

Necesidades y problemas de formación del ingeniero industrial de la Universidad de Antioquia, obtenidos a partir de las necesidades y problemas del sector productivo antioqueño

*Gabriel Arizmendy Franco **

Resumen

Después de diseñado y aprobado el modelo pedagógico de los procesos conscientes [1] y la estructura curricular del modelo respectivo, en el Comité de Currículo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, se encontró un cuello de botella en esta última, relacionado con la identificación de las *necesidades y problemas de formación* del ingeniero, específicamente del ingeniero industrial, partiendo de las necesidades y problemas del sector productivo antioqueño.

Teniendo como objetivo de diseño el objeto propio, el modelo pedagógico, las líneas de excelencia y los propósitos de formación a los cuales aspira la facultad, se propuso y adaptó la herramienta de la función despliegue de la calidad, “QFD”, conocida como *casa de la calidad*, para dar solución a la restricción que originaba el cuello de botella antes mencionado.

La participación del autor en el Comité de Currículo de la Facultad y en la Comisión de Modernización Curricular del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad, facilitaron la integración de esta propuesta con la estructura curricular aprobada para la Facultad.

----- *Palabras clave:* modelo pedagógico de los procesos conscientes, estructura curricular, necesidad, problema, objetivo propio.

Abstract

After the curriculum committee of the engineering school of the University of Antioquia designed and approved the pedagogical model “conscious process [1] and the curricular structure of the model, a difficult problem was found in the curricular structure in relation to the identification of engineer’s needs and problems, especially in the Industrial Engineering Programme, taking as a point of departure the needs and problems of the Antioquian productive sector.

In order to solve the problem before mentioned, and having as a design objective our own object, the pedagogical proposed model, excellence lines, and the holistic

* Profesor Ingeniería Industrial. Universidad de Antioquia.

formation purposes of the students enrolled in undergraduate programs, the quality function deployment-QFD and its tool “quality house” was proposed and adapted.

My participation in the curriculum committee of the school of engineering and in the commission of the department of Industrial Engineering, made possible the integration of the proposal with the approved structure for the school.

----- *Key words:* conscient process pedagogical model, curricular structure, necessity, problem, proper object.

1. Introducción [2]

El mundo empresarial se halla inmerso en un proceso de creciente internacionalización, de competitividad total y de desarrollo acelerado de las tecnologías de procesos y de gestión. Los mencionados factores están estrechamente interrelacionados, de modo que son simultáneamente causas y efectos en la espiral de cambio vertiginoso que vive el mundo actualmente.

La posición que cada empresa ocupe no depende únicamente de los factores externos, sino también de su propia actitud de liderazgo y de cambio, y de su relación con la universidad. Aquella depende igualmente de la importancia que le dé a las *necesidades y problemas del sector productivo* al cual pertenece la empresa y a partir de los cuales debe colaborar en la identificación de las *necesidades y problemas de formación* de sus profesionales, en este caso el ingeniero industrial de la Universidad de Antioquia, como también de la importancia de los avances tecnológicos y del desarrollo integral de los ingenieros en las empresas.

La trascendencia de la ingeniería como puente entre la ciencia y la tecnología en el nuevo marco competitivo es incuestionable y por tanto la formación integral permanente de los actuales y futuros ingenieros industriales, de la Universidad de Antioquia, es un propósito inaplazable.

Las necesidades y problemas del sector productivo que la Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia y sus estamentos pueden ayudar a satisfacer y resolver proceden de tres fuentes diferentes: la situación de la ingeniería industrial como disciplina y profesión, el desfase entre las necesidades y problemas de los sectores productivos y la oferta de ingenieros industriales, y la brecha que existe entre la teoría y la práctica.

Es evidente que, aunque con retraso, se va dando un intento de aproximación entre lo que ocurre en la realidad empresarial, que actúa como motor de cambio, y lo que se debe tratar a nivel académico en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia.

En efecto, el propósito de este artículo es establecer una metodología para hacer la traducción de las necesidades y problemas del sector productivo en las necesidades y problemas de formación del ingeniero industrial de la Universidad de Antioquia.

2. Marco teórico

2.1 Modelo curricular [3]

Se entiende por modelo curricular la representación ideal del proceso curricular mediante el cual se traduce, articula, sistematiza, proyecta, registra y gestiona la cultura que se trae a la institución.

2.2 Técnica gráfica mejorada "casa de la calidad" [4] para la traducción de *necesidades y problemas del sector productivo a necesidades y problemas de formación*

Para satisfacer los deseos de los usuarios se requiere la traducción de sus necesidades y problemas en características específicas (atributos), factibles de incluir en el diseño del bien o servicio ("objeto tangible o intangible") a través del cual se logrará el objetivo. Es decir, mediante la técnica gráfica mejorada "La casa de la calidad", el desarrollo de la Función Calidad, QFD, se refiere tanto a determinar las necesidades del consumidor (deseos del cliente), como a traducir estos deseos en las especificaciones de diseño que se deben alcanzar en el producto que se fabrica, teniendo en cuenta los objetivos de diseño.

Solamente cuando el departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia defina estas relaciones, en forma rigurosa a través de sus directivas, profesores y egresados, podrá formar estudiantes y desarrollar procesos (docencia, investigación y extensión) con las características deseadas por la comunidad. Definir estas relaciones es el primer paso para tener la ingeniería industrial de clase mundial que precisa la visión del departamento.

Los pasos que deben tenerse presentes (ver figura 1a) en la técnica gráfica mejorada “Casa de la calidad” son:

- Identificar las necesidades del cliente (consumidor).
- Identificar los atributos del producto (bien/servicio), es decir, el qué podemos hacer. O lo que es lo mismo, pensar en los atributos en el sentido de cómo el productor, a través de los atributos de diseño de su producto y proceso, debe satisfacer las necesidades del consumidor.
- Relacionar las necesidades del cliente (consumidor) con el cómo los atributos del producto las podrán satisfacer.
- Precisar los objetivos de diseño teniendo en cuenta el estado actual del producto del productor y de los competidores.

- Desarrollar las especificaciones del producto (bien/servicio) en la matriz de relaciones, de modo que se satisfagan las necesidades del cliente y se cumpla con los objetivos de diseño.

Teniendo como punto de referencia los objetivos de diseño, se determina la prioridad alta, media o baja para las relaciones entre las necesidades del cliente (consumidor) y cada uno de los atributos del producto.

Aquellas relaciones que presenten una prioridad alta o media, permitirán la identificación de los atributos del producto que constituyen las especificaciones del mismo. Es decir, las especificaciones estarán constituidas por aquellos atributos del producto que simultáneamente:

- Satisfagan las necesidades del consumidor.
- Cumplan con los objetivos de diseño.

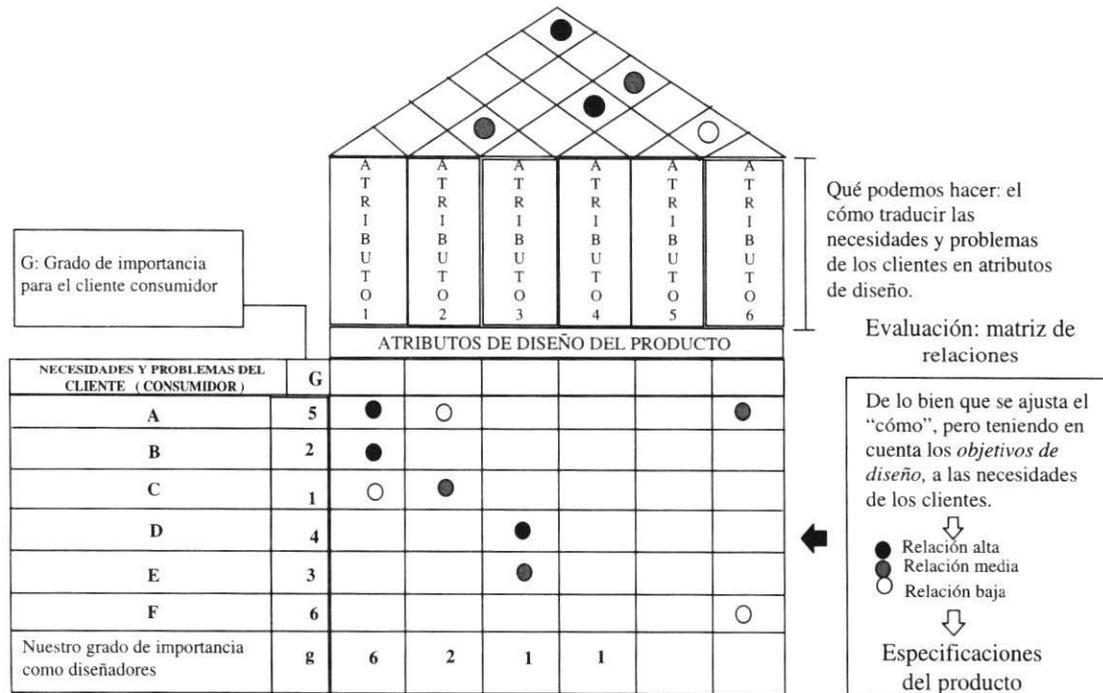


Figura 1a Traducción de necesidades y problemas del sector productivo en atributos de diseño del producto. Técnica gráfica mejorada: despliegue de la Función de Calidad, Casa de la Calidad

Un ejemplo es el caso del sector productivo: "Great Cameras Inc." [5]

"Después de exhaustivos estudios de mercado, Great Cameras Inc. determinó las necesidades de sus clientes. Estas necesidades se muestran en la parte izquierda de la casa de la calidad de este ejemplo, figura 1b, poco peso, fácil de mantener fija, que no haya dobles exposiciones, fácil de utilizar y fiable. Después, el grupo de desarrollo de productos determinó *cómo* la organización debía trasladar estas necesidades de los consumidores en objetivos "de diseño y éstos en" atributos de producto y de proceso. Este *cómo* se introduce en la parte superior de la casa de la calidad. Los atributos son: bajo consumo eléctrico, componentes de Al., enfoque automático, exposición automática, auto-avance de película y diseño ergonómico.

El equipo de producto evaluó cada uno de los deseos de los consumidores frente a los atributos. En la matriz de la casa de la calidad, el grupo evaluó lo bien que el diseño satisfacía las necesidades de los consumidores. De forma similar, el equipo de desarrollo de producto plasmó las relaciones entre los atributos en el techo de la casa de la calidad. Finalmente el grupo desarrolló el peso de importancia para sus atributos de diseño y los ordenó para proceder al diseño del producto y del proceso".

Por tanto, el programa de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, en su proceso de transformación curricular, PTC, debe desarrollar el *cómo* va a traducir las necesidades y problemas de la sociedad, sector productivo, en atributos de producto (los contenidos del plan de formación correspondientes a cada necesidad de formación) y de proceso (las estrategias didácticas que deben seguirse en el proceso en-

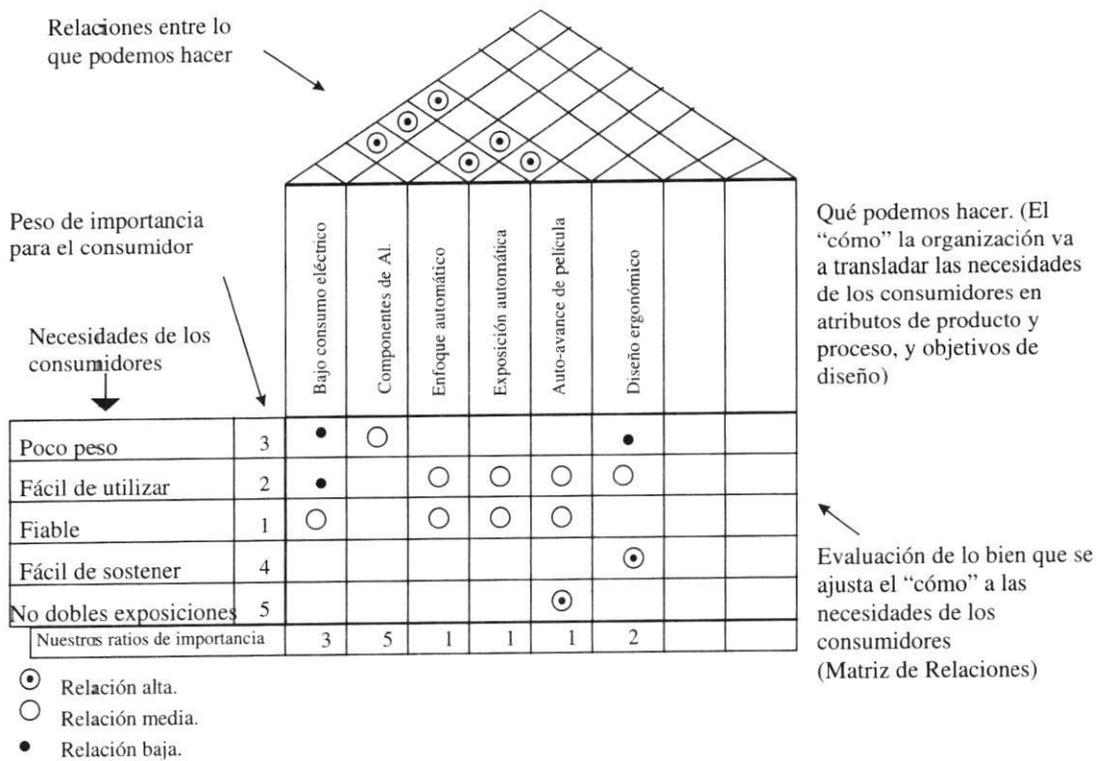


Figura 1b Desarrollo de la función calidad (QFD), Casa de la Calidad

señanza-aprendizaje) teniendo en cuenta los objetivos de diseño (los propósitos de formación del ingeniero industrial), de modo que permita especificar las necesidades y problemas de formación requeridos por los estudiantes y egresados para responder al medio en el cual se desempeñarán.

El Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia tiene claro que:

- Las necesidades y problemas del consumidor son las necesidades y problemas del sector productivo—público o privado [6], tabla 1.

Tabla 1 Necesidades y problemas del sector productivo. Definición de factores y variables donde se quiere ver resultados desde el punto de vista de la competitividad total empresarial

1. Capacidad de dirección estratégica.
 - 1.1
 - 1.2
2. Capacidad en política de recursos humanos.
 - 2.1
3. Capacidad en comunicaciones en la empresa.
4. Capacidad en administración de la calidad integral.
5. Capacidad en desarrollo/manufactura de productos (bienes/servicios) y su mejoramiento.
 - 5.1
6. Capacidad de mercado y ventas.
7. Capacidad de comercializar los productos (bienes/servicios).
8. Capacidad en procesos de mejoramiento.
 - 8.1
9. Capacidad en administración participativa.
10. Capacidad estructura y cultura organizacional.
11. Capacidad en competencia internacional.
12. Capacidad en gestión de conocimiento.
13. La empresa y su entorno.

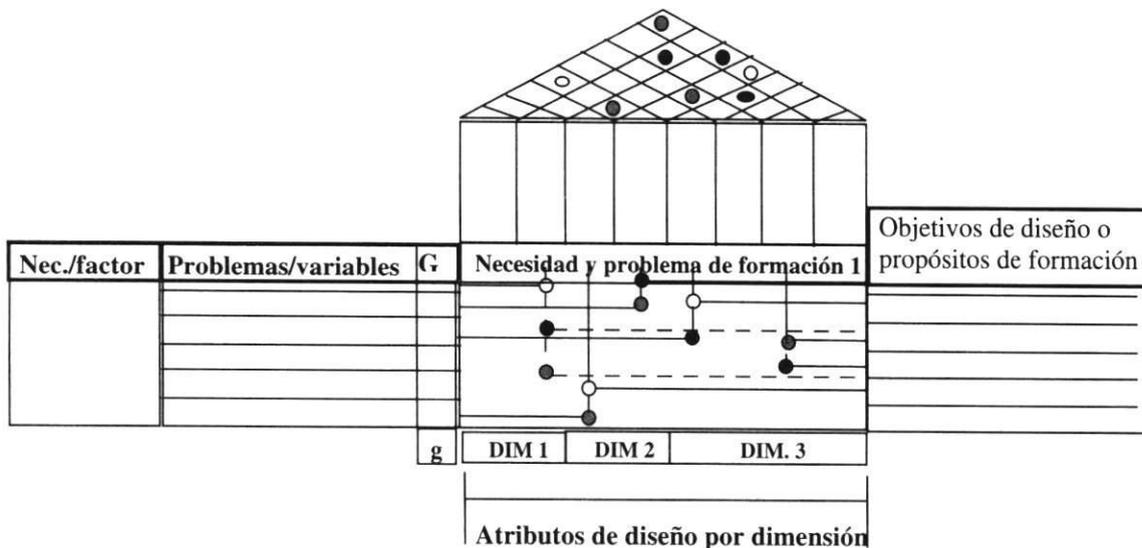


Figura 2 Traducción de necesidades y problemas del sector productivo a necesidades y problemas de formación. Técnica gráfica mejorada: despliegue función de calidad, Casa de Calidad aplicada a la ingeniería (ver tablas 3a y 3b)

- Los atributos de producto, en nuestro caso un servicio, son los contenidos del plan de formación por cada necesidad de formación del

ingeniero industrial, que se requiera (figuras 3,4 y 5 y tablas 3b y 4b)

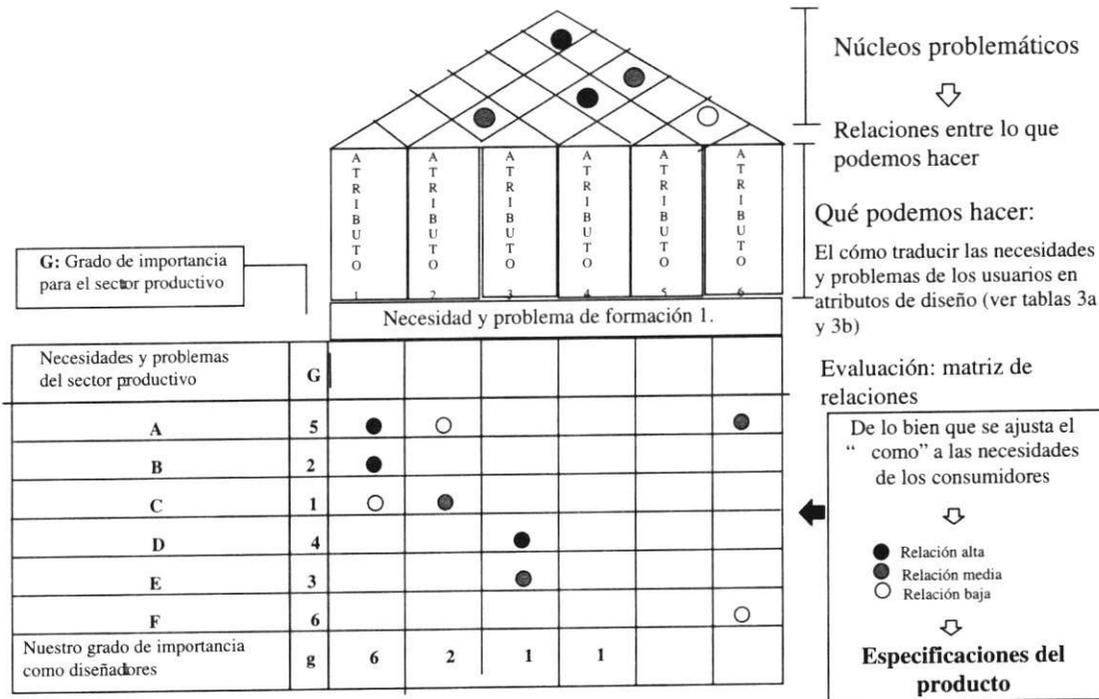


Figura 3 Traducción de necesidades y problemas del sector productivo a necesidades de formación. Técnica gráfica mejorada: despliegue función de calidad, Casa de la Calidad

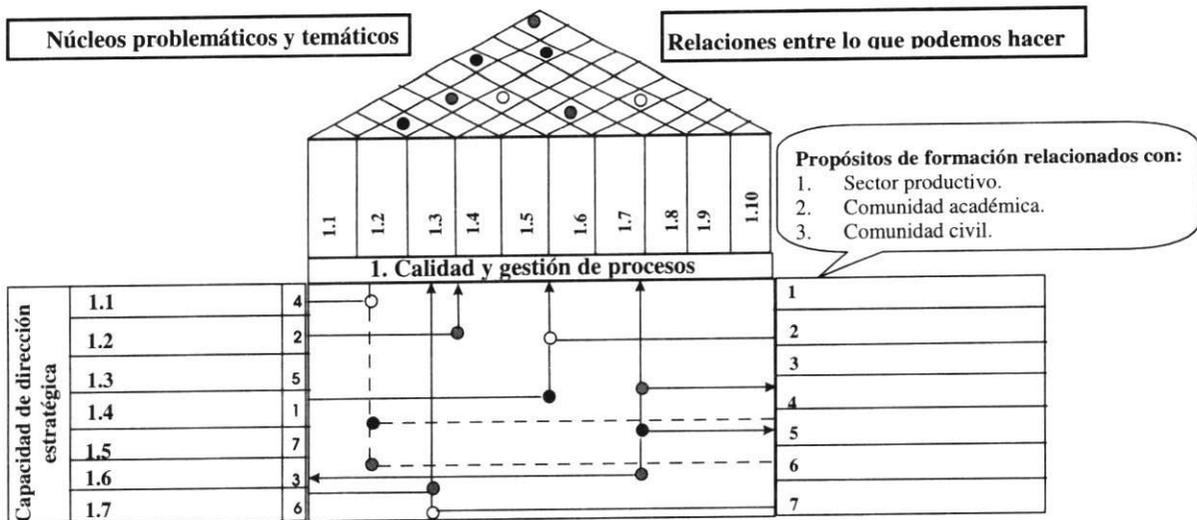


Figura 4 Traducción de necesidades y problemas del sector productivo a necesidades de formación. Técnica gráfica mejorada: despliegue función de calidad, Casa de la Calidad aplicada a la Ingeniería Industrial (ver tablas 4a y 4b)

Tabla 2 Necesidades y problemas de la formación del ingeniero industrial de la Universidad de Antioquia. Definición de los factores/variables que apunten a los objetivos de diseño de la ingeniería industrial, como disciplina y como profesión, y que constituyen la ventaja competitiva del ingeniero industrial de la Universidad de Antioquia

-
1. Capacidad en gestión de procesos y aseguramiento de la calidad.
 - 1.1
 - 1.2
 2. Capacidad en gestión de la producción: manufactura y logística.
 - 2.1
 - 2.2
 - 2.3
 3. Capacidad en gestión de la producción: manufactura y logística.
 - 3.1
 - 3.2
 4. Capacidad en gestión empresarial y financiera.
 - 4.1
 - 4.2
 5. Capacidad en la organización del trabajo.
 - 5.1
 - 5.2
 - 5.3
 6. Capacidad en innovación e investigación para el desarrollo tecnológico de Colombia
 - 6.1
 - 6.2
-

Tabla 3a Función despliegue de la calidad. Aplicación de “La Casita de la Calidad” a la ingeniería de la Universidad de Antioquia

¿Cómo traducir las necesidades y problemas de los usuarios en atributos de diseño?

Para traducir las necesidades y problemas de los usuarios en atributos de diseño se deben tener en cuenta los objetivos de diseño, es decir:

- 1.1 El objeto propio: el objeto de trabajo y los modos de actuación del ingeniero
- 1.2 Los campos del conocimiento, según las líneas de excelencia establecidas en la visión de la facultad
- 1.3 El modelo pedagógico de los procesos conscientes
- 1.4 Los propósitos de formación

Necesidad	Problemas del sector productivo relacionado con la ingeniería
a. Cambio técnico importante en la formación integral del ingeniero	1.1 Ausencia de flujos nacionales de conocimientos tecnológicos
	1.2 Pobreza de ingenieros con altos niveles de formación
	1.3 Integración y adaptación de tecnologías modernas para competir con calidad y productividad
	1.4 Desarrollo y producción de bienes y servicios con alto valor agregado
	1.5 Atraso en el desarrollo industrial del país
	1.6 Trabajar bajo el esquema de “cluster”

Tabla 3b Necesidades y problemas de formación 1, del ingeniero: desarrollo sostenible

Atributos a obtener: A1, A2,..., An

1. Conocimientos acerca de productos (bienes y servicios) amigables con el medio, nuevos materiales, gestión de procesos, nuevas tecnologías (informática, automatización y automatización y electrónica)
2. Recursos naturales
3. Responsabilidad profesional y ética social
4. Producción y medio ambiente
5. Entender el impacto de las decisiones y el proceso de toma de decisiones
6. Capacidad de organizarse y transformar el medio
7. Política industrial de desarrollo empresarial
8. Desarrollo tecnológico, ciencia y tecnología en Colombia

Propósitos de formación

1. Búsqueda, desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas con criterios sociales y económicos
2. Aplicación de conocimientos tecnológicos con fundamentos estéticos, éticos y lógicos
3. Comportamiento social apoyado en un sistema de valores
4. Contenidos avanzados de ciencia y tecnología para adquirir competencias, habilidades, sensibilidad y valores
5. Ser conscientes de los impactos que puedan producir las decisiones que se tomen
6. Invertir directamente en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería

Atributos de diseño por dimensión: D1, D2, D3
¿Qué podemos hacer?

DIM 1: conocimientos y habilidades (Dimensión Instructiva): Productos 1 y 2

DIM 2: valores, actitudes y sentimientos (Dimensión Educativa): Productos 3 y 4

DIM 3: desarrollo de competencias (Dimensión Desarrolladora): Productos 5, 6, 7 y 8

Tabla 4a Función despliegue de la calidad. Aplicación de "La Casita de la Calidad" a la Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia

¿Cómo traducir las necesidades y problemas de los usuarios en atributos de diseño?

Para traducir las necesidades y problemas de los usuarios en atributos de diseño se deben tener en cuenta los objetivos de diseño, para el programa de Ingeniería Industrial, es decir:

- 1.1 El objeto propio de la ingeniería industrial: el objeto de trabajo y los modos de actuación del ingeniero industrial.
- 1.2 Los campos del conocimiento, de la ingeniería industrial.
- 1.3 El modelo pedagógico de los procesos conscientes.
- 1.4 Los propositos de formación del ingeniero industrial.

<i>Necesidad del sector productivo</i>	<i>Problemas del sector productivo relacionado con la ingeniería</i>
<i>A. Capacidad de dirección estratégica</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Los trabajadores que no tienen nivel de mando están involucrados en el establecimiento de los estándares de calidad 1.2 La empresa estimula el mejoramiento continuo en todos los procesos y en todos los niveles de la organización 1.3 El entrenamiento está disponible para que los trabajadores desarrollen sus competencias hasta el nivel de nuevas tecnologías 1.4 La toma de decisiones en los procesos es a corto, mediano y largo plazo 1.5 Diseño y desarrollo de la estrategia de operaciones

Tabla 4b Necesidades y problemas de formación 1, de la ingeniería: calidad y gestión de procesos

Atributos a obtener: A1, A2, ...An

- 1.1. Calidad total
- 1.2. Aseguramiento de la calidad
- 1.3. Control estadístico de procesos/muestreo
- 1.4. Mejoramiento continuo-KAIZEN
- 1.5. Normalización y calidad en Colombia
- 1.6. Indicadores de gestión
- 1.7. "Benchmarking"
- 1.8. Liderazgo y motivación en el trabajo

Continuación tabla 4b

Propósitos de formación

1. Contenidos avanzados relacionados con los nuevos procesos aplicando la Logística Global a la Organización en toda la cadena de valor. La gestión de los procesos con calidad antes, durante y después del proceso de transformación de los insumos en productos (bienes/ servicios)
2. Búsqueda, desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas con fundamentos estéticos, éticos y lógicos
3. Insistir en el comportamiento social apoyado en un sistema de valores
4. Tomar decisiones en consonancia con la producción limpia

Atributos de diseño por dimensión

DIM. 1: Conocimientos y habilidades (Dimensión Instructiva): Productos: 1.1, 1.3, 1.7

DIM. 2: Valores, actitudes y sentimientos (Dimensión Educativa): Productos: 1.5, 1.6, 1.8

DIM. 3: Desarrollo de competencias (Dimensión Desarrolladora): Productos: 1.2, 1.4

- Los objetivos de diseño son:
 - * El objeto propio (objeto de trabajo y modos de actuación).
 - * El modelo pedagógico de los procesos conscientes [7] para la formación integral de ingenieros industriales, figuras 5a, 5b,

5c, 5d y 6a, 6b, 6c (mapas de la ventaja competitiva del ingeniero de la Universidad de Antioquia teniendo como referencia las tres dimensiones del modelo pedagógico de los procesos conscientes y el desarrollo de la competitividad total empresarial).

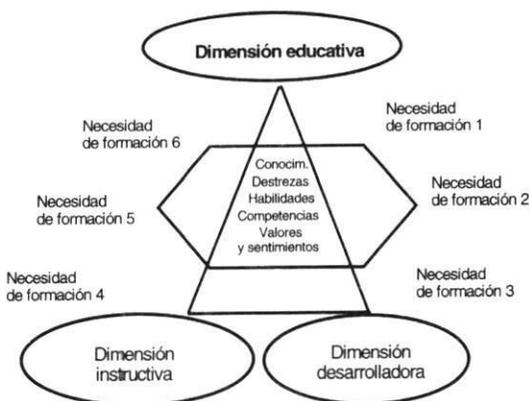


Figura 5a Relación entre el modelo pedagógico y las necesidades y problemas de formación



Figura 5b Mapa relacionado con la dimensión instructiva

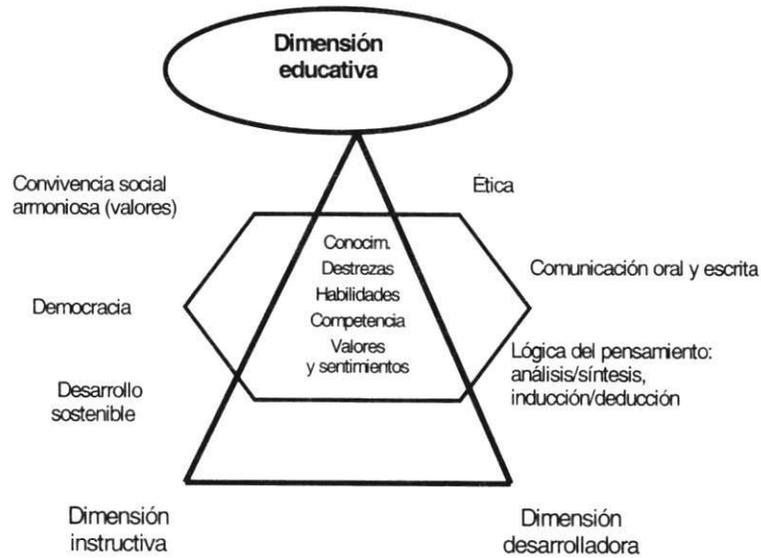


Figura 5c Mapa relacionado con la dimensión educativa

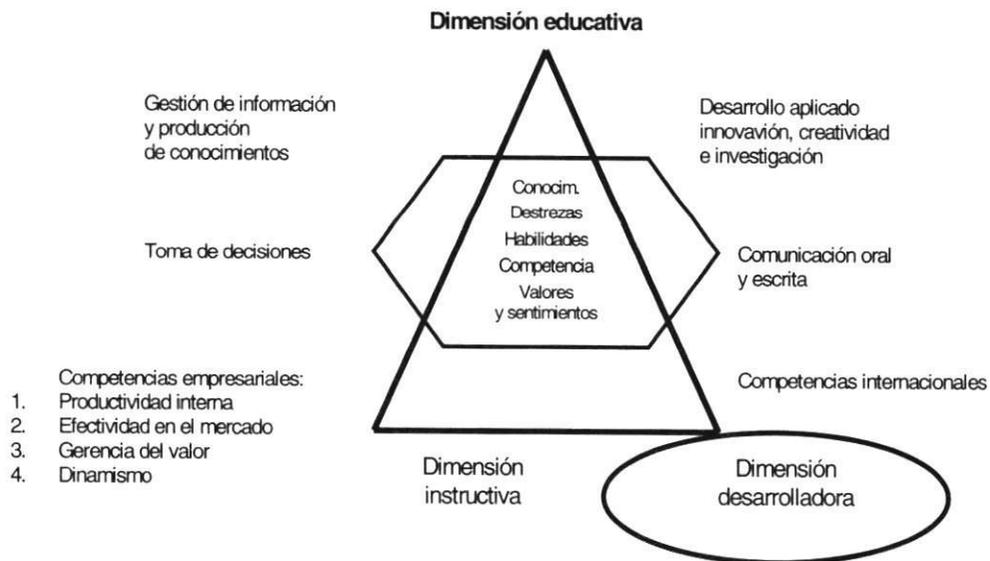


Figura 5d Mapa relacionado con la dimensión desarrolladora

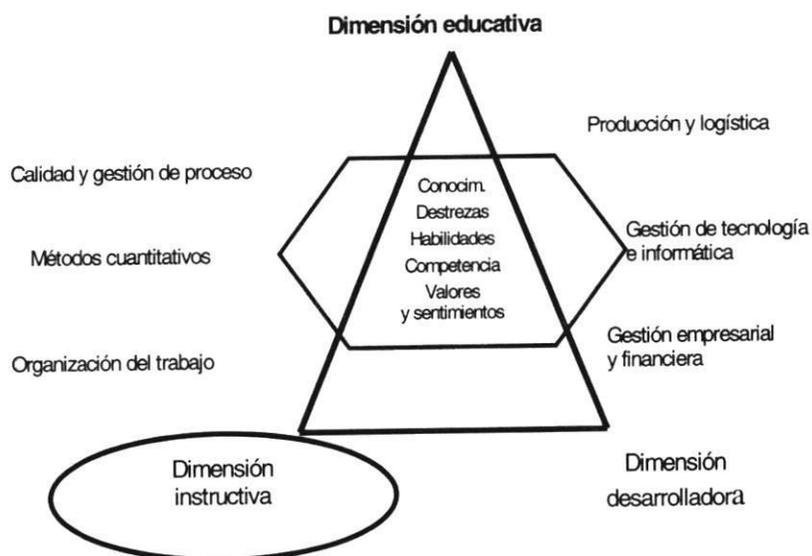


Figura 6a Mapa relacionado con la dimensión instructiva

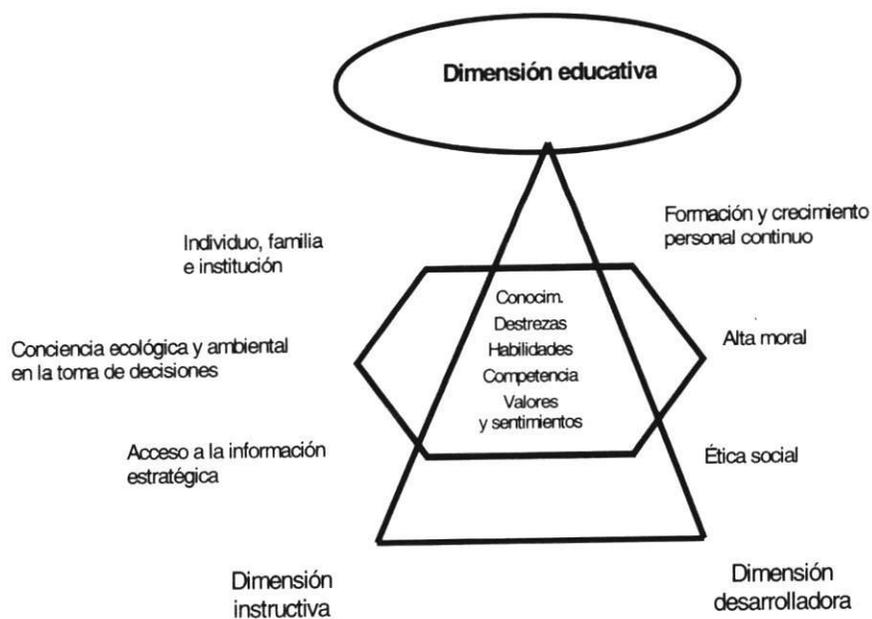


Figura 6b Mapa relacionado con la dimensión educativa

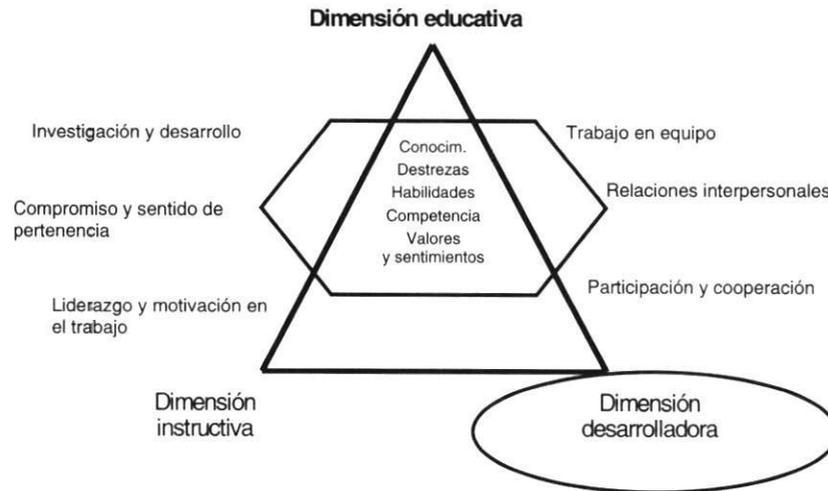


Figura 6c Mapa relacionado con la dimensión desarrolladora

- * Los campos del conocimiento (las líneas de excelencia de la Facultad [8]: Materiales, Energía, Informática-Telecomunicaciones y Ambiente), y
- * Los propósitos de formación [9] (figuras 2 y 4 y tablas 3b y 4b).
- La relación de las necesidades del cliente con los atributos del producto (servicio) se establecen en la matriz de evaluación, de acuerdo con los criterios alto, medio y bajo (figuras 3, 2 y 4 y tabla 5).

Tabla 5 Verificación de los procesos de formación en cada una de las relaciones identificadas entre las necesidades y problemas del sector productivo y las necesidades y problemas de formación

Sector productivo		Sector académico				Propósitos de formación			
Necesidad 1	Problemas	Necesidad y problema de formación 1	Tipo de relación			Propósitos de formación			
			Alta	Media	Baja	Pro 1	Pro 2	Pro 3	Pro 4
	1.1 Problema 1	Atributo 1	X			X		X	
		Atributo 2	X	X			X		X
		Atributo 3				X			X
		Atributo 4			X		X	X	
	1.2 Problema 2								
	1.3 Problema 3								
	1.n Problema								

- Las especificaciones del producto: para el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia, las especificaciones del producto son los contenidos del plan de formación requeridos por cada necesidad de formación (tabla 2) identificada para satisfacer necesidades y problemas del sector productivo [10] y desarrollar los objetivos de diseño.

Por tanto, el plan de formación (los núcleos problémicos, los objetivos creativos, los temas y las unidades de organización curricular, UOC) debe garantizar la formación integral de los estudiantes de Ingeniería Industrial, teniendo siempre presente las tres dimensiones del modelo pedagógico de los procesos conscientes, de manera que satisfaga sus necesidades y problemas de formación y los capacite para responder a las necesidades y problemas de la sociedad-sector productivo antioqueño.

Las especificaciones (los contenidos del plan de formación) se obtienen después de:

- Hacer el análisis estadístico de los resultados obtenidos de la encuesta efectuada a los expertos del sector productivo, mediante el uso de un “software EPIINFO”.
- Hacer la evaluación de que tan bien se ajusta el cómo a las necesidades y problemas del sector productivo y a los objetivos de diseño para obtener las necesidades y problemas de formación que debe satisfacer el departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia.
- Aproximar las dos posiciones (sector productivo y sector académico) con el fin de hacer la integración teoría-práctica, es decir, tomar las decisiones necesarias, por parte del comité de carrera, con el fin de fijar la nueva política que orientará la Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia.
- Identificar, en la matriz de relaciones, el cómo llevar a cabo el proceso de transformación curricular, y por tanto la identificación de los componentes {las necesidades y problemas de for-

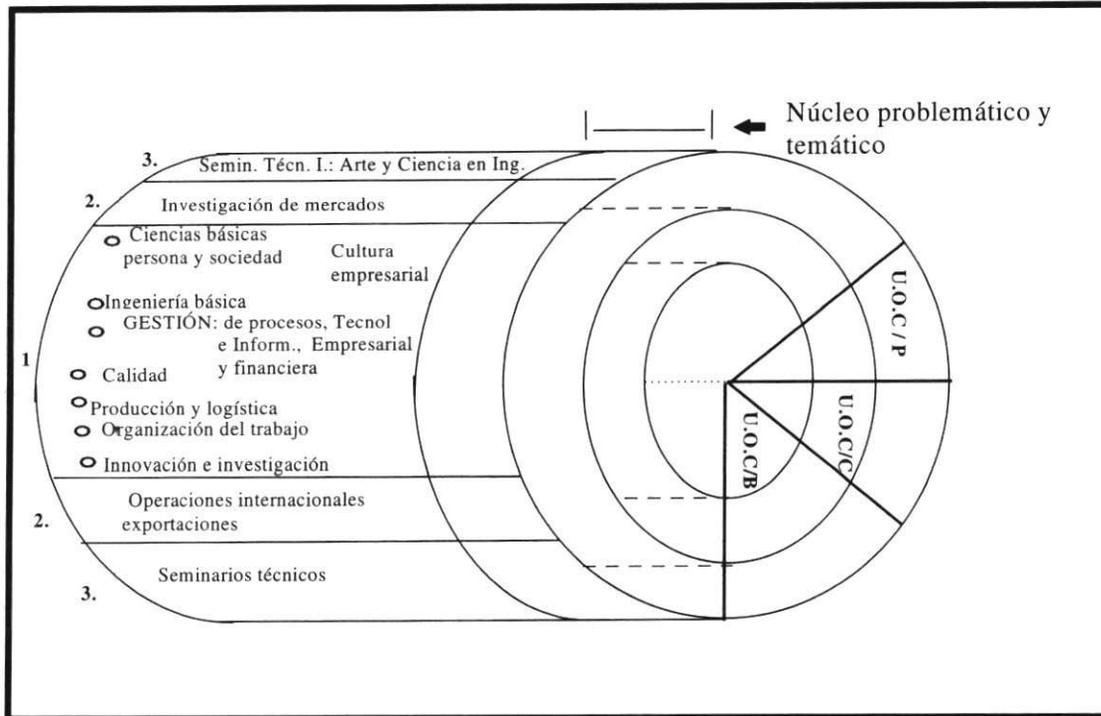


Figura 7 “Macro estructura” ingeniería componentes de la disciplina y la profesión: 1. básico, 2. complementario, 3. periférico

mación (tabla 2) identificados en la técnica gráfica mejorada, Casa de la Calidad, para la Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia, como comunidad académica y las cuales corresponden a las especificaciones de diseño, es decir, los atributos seleccionados en las tablas 3b y 4b} de la estructura curricular macro (figura 7) que el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia y sus estamentos deben desarrollar para dar solución de las necesidades y problemas de formación.

- Identificar las relaciones entre lo que se puede hacer, es decir, los contenidos (conocimientos, destrezas, habilidades, competencias, valores, sentimientos) correspondientes a las necesidades y problemas de formación avalados por el comité de carrera, para así determinar los núcleos problémicos y temáticos que facilitarán el diseño de las unidades de organización curricular, UOC de tipo básico (UOC/B), complementario (UOC/C), y periférico (UOC/P), según la figura 7.

3. Relación universidad-empresa [11]

En los países desarrollados se estima que el desarrollo en tecnología está ligado, en parte, a la relación sector externo (Estado y sector privado) y sector universitario.

3.1 Necesidades en la relación universidad-industria

En la relación universidad-industria en Colombia, aquella puede ayudar a satisfacer a estas necesidades como:

- Preparación y formación integral de profesionales.
- Adaptación, puesta a punto y actualización de la tecnología.
- Solución de problemas puntuales en la actividad de la empresa, y fortalecimiento para el desarrollo e innovación.
- Investigaciones completas.

4. El papel de los ingenieros en la empresa [12]

La necesidad de un importante cambio técnico pero con ausencia de un sistema nacional de innovación, trae consigo dos problemas, entre otros, bajo los cuales ocurre el cambio técnico (tabla 3a):

- Ausencia de flujos nacionales de conocimientos tecnológicos.
- Pobreza de ingenieros con altos niveles de formación.

En efecto, el papel de la capacidad científica nacional en la rápida transformación tecnológica de la producción que se ha vivido en los últimos años es bien marginal, particularmente la capacidad institucional (Centros de desarrollo tecnológico, universidades y de las mismas unidades o programas de investigación y desarrollo en las empresas). Esto plantea grandes retos para una política de fortalecimiento de las capacidades del país en innovación y desarrollo tecnológico.

— Este modelo de cambio técnico dominante en la actualidad, trae consigo la exigencia de conocimientos sobre:

- Productos amigables con el medio ambiente y nuevos materiales incorporados a los productos y compatibles con la máquina en su operación.
- Conocimientos más avanzados para un mejor control y operación del proceso: informática, automatización y electrónica, como componentes contenidos en la nueva máquina. También gestión, organización de procesos, logística. Los nuevos sistemas de producción, y la capacidad para administrar proyectos y productos.
- Los conocimientos para incorporar, adaptar o negociar máquinas con tecnología de proceso, insumos o productos, contenidos en la máquina misma, se adquieren mucho por las empresas mediante capacitación a través de los proveedores, capacitación in-

terna con los ya capacitados, asistencia a ferias, visitas a plantas con procesos y productos similares y con máquinas como las que se quieren incorporar. En este contexto, es muy poco lo que se recurre a la universidad, que no sabe mucho de lo específico de esa máquina o de ese proceso.

- El sector productivo insiste más en la necesidad de mejorar significativamente las competencias y habilidades generales:
 - Habilidades para interactuar con otros profesionales, la responsabilidad profesional y ética y el continuo aprendizaje (se aproxima a la dimensión educativa del modelo pedagógico de los procesos conscientes, aprobado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, figuras 5a, 5c y 6b).
 - Habilidades para innovar, investigar y desarrollar (dimensión desarrolladora, figuras 5a, 5d y 6c).
 - Habilidades técnicas y capacidad para aplicarlas, y la educación para entender el impacto de las decisiones (dimensiones instructiva, desarrolladora y educativa, figuras 5a, 5b y 6a).

Conclusión

Las actividades de los ingenieros industriales de la Universidad de Antioquia en las empresas demandan una adecuada formación integral de sus egresados.

Referencias

1. González, Elvia M. *Modelo pedagógico de los procesos conscientes*. Avalado por el Comité de Currículo de la Facultad de Ingeniería. U. de A. 6 de octubre de 1999.
2. Domínguez, José et al. *Dirección de Operaciones*. Bogotá, McGraw-Hill. 1995.
3. González, Elvia M. *Modelo curricular basado en problemas para la formación de profesionales*. Avalado por el Comité de Currículo de la Facultad de Ingeniería. U. de A., 19 de octubre de 1999.
4. Heizer, Jay y Barry Tender. *Dirección de la producción*, Londres. Prentice Hall, 1997.
5. *Ídem*.
6. Subcomisión necesidades y problemas del departamento de Ingeniería Industrial. *Encuesta: consulta a los expertos del sector productivo*. U. de A. mayo de 2000.
7. González, Elvia M. *Modelo pedagógico de los procesos conscientes*. Avalado por el Comité de Currículo de la Facultad de Ingeniería. U. de A. 6 de octubre de 1999.
8. Comité de Planificación. *Visión de la Facultad de Ingeniería. Plan de Desarrollo 1999-2000*, 24 de junio de 1999.
9. Comité de Currículo, Facultad de Ingeniería, *Propósitos de formación*, Universidad de Antioquia, 1999.
10. Subcomisión necesidades y problemas del Departamento de Ingeniería Industrial, *Encuesta: consulta a los expertos del sector productivo*, U. de A., mayo de 2000.
11. Duque, Mauricio et al., *Formación de recursos humanos para la innovación y el desarrollo tecnológico en Colombia*, CIDE y UNIANDES, Informe sin editar, 1999.
12. *Ídem*.

Bibliografía

1. Cámara de Comercio de Medellín. "El año 2000 tiene que ser de resultados". *Informe de la Economía Antioqueña* - Doc. preliminar. 1999. pp. 1-41.
2. Clase empresarial. "Ingeniería Industrial, Líder de la Reconversión Industrial". Abril, 1998. pp. 51-56.
3. *Comité de Currículo, Facultad de Ingeniería, U. de A.* "Necesidades y Problemas que puede ayudar a atender la Facultad de Ingeniería y sus Estamentos", 22 de octubre de 1999 (Documento).
4. Chase, Richard B., et al. *Administración de Producción y Operaciones-Manufactura y Servicios*. "Diseño del producto y selección del proceso-Manufactura". Bogotá, Colombia. McGraw-Hill Interamericana, S.A., 2000. pp. 82-118.
5. DANE. "Producto interno bruto - Evolución de la economía colombiana - Cuarto trimestre y total anual 1997". *Boletín de Estadística*. Abril de 1998. pp. 177-201.
6. Duque, Mauricio, et al. "Formación de Recursos Humanos para la Innovación y el Desarrollo Tecnológico de Colombia". CIFI-Universidad de los Andes y Corporación CIDE - Medellín. 2000.
7. Echeverri, Ch. Jaime. "Las 250 Empresas mas Grandes de Antioquia". *Revista Antioqueña de Economía y Desarrollo* - RAED. Cámara de Comercio de Medellín - Planeación y Desarrollo. Mayo-agosto. 1999. pp. 6-60.

8. Echeverri Ch., Jaime y Fredy Pulgarín S. "Los clusters, una opción importante para Antioquia". *Planeación y Desarrollo*, Cámara de Comercio de Medellín. RAED - Aspectos Coyunturales, No. 59. Medellín. Sep.-dic. de 1999. pp. 6-62.
9. Fáber, Marsh. "Cambios en la Profesión de Ingeniería". Hewlett Packard, 1999.
10. Kuo, Way And Bryan Deuermeyer. "IE2 . The IE Curriculum Revisted: Developing a New Undergraduate Program at Texas A&M University". *IIE Solutions*, June 1998. pp. 16-22.
11. Ministerio de desarrollo, unidad de monitoria industrial. "Código CIIU-Código Internacional Industrial Uniforme". Dic. de 1997.
12. Mosquera, Francisco J. "Ingeniería Industrial Científica, Empresarial y Humana". *Fusión*, mayo de 1997. pp. 8-10.
13. Osorno F, José, et al. "Segundo Informe sobre las Necesidades y Problemas (NYP) que puede ayudar a atender la Facultad de Ingeniería y sus Estamentos", 17 de noviembre de 1999.
14. Piedrahita, E. Francisco. "Una nueva revolución industrial para Antioquia". *Informe Especial*, Cámara de Comercio de Medellín. Abril de 1999. pp. 8-9.
15. Planeación nacional de Colombia. "II Encuentro para la productividad y la competitividad-Plan Estratégico Exportador". Santiago de Cali, 11 y 12 de febrero de 2000.
16. Sistema Nacional de Innovación, Sena y Colciencias. Plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad, 2000-2010. "Prospectiva de la Industria Colombiana". Santafé de Bogotá, D. C. Mayo de 2000. pp. 60-62, 70-76 y 76-80.
17. Úsuga Y., Fernando Y. "Propuesta Metodológica para desarrollar la Instrumentación del Proceso de Transformación Curricular en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia". 27 de abril de 2000. Doc. pp. 1-23.