

# INGENIERIA Y APERTURA ECONOMICA

*Pedro Amaya Pulido\* - Carlos Garzón Gaitán\*\*  
Director Instituto Ser de Investigaciones\*  
Profesor Asistente Universidad Nacional\*\**

---

## INTRODUCCION

El presente documento resume la posición de los autores respecto a la función de los ingenieros y el de las Facultades de Ingeniería en el marco de la internacionalización de la economía y su nivel de competitividad.

Se presenta una descripción de las principales tendencias que están dando lugar a cambios en productos, servicios, y en las organizaciones.

Se resalta el papel que tiene la ingeniería en el incremento del valor agregado a la producción y, por lo tanto, su función estratégica en el crecimiento económico de una sociedad.

Finalmente se proponen los elementos básicos para el desarrollo de una estrategia nacional en la ingeniería, haciendo énfasis en la importancia de la investigación y con ella del diseño para poder generar un tipo de profesional

que pueda realmente incidir en la generación de conocimientos propios.

## 1. CONCEPTO DE COMPETITIVIDAD

La competitividad es la capacidad de una empresa, un sector, y un país para mantener, incrementar o crear espacios en los mercados con rentabilidad a través de la innovación.

### Características:

- Se ocupa un espacio en un mercado.
- Se ocupa un espacio para obtener rentabilidad de la inversión.
- No se trata solamente de ocupar un espacio en el mercado sino de ser capaz de permanecer en él y de consolidarse en el tiempo.

Las bases de la competitividad son:

- Estímulo a los procesos de innovación sistemáticos.
- Fortalecimiento y consolidación de los procesos de formación de capital humano especializado.

### Objetivos de la internacionalización

Colombia debe buscar como objetivos en el proceso de internacionalización:

- Establecer un modelo de producción y comercialización integrado a los mercados internacionales.
- Lograr la complementación bilateral, la integración regional y su inserción comercial en los grandes bloques.
- Aumentar el valor agregado de las exportaciones incluyendo las tradicionales (hidrocarburos, café, carbón, ferroniquel, oro), nuevos bienes, nuevos servicios transables.

Los productos agropecuarios, los químicos industriales y las confecciones explican la mitad del crecimiento que tuvieron las exportaciones no tradicionales entre 1990 y 1993. Al excluir a Venezuela, los productos agropecuarios y los químicos industriales explican el 65% del crecimiento.

Las confecciones venían creciendo exclusivamente gracias a Venezuela. Para los demás mercados el aumento anual de las exportaciones entre 1990 y 1993 fue solo del 1.2%<sup>1</sup>. Colombia es aún exportador neto de recursos naturales sin valor agregado.

- Desarrollar una estrategia selectiva para el incremento de las exportaciones.
- Aplicar una política selectiva en las importaciones. El país debe convertirse en un usuario culto de la tecnología, los bienes y los servicios importados.

---

<sup>1</sup> ANALDEX, MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR. "Plan de acción exportadora". Dirección académica: Eduardo Lara, Fedesarrollo, 1994.

### Clave del éxito: la elección de una estrategia

Colombia requiere definir una clara, consistente y viable estrategia de desarrollo a largo plazo, sin ella será imposible resolver nuestros problemas estructurales.

Somos de la opinión de que un país tiene que tomar opciones de largo plazo en el sentido de priorizar cadenas productivas, subsectores o sectores industriales específicos mediante una acción consciente y deliberada. Padecemos de exceso de prioridades y de escasas acciones para hacerlas efectivas.

Lo contrario, es decir no hacerlo, es también una estrategia: es la estrategia de ser solamente compradores de tecnología, ni siquiera usuarios cultos de ella.

En una comparación del cambio estructural de Japón, Estados Unidos y Colombia en tres momentos de su historia 1980, 1985, y 1990, puede verse que Japón y Estados Unidos han construido segmentos de especialización en sectores de valor agregado como maquinaria eléctrica y polímeros. En tanto en Colombia no se aprecia una orientación especializada en ningún sentido y si algunos sectores se destacan son madera y muebles (33), productos químicos (351 y 352), productos metálicos con bajo valor agregado.

## II. TENDENCIAS MUNDIALES DE LA COMPETITIVIDAD

### • Producción mundial para el mercado mundial.

Se produce en cualquier parte del mundo para el mundo.

Determinantes del comercio mundial:

Demanda - eje - consumidor

- Cadenas productivas - segmentación
- Flexibilización
- Nueva División Internacional del Trabajo

(especialización)

- Las exportaciones centro del desarrollo.

#### • **Competen empresas y países**

Si los Estados no brindan las condiciones para que las empresas puedan implantar sus estrategias, si no propenden por brindar condiciones apropiadas de infraestructura física, lo cual es una responsabilidad del gobierno, para que los productos lleguen a sus destinos en el menor tiempo y costos posibles sin detrimento de su calidad, no se puede exigir que las empresas compitan si el ambiente general no es propicio.

Por la índole de sus actividades la empresa se convierte en el centro de la competitividad, como lo es también de la innovación.

En los dos casos es necesario contar con políticas activas tanto de parte del gobierno como de la empresa. Reglas claras estables y precisas son condición para el desarrollo empresarial. A su vez los empresarios deben comprometerse en la innovación, el mejoramiento continuo, la productividad y la calidad.

#### • **La producción intensiva en conocimiento**

La producción de cualquier bien o servicio es cada vez más intensiva en conocimiento; cada vez es mayor el trabajo intelectual y menor el esfuerzo físico para su producción.

Los productos llevan incorporado mayor valor agregado, evolucionamos con prontitud hacia las economías del conocimiento, las economías de la especialización, y hacia el comercio simbólico.

Si hace un tiempo los seres humanos se preocupaban por la privatización de los bienes hoy asistimos a la privatización del conocimiento, la razón, la comprensión de las leyes de la naturaleza y su aplicación en principios operacionales incorporados en productos comercializables y, por supuesto, patentables.

Solo podemos ser competitivos si utilizamos el conocimiento para mejorar la productividad;

capacitar nuestra fuerza laboral; seleccionar las inversiones de capital en tecnología adecuada a nuestros contextos; mejorar nuestras cadenas de valor desde el comienzo hasta el final; definir los segmentos de especialización y concentrar nuestros esfuerzos en ellos.

Como ya lo anotamos, los gerentes y en general los equipos de dirección de las empresas deben además pasar de una estrategia reactiva a una estrategia proactiva, de anticipación, a sentirse sujetos del desarrollo nacional.

#### • **Interacción dinámica gerencia - ingeniería - ciencia**

- . Dinámica entre tecnología y organización.
- . Ciencia - Tecnología

Hoy en día, tanto a nivel de los científicos como de los tecnólogos (en el sentido amplio de la palabra), así estén vinculados a la industria o a la academia, su trabajo involucra investigación científica, experimentación, diseño y construcción de nuevos sistemas e instrumentos. Esto **no quiere decir que sus actividades sean idénticas pero sí que están estrechamente ligadas.**

Según Rothschild (1971) “en una investigación aplicada o un desarrollo experimental el cliente dice lo que él desea, el contratista lo hace (si puede) y el cliente paga” la investigación básica, fundamental o pura no tiene esa base análoga cliente-contratista.

Algunas tecnologías se han considerado claves como formas concretas de abordar la competitividad y usualmente incluyen:

- a) Microelectrónica
- b) Informática
- c) Tecnologías de comunicación
- d) Materiales industriales de tecnología avanzada
- e) Biotecnología
- f) Tecnología de manufactura avanzada

La habilidad de identificar y controlar variables para emplear un método cuantitativo de trabajo, sistematizar experimentos, establecer hechos por experimentos cuidadosamente controlados, optimizar el desempeño de un artefacto, son todas habilidades que se derivan de la ciencia para relacionarse fructíferamente con actividades tecnológicas tanto a nivel de la industria como de la escuela.

Una segunda vía a través de la cual la ciencia sirve a la tecnología es contribuyendo, con todo su conocimiento y potencialidad al aseguramiento y control de la calidad de productos tecnológicos y de los componentes y materiales usados en su producción.

**· Hacer ciencia y hacer tecnología**

Ciencia y tecnología, ambas tienen muchas cosas en común: ambas involucran juicios de valor, ambas requieren el modelamiento de ideas y pensamiento visionario; en la descripción de las actividades de cada una de ellas existen términos comunes tales como la generación y el

planteamiento detallado de un problema, planeación y evaluación. Sin embargo, una inspección minuciosa de las actividades realizadas por cada una de ellas revela diferencias significativas, por ejemplo, ninguno de los modelos dice nada acerca de las condiciones bajo las cuales la actividad tiene lugar.

Las diferencias entre ciencia y tecnología residen no en los procesos sino en la **naturaleza de los propósitos y de los productos de las dos actividades**. Ver cuadro: Proceso general de solución de problemas.

Para la ciencia, si las hipótesis y la teoría se ajustan a los hechos, si estos no establecen una brecha con los cánones de la buena práctica científica (replicabilidad) entonces las preferencias contextuales externas a la ciencia no se toman en cuenta. En contraste, los productos de la actividad tecnológica tienen que satisfacer diversos criterios externos. No solamente el producto debe ‘trabajar’, sino que también tiene que satisfacer un conjunto de consideraciones adicionales, las cuales pueden incluir

<b>MODELO GENERAL DE LA SOLUCION DE UN PROBLEMA</b>	<b>PROCESO CIENTIFICO</b>	<b>PROCESO TECNOLOGICO DE DISEÑO</b>
Entender el problema	Considere un fenómeno natural	Determine la necesidad
Describir el problema	Describa el problema	Describa la necesidad
Considere alternativas de solución	Sugiera hipótesis	Formule ideas
Escoja una solución	Seleccione una hipótesis	Seleccione una idea
Actúe	Experimente	Haga el producto
Evalúe la solución	¿ Los resultados confirman la hipótesis ?	Pruébalo

consideraciones ambientales, costos, preferencias estéticas, requerimientos ergonómicos y tamaño de mercado. Hacer ciencia es diferente, por lo tanto, de hacer tecnología. Esto sugiere que el proceso correspondiente es bifurcado.

Como consecuencia de lo anterior se puede afirmar que la experiencia en hacer ciencia (que pueda tener un grupo de investigación o un país) no es una garantía de capacidad tecnológica.

La capacidad de innovación, la capacidad tecnológica de las empresas dependerán en gran medida de la capacidad de gestión que posean los ingenieros, de sus competencias gerenciales.

Así, surge otro binomio de oro ingeniería - gerencia

#### **Principios operacionales y conocimiento científico:**

Se define como principio operacional de un dispositivo: aquello que va incorporado en una patente, por ejemplo, **la descripción de cómo las partes características desarrollan su función especial articuladas en un todo, para llevar a cabo el propósito.**

Un descubrimiento hace una adición a nuestro conocimiento de la naturaleza y una invención establece un nuevo principio operacional, proporcionando una ventaja de reconocimiento (patentes, derechos de propiedad intelectual).

Solamente la invención puede garantizarse protegida por una patente y no el descubrimiento como tal, que no debe estar sujeto a protección.

El conocimiento científico solamente tiene valor en la medida en que pueda estar relacionado con el principio operacional de la máquina.

#### **· Vinculación universidad - sector productivo.**

La importancia de establecer una alianza estratégica.

Es necesario resaltar aquí que esta relación solo será fructífera si existen condiciones maduras en cada una de los dos actores. Hablar de condiciones maduras implica la existencia de intereses mutuos explícitos, experiencia previa en el tema, actores concretos interesados en llevar los proyectos hasta sus últimas consecuencias y, sobre todo confianza en el otro con relación a la posibilidad de generar resultados concretos a corto, mediano o largo plazo.

La regla de oro de la vinculación universidad sector productivo es la de relaciones mutuas de beneficios mutuos; no cabe duda que el trabajo mutuo entre la universidad y el sector productivo es una de las principales causas del crecimiento económico. Una complementación a través de alianzas estratégicas se hace necesaria. Las universidades y, en este caso, las facultades de ingeniería deben tener una posición explícita frente al sector productivo.

Existen numerosos mecanismos para estimular y desarrollar esa relación, entre los cuales resaltamos: los proyectos conjuntos de innovación, los contratos de consultoría y asesoría, la participación como socios en los centros sectoriales de desarrollo tecnológico, las tesis de grado y las pasantías, etc.,

#### **· Usos intensivos de las comunicaciones**

- Autopistas de la información
- Economía de los símbolos

La prioridad más alta en los negocios será la variable tiempo, tener acceso a la información de manera oportuna; por otro lado, la información tendrá que ser transmitida de la forma más natural posible, es decir, combinando vídeo, sonido y datos; finalmente las autopistas de información deben permitir acceder al usuario en cualquier lugar en donde se encuentre.

La explosión del conocimiento que tiene como derivada la explosión de la información, permite afirmar que en el mundo está apareciendo un nuevo tipo de conocimiento basado en lo que se ha denominado el trabajo simbólico, en el cual el valor agregado a los bienes y en los servicios

está determinado por el conocimiento. Cada día aparecen más puestos de trabajo de carácter simbólico. En los Estados Unidos el 48% de la población económicamente activa desarrolla actividades simbólicas.

rehabilitar los recursos renovables y la calidad del ambiente. Así mismo debe asumir la responsabilidad total por el impacto que cause sobre sus empleados, el ambiente, los clientes, y la comunidad en general.

**· Producción sostenible - desarrollo - sostenible.**

**Ambiente**

Las organizaciones deben trabajar para que la producción presente no afecte la producción futura, buscando preservar, conservar y

**Cambios sociales y culturales**

El mundo ha cambiado aceleradamente el paradigma técnico económico, pasando de una producción en cadena de tipo fordista a una producción flexible basada en el conocimiento. El cuadro siguiente resume las características de estos dos modos de producción.

<b>EMPRESA FORDISTA</b>	<b>EMPRESA INTENSIVA EN CIENCIA Y TECNOLOGIA</b>
Alto uso de energía	Alto uso de información
Diseño y producción secuencial	Ingeniería concurrente
Producción estandarizada	Cambios según especificaciones
Combinación de producción estables	Plantas flexibles
Automatización	Sistematización
Autarquía - autónoma	Redes
Estructuras rígidas y jerárquicas	Estructuras achatadas y planas
Departamentalizada	En grupos
Productos + servicios	Servicios mas productos
Centralización de decisiones	Inteligencia y control distribuido
Habilidades especializadas	Habilidades múltiples polivalencia
Control del estado y propiedad estatal	Regulación información y estímulo
Planeación rígida	Visión prospectiva

### **Nueva cultura organizacional**

Todo lo anterior ha dado origen a lo que actualmente se denomina la nueva cultura organizacional que está revaluando muchas de las concepciones que se tienen sobre la gestión administrativa. Algunas de las características de esta nueva cultura son:

- \* Enfoque hacia afuera, control por el cliente.
- \* Organización en función de procesos y clientes Vs. Organización jerárquica.
- \* Organizaciones planas Vs. Organizaciones verticales.
- \* Una empresa = conocimiento + información (el computador es una herramienta básica de la organización)
- \* Poder distribuido (empowerment). Decidir y Actuar.
- \* La organización se concibe como una suma de proyectos y una sumatoria de equipos.
- \* Nuevas tecnologías - Organización - Comunicación - Producción- Flexibilidad.
- \* La empresa ha de concebirse como un sistema de Información.
- \* La capacitación es base para la innovación.

### **3. BASES DE LA COMPETITIVIDAD**

La competitividad, tal y como se definió anteriormente, está determinada por dos elementos básicos: procesos de innovación permanente y capacidad humana. A su vez cada uno de ellos comprende:

**- Procesos de innovación permanente ( las ventajas se construyen en el tiempo).**

- . Mejoramiento continuo
- . Innovaciones incrementales
- . Innovaciones radicales (Cambios en el paradigma técnico - económico)

#### **-Capital humano**

- . Cantidad en áreas prioritarias - educación permanente.
- . Nivel y calidad
- . La educación centro del desarrollo y la competitividad.

### **4. NECESIDADES DEL CRECIMIENTO ECONOMICO**

A- Infraestructura física nacional  
Satisfacer necesidades sociales

B- Producción de Bienes y Servicios  
Satisfacer necesidades individuales

#### **Características de la infraestructura física en un ambiente de competitividad**

**VÍAS** - alta especificidad - trans. Modal

**AEROPUERTOS** - alta versatilidad

**ENERGÍA** - alta disponibilidad - bajo costo

**COMUNICACIONES** - oportunas, confiables

**PUERTOS** - altamente eficientes (no esperas)

#### **Características de la producción mundial de bienes y servicios en un escenario de competitividad**

- \* En función de la demanda - nichos
- \* No se venden productos, se venden servicios

**Productos:**

- \* Más sofisticados

- \* Más perecederos
- \* De mayor calidad
- \* Más personalizados

**Demandas por ingeniería:  
infraestructura - producción servicios**

Los ingenieros han cubierto tradicionalmente y con éxito áreas del desempeño profesional que son intensamente usadas como el montaje de equipos, el diseño y construcción de obras civiles de gran tamaño y relativa complejidad, ensayos y pruebas de materiales, operación y mantenimiento de equipos, etc.,. Pero, el mercado, y el desarrollo del país requieren hoy de nuevos conocimientos, nuevas habilidades y destrezas relacionadas con la consultoría tecnológica especializada, el aseguramiento de calidad, la innovación y la investigación aplicada, el desarrollo de conocimientos propios, del diseño intensivo en conocimiento y en general el desarrollo de tecnologías.

Podemos simbolizar lo que sucede actualmente, como una pirámide invertida con amplias capacidades y conocimiento en la parte superior pero débiles en las partes fundamentales de la profesión.

Nuestra propuesta fundamental es voltear esta pirámide, es replantear los contenidos de la educación superior para generar aquellos conocimientos en los segmentos en los que somos absolutamente débiles.

**5. HACIA LA COMPETITIVIDAD NACIONAL**

Se ha encontrado que la competitividad se basa en dos grandes pilares: en primer lugar, la mejora continua y con ella la innovación permanente y, en segundo lugar, la formación del capital humano en áreas especializadas del conocimiento y en grupos de investigación y desarrollo estructurados y maduros.

<b>CARACTERISTICAS DE LOS MERCADOS</b>		
<b>TIPOS DE MERCADOS</b>	<b>CERRADOS (Protección)</b>	<b>ABIERTOS (Apertura)</b>
Tipo de Productos	Escasos	Muchos y variados
Vendedores	Pocos	Muchos
Compradores	Nacionales	Nacionales y extranjeros
Información	Limitada	Transparente
Movilidad de los recursos	Limitado	Amplio
Nivel de Competencia	Baja	Alta
Precios	Alto peso del Arancel	Alto peso del mercado
<b>Infraestructura</b>	<b>Débil</b>	<b>Sólida y fuerte</b>
<b>Producción</b>	<b>Bajo valor agregado</b>	<b>Alto valor agregado</b>



Mucho se ha insistido sobre la importancia de la educación general de la población para la competitividad; sin embargo, es necesario anotar que la educación es una condición ineludible pero no suficiente para la competitividad de un país: intervienen además la infraestructura nacional, la industria de soporte, es decir, la habilidad de cadenas completas de producción para insertarse en el mercado, el grado de rivalidad y la cultura de los clientes internos de un país; es también importante la madurez de las firmas, su estructura de grupo, y la capacidad de ahorro como país.

#### **Retos de la ingeniería nacional**

- \* Liderar el desarrollo nacional
- \* Modernizar el aparato productivo nacional
- \* Conducir el desarrollo tecnológico nacional
- \* Generar tecnología
- \* Dar valor agregado a la producción nacional
- \* Gerenciar la tecnología
- \* Crear capacidad de negociación tecnológica
- \* Introducir la cultura de la normalización, el aseguramiento de la calidad y la metrología
- \* Desarrollo sostenible

#### **6. ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA LA COMPETITIVIDAD**

Innovación y cambio técnico, requisito para obtener ventajas competitivas.

Construir un Sistema Nacional de Innovación S.N.I.

La productividad es la clave por excelencia para lograr la competitividad; en su base están las

innovaciones tecnológicas, organizacionales e institucionales. Las innovaciones tecnológicas aunque no son la "causa" del desarrollo económico, se encuentran en el centro de ese desarrollo. (Labini, 1989).

Cabe señalar que estas innovaciones no provienen de fuentes empíricas y aleatorias, sino de organizaciones denominadas sistemas nacionales de innovación.

*S.N.I. : Un S.N.I. es una red de instituciones públicas y privadas, que interactúan para generar-importar-adaptar-incorporar y difundir tecnologías.*

#### **Componentes de la red**

- Aparato político e institucional del Estado
- Productores y consumidores (demanda)
- Infraestructura científico-tecnológica

#### **A. Estrategia gubernamental**

La estrategia gubernamental debe responder de alguna manera a los retos actuales y futuros para nuestro país.

- Política Económica, desarrollo económico y social sostenible; desconcentración de la riqueza, las oportunidades y las decisiones, eliminación de la pobreza.
- Prospectiva-Prioridades, planeación de la inversión a largo plazo
- Política de innovación

#### **B. Estrategia empresarial**

- Prospectiva tecnológica
- Trayectoria Tecnológica
- Estrategia Tecnológica

### C. Estrategia facultad de ingeniería

La estrategia educativa para alcanzar el escenario ideal

Los elementos de una estrategia nacional para el desarrollo de la ingeniería en Colombia que deberían tener en cuenta las diversas instituciones son:

1. Convertir a la investigación y el diseño en el centro del quehacer universitario.
2. Articulación curricular a todos los niveles.
3. Formación integral para el trabajo
4. Nuevos modelos pedagógicos para la tecnología.
5. Vinculación con el exterior
6. Fortalecimiento y mejoramiento institucional
7. Establecimiento de un sistema de evaluación y seguimiento institucional.

#### 1. Convertir a la investigación y el diseño en el centro del quehacer universitario

##### a) Investigación

Fortalecimiento de la capacidad para la ciencia y la tecnología

Uno de los objetivos contenidos en el Documento CONPES para la educación superior (1985) plantea impulsar proyectos de **investigación relevantes para el desarrollo económico, social y ambiental**, y fortalecer la capacidad de las universidades regionales públicas y privadas para el desarrollo de dicha actividad.

Un programa para hacer más efectiva la actividad de investigación y desarrollo debe incluir acciones en varios sentidos:

Precisar más los programas nacionales de ciencia y tecnología a través de programas

regionales e institucionales que establezcan prioridades y que le den forma a líneas de investigación con propósitos de corto, mediano y largo plazo.

- Establecer mecanismos de concertación y sistemas de información para evitar la duplicidad de esfuerzos, dividir el trabajo y promover ciertos niveles de especialización. Especialización que de alguna manera siga estimulando la competencia sana alrededor de resultados concretos.

- Trabajar la dimensión cultural de los investigadores universitarios, promover las discusiones en ellos sobre su función social y permitir que con frecuencia se encuentren a confrontar sus ideas y resultados.

- Las universidades deben ser agresivas para vincularse a los centros sectoriales, e institutos de investigación y desarrollo como también a los centros regionales de competitividad por cuanto allí se da un terreno abonado para contextualizar la investigación, para encontrar y concebir problemas concretos y para desarrollar actividades de diagnóstico y diseño fundamentales en la construcción de una capacidad tecnológica propia.

Con una visión de largo plazo, debe darse tanta importancia a los eventos e interacciones internacionales de los investigadores como a las nacionales. Hemos caído en una deformación en el propósito de integrarnos a la comunidad científica internacional desconociendo y a veces menospreciando la conveniencia de consolidar grupos nacionales especializados en temas estratégicos para el país, con el convencimiento de que la mejor manera de interactuar con otros grupos es poder hablar el mismo lenguaje y tener historias propias para contar.

##### b) Diseño

El Diseño ha sido llamado con razón “una actividad quintaesencialmente cognitiva” (Goel & Pirolli, 1992). Esta relacionado con las acciones

del hombre transformadoras del ambiente en que vive y es, por lo tanto, de índole esencialmente práctica. Está también profundamente arraigado en las visiones del mundo que se desprenden de las culturas particulares.

Adicionalmente, el diseño evoca relaciones con creatividad, con el desarrollo de productos y formas nuevas. En suma, el diseño está relacionado tanto con aspectos de orden individual como con aspectos de índole colectivo. Los primeros son los referentes a los procesos intelectivos, internos al cerebro, de lectura comprensiva de símbolos y signos, de creación de esos mismos, de creatividad. Los segundos se derivan del hecho de que la lectura comprensiva siempre involucra convenciones culturales; es decir, los signos y símbolos tienen significado solo dentro de un determinado contexto cultural.

El diseño es, esencialmente, una actividad de solución de problemas de orden concreto, percibidos no como una formulación definida sino como una necesidad, que ocurre en un contexto cultural y socioeconómico, este sí claramente definido y que tiene como resultado el listado de especificaciones de un artefacto, un sistema o un servicio.”<sup>2</sup>

### 2. Articulación curricular:

Esta estrategia se refiere a la importancia de integrar a lo largo de los diversos niveles de formación, desde la educación básica hasta el doctorado, un enfoque de la ingeniería y de la tecnología acorde con la estrategia nacional que se defina.

El hilo que establece una continuidad de propósitos, entre los diferentes niveles, está constituido por las líneas de investigación a nivel superior, las que harán confluir las líneas de profundización y la temática de las tesis de grado.

### 3. Formación integral para el trabajo:

Otra estrategia consiste en formar a los jóvenes para el trabajo y no principalmente para el empleo, esto tiene implicaciones de toda índole en el currículo especialmente en el terreno de la formación humanística, la cultura, la ética, la

responsabilidad social, la estética, etc.; implica además una profunda formación científica y, el desarrollo de habilidades para relacionar conceptos con situaciones reales, formación en gestión de tecnología, gestión de proyectos y capacidad para comunicarse y relacionarse con los demás, formar líderes, mentes flexibles.

### 4. Nuevos modelos pedagógicos:

#### Creatividad y aprendizaje significativo

“El aprendizaje significativo es un proceso por el cual se relaciona nueva información con algún aspecto ya existente en la estructura cognitiva de un individuo y que sea relevante para el material que se intenta aprender. Existiría entonces, en el cerebro una especie de “malla de conceptos” de la que depende la posibilidad de aprendizaje de nuevos conceptos. Esta “malla” está organizada jerárquicamente y se hace más compleja y más densa en la medida en que nuevos conceptos sean aprendidos significativamente.

La clave de la inclusión de un concepto nuevo en la estructura cognitiva es la relación que pueda establecerse entre el concepto nuevo y los ya existentes en la “malla” de la estructura cognitiva.

Estos tres elementos de la teoría, la “malla de conceptos”, las relaciones que se establecen para el aprendizaje significativo y la estructuración jerárquica de los conceptos en “la malla”, permiten una aproximación a la esencia de la creatividad. Según Novak (1982), la conducta creativa ocurre cuando un individuo hace asociaciones únicas entre conceptos que pertenecen a niveles superiores de la jerarquía conceptual. La conducta creativa es una especie de aprendizaje supraordenado que permite la percepción de nuevas relaciones entre conceptos subordinados”<sup>3</sup>

“Esta aproximación no solo permite pensar en que es posible educar a un individuo para que

---

2 ANDRADE LONDOÑO, E. 1995, *Aproximaciones a una pedagogía del Diseño*, UNP. Santafé de Bogotá.  
3 NOVAK, J. 1982. *Teoría, y práctica de la educación*. Alianza Universidad, Madrid.

sea creativo e intentar formas de hacerlo, sino que también es consistente con los elementos básicos de la estructura del “espacio del problema de diseño” establecidos por Goel y Pirolli (1992)”<sup>4</sup>

“La densidad de la “malla conceptual” de la estructura cognitiva de un individuo está estrechamente relacionada con su experiencia en la solución de problemas de diseño. La teoría del aprendizaje significativo prestará bases teóricas al papel de la experiencia tanto en la división del problema de diseño en sus partes componentes, como en la aproximación a la solución final.”

“Adicionalmente, el proceso de “inferencia no deductiva” sería el equivalente del aprendizaje supraordenado que permite el establecimiento de relaciones nuevas entre conceptos de menor jerarquía en la “malla conceptual”. Un individuo creativo tendría, entonces una “malla conceptual” extraordinariamente densa, producto de sus experiencia significativa, que le posibilita establecer relaciones que otras personas con “mallas conceptuales” menos densas, no pueden ver por sí mismas.”

#### **Trabajar en este sentido implicará:**

- a) Desarrollo de la capacidad de abstracción
- b) Dominio profundo de los fundamentos, de los principios, de las leyes y de su expresión en lenguajes abstracto y en las matemáticas.
- c) Desarrollo de la capacidad de convertir conocimiento científico y necesidades identificadas en principios operacionales útiles.
- d) Desarrollo de la capacidad semiótica en sus diversas manifestaciones
- e) Desarrollo de la capacidad de construcción de prototipos funcionales
- f) Repensar permanentemente la historia del desarrollo de los objetos e instrumentos, artefactos y servicios.
- g) Estímulo al aprendizaje autodirigido.

Estos objetivos pueden lograrse si se combinan adecuadamente el modelo epistemológico, el modelo instruccional en su justa proporción, el desarrollo de estrategias de solución de problemas débilmente estructurados, el trabajo por proyectos y por materias, etc.,

**Dominio tecnológico:** La educación en ingeniería debe propender por el desarrollo en el individuo de diversas fortalezas:

- a) Dominio tecnológico: Habilidad para trabajar con los contenidos y metodologías de un rango de tecnologías.
- b) Conciencia tecnológica: Conciencia sobre las implicaciones morales, sociales, éticas, económicas y ambientales de los desarrollos tecnológicos.
- c) Capacidad tecnológica o de fabricante competente: Definida como la habilidad para atacar un problema tecnológico y resolverlo de manera creativa ya sea a nivel individual o colectivo.
- d) Información tecnológica: Interpretada como la competencia y confianza en el manejo de la información tecnológica.
- e) Usuario competente o usuario “culto de la tecnología”: Habilidad para seleccionar y hacer uso de la tecnología para un propósito específico.
- f) Innovadores en potencia: Capacidad para encontrar principios operacionales nuevos que establezcan puentes entre las ciencias básicas y el mercado, entre las leyes de las ciencias naturales y las necesidades humanas en contextos particulares.

#### **5. La comprensión y la expresión**

Se deberá trabajar además por el desarrollo en los profesionales de las habilidades de expresión y comprensión en todas las dimensiones de la comunicación y de la significación.

---

<sup>4</sup> GOEL, V. y PIROLLI, P. *Structure of desing problem spaces. en cognitive science, vol 16 No.3 jul - sep pp 395 -429, 1992..*

## **6. Vinculación con el exterior**

Estimular las relaciones universidad-industria-centros de investigación y desarrollo sectoriales especializados; promover relaciones externas a través de los servicios de extensión y asesoría remunerada y no remunerada; ampliar la cobertura de las redes de datos y de comunicaciones internacionales y nacionales y estimular el trabajo entre pares mediante acuerdos internacionales de cooperación.

## **7. Fortalecimiento y mejoramiento institucional**

Establecimiento de un sistema de evaluación y seguimiento basado en los siguientes parámetros:

- a) Plan de desarrollo institucional
- b) Los exalumnos relación y retorno
- c) El cuerpo profesoral: respetabilidad interna y externa, publicaciones, libros, generación de nuevos cursos, investigación, consejería y participación en laboratorios.
- d) Concepción organizativa: autonomía administrativa, distribución del poder, administración de los recursos, ingresos diferentes a matrículas, ejecución y planeación del presupuesto.
- e) Estudiantes: valores humanos, motivación, sentido de pertenencia.
- f) Plan de estudios: motivación por investigación desde abajo.
- g) Eficiencia en sus dos componentes: eficacia y efectividad.
- h) Infraestructura de investigación y de laboratorios.