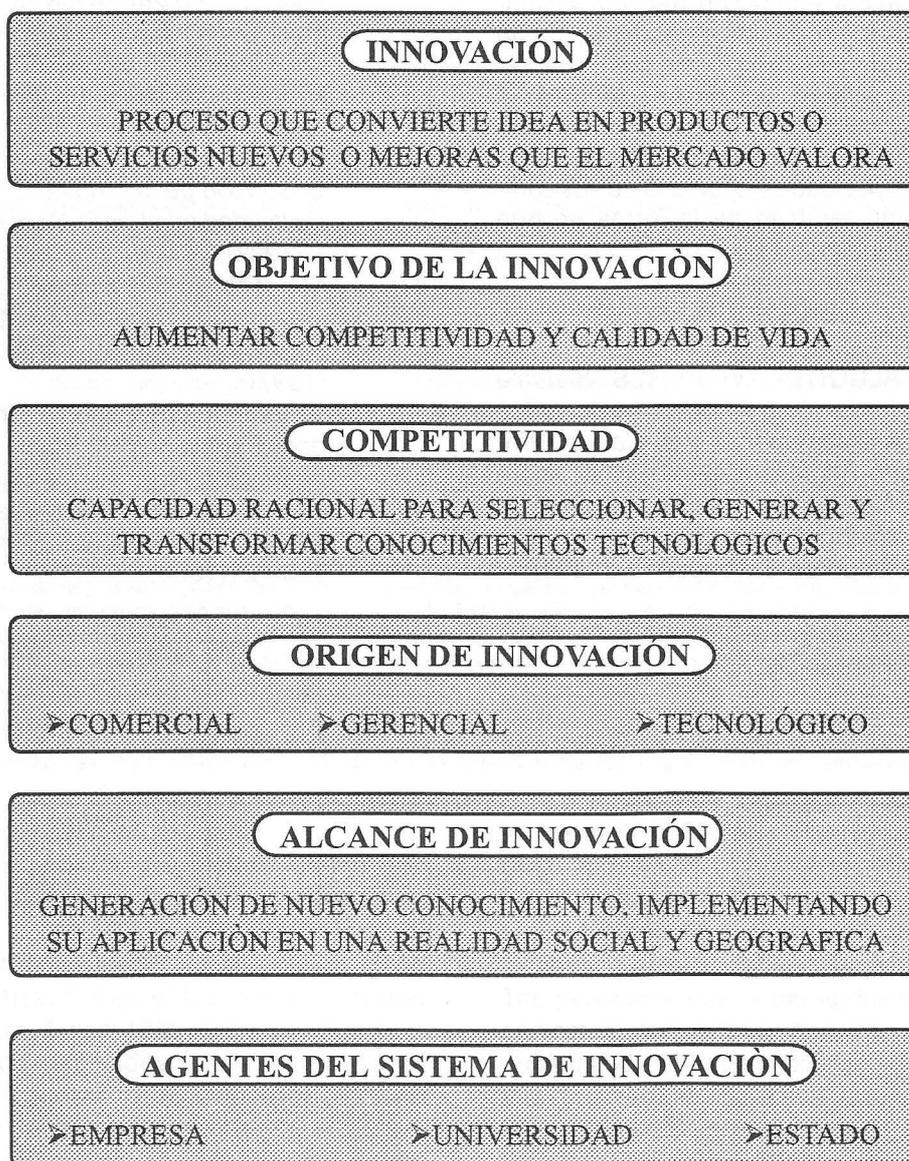


Gráfico 5. Conceptos básicos de Innovación Tecnológica.

utilizar la oportunidad para desarrollar y documentar casos de estudio que puedan luego transmitirse a otros estudiantes empleando, fomentando la discusión en forma interactiva y enriqueciendo de esta forma las experiencias de investigación. Se debe identificar temas de investigación mirando hacia el mercado, con el fin de promover la innovación tecnológica [9] que den al nuevo producto o al producto mejorado, un valor agregado, promoviendo y desarrollando alianzas estratégicas con industrias y gremios industriales[8]; teniendo en cuenta los conceptos básicos de Innovación Tecnológica ver el **Gráfico 5**.

La cultura y la ciencia es una preocupación convergente, en ese proceso, el estado, los empresarios, los maestros y estudiantes del país, en sus diferentes niveles, son los sujetos más importantes. Es necesario orientar nuestra educación hacia la economía de la inteligencia, la democratización de la información y la concepción científica, temas que constituyen desafíos nacionales del presente; considerando que el éxito de cualquier sistema de innovación, dependerá no sólo de la capacidad de cada uno de sus componentes sino también de la forma en que interactúan en conjunto.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. ALCORTA, W. PERES, *Sistema de innovación y especialización tecnológica en América y el Caribe*, Proyecto Regional CEPAL/PNUD sobre Innovación Tecnología y Competitividad Internacional, RLA/88/039, Santiago de Chile, p.3-12, (1996).
- [2] D. GOBSON, *Technology Companies and Global Market-Program, Policies and Strategies to Accelerate Innovation and Entrepreneurship*, Rowman & Littlefield Publishers, p. 31-45 , (1991).
- [3] M. PORTER, *The Competitive Advantage of Nations*, Nueva York, The Free Press, p.12-85, (1990).
- [4] I. YUJI, R. LAWRENCE, *New Directions in Creative and Innovative Management-Bridging Theory and Practice*, Ballinger Publishing Co, Cambridge-Massachusetts, p. 1717-36, (1988).
- [5] CYTED/RICYT, *Programa de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo/ Red Iberoamericana sobre indicadores de Ciencias y Tecnología*, Iberoamericanas/Interamericanas, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina, p. 47-54(1997).
- [6] MITINCI, *Una Estrategia Nacional de Desarrollo de la Innovación y la Productividad en el Perú*, Septiembre, p. 1 (1998).
- [7] SNI, *Premio a la Calidad*, Comité de Gestión de la Calidad, Centro de Desarrollo Industrial, Lima, p. 1-27, (1997).
- [8] W. BARRUTIA, *Exportaciones y calidad: Reglas de oro*. ESAN, Caretas, (Julio - 1997).
- [9] UNESCO, *World Science Report*, Unesco Publishing, Elsevier, Paris, p. 115-121(1998).