

objetivos se han cumplido, y el estudiante se encuentra preparado para iniciar o continuar su vida profesional.

voluntariamente escoja, pero es más libre si en el momento de tomar su decisión conoce todas las opciones de que dispone.

# El Tema de Tesis, una Decisión Importante para el País

Iván ■ Darío ■ Arango

Una de las decisiones más importantes y difíciles que tiene que tomar un estudiante, es el tema de tesis. Sin importar que se trate de pregrado, posgrado, máster o doctorado; este trabajo de graduación tiene muchas condiciones que cumplir y por ello genera expectativa y estrés. Algunas veces por falta de información, el estudiante toma la decisión que realmente no desea tomar, y esta acción lo marca por el resto de su vida profesional.

Cada persona tiene la libertad de realizar su trabajo de tesis en el campo que

Iván Darío Arango. Ingeniero Mecánico, aspirante a máster en Gestión Tecnológica. Profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad EAFIT.

voluntariamente escoja, pero es más libre si en el momento de tomar su decisión conoce todas las opciones de que dispone.

El estudiante que decide trabajar su tema de tesis en el mejoramiento de la sociedad a la que pertenece, puede exigir orientación y ayuda sobre cuáles son los temas que asegurarán el éxito de sus intenciones.

Un país con innumerables necesidades en el campo científico-tecnológico posee un abanico de buenas posibilidades que le permiten al estudiante convertir las horas de trabajo en una experiencia inolvidable y placentera.

La explicación de la trascendencia que puede alcanzar una tesis necesita del desarrollo de varios temas. El primero es definir algunos objetivos del trabajo de grado según el tipo de estudio que se está realizando. El segundo, plantear algunas de las expectativas más comunes que expresan cada uno de los participantes de una tesis. El tercero, explicar algunos factores importantes de una tesis, y el cuarto, resaltar la diferencia en cantidad de trabajo y valor del trabajo, entre un diseño preliminar y un diseño que ha pasado por los procesos de modelo, prototipo y que se encuentra en posibilidad de ser comercializado inmediatamente.

## 1. LOS DIFERENTES TRABAJOS DE GRADO

Para diferenciar los diferentes trabajos de grado se deben definir los objetivos de cada programa. El trabajo de grado simplemente es un mecanismo que demuestra que los

objetivos se han cumplido, y el estudiante se encuentra preparado para iniciar o continuar su vida profesional.

El pregrado tiene por objetivo formar al estudiante en tres campos.

El joven, cuando ingresa a pregrado, todavía es muy joven y es la universidad la que complementa su formación social y humanística. También inicia la fundamentación científica y tecnológica que le permita al futuro profesional utilizar el conocimiento, descubrirlo y adaptarlo. Por último se le aportan los conocimientos, las habilidades y las destrezas necesarias para el quehacer profesional.

“La modalidad de formación avanzada o posgrado tiene por objeto la preparación para el desarrollo de la actividad investigativa, científica, académica y para el desempeño profesional especializado <sup>(1)</sup>”.

Todos los programas de posgrado de alguna manera forman al estudiante en cada una de las actividades, pero los diferencia el énfasis particular que adopta cada uno.

La especialización forma en el desempeño profesional especializado, la maestría en la actividad de investigación tecnológica y el doctorado en la actividad científica.

El nombre del trabajo de grado varía mucho de acuerdo con el programa. Algunos nombres usados son: “trabajos de investigación, pro-

(1) Decreto 3658 de Dic. de 1981.

yectos de investigación, trabajos en proyecto, investigaciones científicas, investigaciones (documentales, bibliográficas, de campo, de laboratorio), prácticas profesionales, monografías (memorias), tesis, trabajos académicos o simplemente trabajos escritos (García, 1994).

## 2. EXPECTATIVAS DE LOS DIFERENTES PARTICIPANTES

A pesar de que el estudiante es quien realiza el trabajo, alrededor de la tesis participan también la universidad, el asesor, la industria, y cada uno de ellos espera o tiene unos conceptos iguales y otros diferentes de lo que debe ser una tesis.

Todas las expectativas no se presentan simultáneamente en los trabajos de tesis, y por esto la combinación de las que se presenten son las que marcan el tipo de la tesis.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE UNA TESIS QUE SON ATRACTIVAS PARA UN ESTUDIANTE

- Un tema fácil de desarrollar.
- Un tema de actualidad.
- Un tema trascendental en el desarrollo del país
- Un tema cuyo desarrollo le permita terminarlo en el tiempo disponible.
- Un tema que en lo posible no incluya construcción.
- Un tema que le permita continuar trabajando.
- Un tema que en lo posible lo conecte con su próximo trabajo.
- Un tema que ayude al negocio de su familia.

### 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIANTES QUE ESTÁN PRÓXIMOS A REALIZAR TESIS

- Tenacidad inigualable.
- Alta motivación.
- Tiempo disponible relativamente bueno.
- Conocimiento general bueno.
- Alta recursividad.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DE UNA TESIS ÚTIL PARA LA UNIVERSIDAD

- Una tesis que demuestre que el estudiante ya está preparado para iniciar su vida profesional.
- Una tesis que contribuya a mejorar el conocimiento general en la universidad.
- Una tesis que genere nuevos puestos de trabajo para profesionales.
- Una tesis útil a los diferentes participantes.

### 2.4 CARACTERÍSTICAS DE UNA TESIS ÚTIL PARA LA SOCIEDAD

- Que sea *trascendente*.
- Que apunte a resolver una necesidad de ésta.
- Que contribuya al conocimiento general de ésta.

A pesar de que el estudiante es quien realiza el trabajo, alrededor de la tesis participan también la universidad, el asesor, la industria, y cada uno de ellos espera o tiene unos conceptos iguales y otros diferentes de lo que debe ser una tesis.

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DE UNA TESIS ÚTIL PARA LA INDUSTRIA

- Que trate temas en los que los ingenieros de las empresas puedan utilizar al estudiante para el desarrollo de un proyecto importante.
- Que trate temas sobre los cuales, dentro de las empresas, no se tiene conocimiento profundo.
- Que trate temas para los cuales hay que salir mucho de la empresa y los ingenieros no lo pueden hacer.
- Que trate temas de desarrollo completo de un producto y que la empresa tenga capacidad de fabricar pero no de diseñar.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS DE UNA TESIS ÚTIL AL ASESOR

- Que trate de un tema en el cual se tenga amplio conocimiento.
- Que sea un tema complementario en un estudio que se esté realizando.

## 3. FACTORES IMPORTANTES EN EL RESULTADO DE UNA TESIS

En general, el análisis individual de las tesis realizadas en el medio colombiano son excelentes, pero el objetivo es polarizar la opinión hacia la realización de trabajos coordinados y secuenciales con el fin de hacer impacto en el medio tecnológico del país. Algunos comentarios sobre los factores importantes de la tesis mostrarán la forma de lograr la coordinación de los trabajos.

## 3.1 ÉPOCA DE INICIO DE LA TESIS

La mejor forma de conseguir una tesis de profundidad y trascendencia es iniciarla paralelamente con los estudios. Esto es especialmente válido para estudios de posgrado.

Esta decisión permite orientar los trabajos que se realizan en las materias hacia la elaboración de la tesis. De esta manera se logra de una manera lenta, segura y profunda la estructura de una tesis de excelente calidad.

En general, el análisis individual de las tesis realizadas en el medio colombiano son excelentes, pero el objetivo es polarizar la opinión hacia la realización de trabajos coordinados y secuenciales con el fin de hacer impacto en el medio tecnológico del país.

Los estudiantes de pregrado en la mayoría de los casos no conocen bien su futuro ambiente profesional o no se han definido por una rama o sector específico. De esta forma es difícil decidirse por un tema en los primeros semestres. Se puede mejorar el conocimiento sobre temas importantes participando como ayudante en los grupos de investigación. También en los grupos que tienen presupuestos se puede obtener dinero para realizar un trabajo en la dirección de la investigación.

Son muchas las personas que eligen una carrera con poco conocimiento de lo que les espera y al estar adentro se adaptan y se convierten en enamorados de sus carreras. Lo mismo sucede con las tesis que inician en los primeros semestres de carrera.

Lo que definitivamente no se debe hacer es terminar los estudios para comenzar el trabajo

de graduación. Estos trabajos se realizan bajo la presión del tiempo, y por esto, la calidad no es la mejor.

### 3.2 EL TEMA DE LA TESIS

Una de las quejas más comunes en el medio industrial es que las tesis de los alumnos de pregrado, en su gran mayoría, apuntan a problemas que no posee la industria nativa.

Es común ver títulos llamativos como "Diseño de un robot de cinco ejes" o "Diseño de dispositivos de tecnología de extrema punta". Pero al someter estos proyectos a una prueba simple de mercadeo, se encuentra que no se tienen muchos puestos para instalar robots.

La introducción de robots en las líneas de producción por lo general exige que todas las máquinas de la línea sean comandadas por controles numéricos y estén sistematizadas e interconectadas.

Esta no es la situación que se presenta en el país por lo tanto, instalar robots en las líneas de producción no es razonable. La presencia de robots se justifica por otros factores diferentes al costo tales como mejoramiento de calidad o manejo de la complejidad en el proceso de manufactura.

El país en este momento enfrenta otros problemas más apremiantes. Por ejemplo, las nuevas barreras comerciales. De ellas, las normas internacionales de fabricación son las que más impiden que los productos nativos se puedan exportar. Para lograr la aceptación

de las normas, uno de los campos que más se debe trabajar es el "diseño y construcción de montajes para la fabricación de artículos manualmente en serie". Este es un trabajo sencillo, pero que se presenta simultáneamente en miles de industrias de todos los tipos, en todo el país. La diferencia entre el tema del robot y el tema del montaje radica en que el segundo trabajo ayuda a mejorar la competitividad de la industria nacional.

### 3.3 EL ALCANCE DE LA TESIS

Son comunes los temas que abarcan el diseño completo de una máquina o de una planta pero no abarca la construcción de los elementos diseñados. Estos trabajos tienen valor si en alguna parte se está llevando a cabo un estudio de prefactibilidad de construcción, y hay una industria que piensa convertir la tesis en primera versión de un proyecto de construcción real. Pero cuando son proyectos aislados como se presenta en algunos casos, el trabajo va a una biblioteca y se convierte en un libro poco consultado. Es normal que una empresa gaste del orden de 5.000 a 10.000 horas de varios ingenieros experimentados, de diferentes ramas, en el desarrollo de una máquina sencilla. El tratar de hacerlo en tan sólo 500 horas, que es una cantidad grande de horas para una tesis, enfrenta al estudiante a una tarea con pocas probabilidades de éxito.

Existe una buena cantidad de elementos sencillos que todavía no se producen en el país y por los cuales el importador obtiene un porcentaje muy alto de ganancia sin contar la del fabricante.

La cantidad normal de horas disponibles para una tesis en ingeniería permite realizar muy bien pequeños pedazos de grandes trabajos.

### 3.4 LA TRASCENDENCIA DE LA TESIS

Son muchos los que recuerdan la tesis como una hazaña al haber logrado construir un aparato o dispositivo de alguna complejidad.

En esa época todo fue orgullo y reconocimiento de la comunidad estudiantil. Pero después de algunos años, se aterriza y se da cuenta que se desperdició la época de la vida en la que se poseía una tenacidad inigualable (herramienta esencial del lograr) para construir un aparato del cual no hay sino uno. La sociedad no se benefició y el estudiante no demostró que podía crear productos útiles. El motivo: se escogió realizar un trabajo que nadie necesitaba.

Tal vez la mejor cualidad de un trabajo es que contribuya para que se logre alguna de las siguientes situaciones:

- Fabricar un producto que genera mucho empleo.
- Fabricar un producto o materia prima que ahorra divisas.
- Fabricar un producto que se puede vender en el exterior.
- Fabricar un producto que es básico para que se instalen nuevas industrias que presentan alguna de las características mencionadas en los tres anteriores ítems.
- Asegurar que un producto local que presenta alguna de las características mencionadas en los cuatro ítems anteriores, y está amenazado por la apertura,

mejore de alguna forma su competitividad (calidad, precio, desempeño).

### 3.5 INSERCIÓN DE LA TESIS EN LA PIRÁMIDE DE LA INVESTIGACIÓN

Los países industrializados en su carrera científico-tecnológica han diseñado las máquinas y procesos a la medida de sus mercados. Estos diseños en gran parte de los casos no se acomodan a las necesidades del país, y por ende, se presenta a diario el trabajo de adaptar tecnología o desarrollar tecnología.

Una meta ambiciosa tal como subir el nivel tecnológico del país a una posición de privilegio en Suramérica, requiere el aporte de millones de horas de trabajo práctico de todos los profesionales en todas las ramas del conocimiento.

Los análisis estratégicos de las principales ramas y sectores industriales del país han generado la posibilidad de realizar un plan estructurado a todos los niveles, del que se puede extraer las actividades que se deben desarrollar.

No hay en el país una empresa que tenga disponible suficientes horas-ingeniero para generar un incremento de desarrollo tecnológico apreciable. Es la unión del estado a través de Colciencias, el SENA, IFI, de la industria y la universidad los que pueden, juntando recursos y temas comunes, generar un aumento de desarrollo.

Dentro de las universidades la pirámide investigativa tiene sus diferentes niveles: los trabajos de materia, las tesis y las

investigaciones. Al tomar todas las horas que utiliza un alumno al realizar cada una de esas actividades y multiplicarlo por el número de alumnos dentro de la universidad, se obtiene el número de horas disponibles para lograr incrementos de desarrollo.

### 3.6 BASES DE DATOS PARA ESCOGENCIA DE TEMAS DE TESIS

La información sobre las necesidades de los diferentes actores de la universidad se leen en las carteleras. Personas externas a la universidad también han encontrado que este es un medio útil de comunicación. Son personas que poseen tabernas y desean clientes, personas que pasan trabajos en computador, personas que necesitan compañeros de apartamento, etc.

Por informal que parezca la cartelera, ésta debe ser el principal medio de contacto entre la industria y el estudiante que desea comenzar a hacer trabajos sencillos para la industria y posiblemente, el trabajo de grado.

Esto obliga a que el profesional que ya se encuentra dentro de la industria venga a la universidad a buscar recursos para su industria e interactúe con los laboratorios, los tesisistas, los investigadores y los profesores.

Otra fuente de datos sobre temas de tesis debe provenir de cada facultad. Entre todas las necesidades posibles, cada universidad encontrará cuál es la rama que estratégicamente le permitirá tener una ventaja o diferenciación dentro del medio universitario. Centros de estudios que adoptan una rama o

sector de la industria logran aumentos de desarrollo mayores y graduandos más beligerantes técnicamente, debido a la concentración de objetivos y recursos.

Colciencias es otra fuente de temas para tesis. Cada cierto tiempo, ésta realiza estudios estratégicos en donde, no en forma específica como sería lo ideal, sino en forma general, propone y apoya una serie de actividades para mejorar la capacidad tecnológica del país.

### 3.7 LA CONTRAPRESTACIÓN

Uno de los impedimentos sociológicos para que un estudiante acceda a realizar un tema de tesis para la industria, y que por fortuna está desapareciendo, es la creencia de que si no se recibe paga por el trabajo, lo que sucede es que la empresa está explotando la necesidad del estudiante de realizar tesis.

Este es un error si el trabajo que va a efectuar compromete el uso de cantidades significativas de dinero. A ninguna persona le pagan por ir a una escuela de aprender a conducir carro, tomar un automóvil y conducir sus primeras horas. Al contrario, la persona que desea aprender paga para que le presten un bien costoso.

De igual manera, el industrial le presta al estudiante su empresa para que conduzca alguna parte o algunos recursos de ella. El estudiante no posee experiencia y por ende, el industrial invierte en un proyecto de alto riesgo. Por este motivo es lógico que el industrial desee obtener algún dividendo.

Por eso el estudiante, lejos de ver esto como una explotación, lo debe mirar como un buen intercambio.

La vida profesional de una persona puede llegar a las 50.000 horas, por lo tanto, quien le da la oportunidad de desempeñarse en sus primeras horas en un tema vital para esa industria, le está haciendo un gran obsequio.

El caso contrario es la empresa que utiliza el estudiante de tesis para ahorrarse un empleado de rango inferior, tal como un tecnólogo industrial, y lo utiliza como chequeador de tiempos o tareas similares.

En estos casos, si incluso le pagan por realizar la tesis, el estudiante está en el camino equivocado porque está perdiendo la oportunidad de ganar horas de experiencia en lo que realmente es vital para su futuro desenvolvimiento profesional. La tesis muchas veces es la carta de presentación que inclina una decisión ante una buena oportunidad de trabajo o estudio.

### 3.8 EL EXAMEN DE GRADO

Esta parte del trabajo es particularmente duro para el jurado. El estudiante se presenta a su examen perfectamente vestido, acompañado por su novia y familiares. El jurado, ante estos mensajes de éxito, sin aún haberse realizado el examen, se siente intimidado y no es todo lo rígido que debiera ser en el examen.

Otra situación que disminuye la rigidez de los exámenes de grado son las oportunidades que tienen los estudiantes de vincularse a una

empresa y que por supuesto se truncan si el jurado devuelve el trabajo.

En este tema es necesario realizar un estudio sobre el procedimiento que asegurará la calidad de los trabajos de grado sin perjudicar moralmente ni materialmente al estudiante.

### 3.9 LAS MEMORIAS DEL TRABAJO

Como todas las empresas que están fallando en las ventas necesitan un análisis, la presentación escrita de los trabajos de grado necesitan un análisis. Son en concepto de los bibliotecarios los libros menos consultados. Esto se verifica en las tarjetas de préstamo que registran pocos préstamos en un año.

Uno de los motivos que desestimula la consulta, es encontrarse que un gran porcentaje de las páginas están llenas de resúmenes de libros comunes. Si en el trabajo se va a utilizar un mecanismo que posee piñones, ahí vienen veinte hojas de la teoría básica de un piñón y así sucesivamente. Las personas que desean conocer teorías comunes encuentran libros perfectamente ilustrados en muchos colores y con la profundidad necesaria.

Esta situación realmente debe cambiar pronto. El que realiza el trabajo siente pena o piensa que no es necesario ampliar detalles de cómo realizo cada paso del trabajo. Si es un trabajo novedoso, esta parte es la más valiosa, porque es la que permite reproducir el trabajo de nuevo.

En las memorias sólo debe incluirse lo que realmente es nuevo y presuponer que el



trabajo lo va a leer una persona de un conocimiento básico normal y no un principiante.

#### 4. DIFERENCIA ENTRE EL DISEÑAR Y EL CONSTRUIR

Un comentario común entre los estudiosos de la situación nacional es que el país está sobrediagnosticado. Es muy común entre los trabajos de tesis realizar el diagnóstico de algún sector, de una industria, etc. Pasan los años y no se encuentra ningún trabajo que haya recogido las indicaciones del diagnóstico, pero sí reactualizaciones del mismo diagnóstico.

Todos los que han hecho investigación industrial han encontrado que la diferencia entre los países industrializados y los países del tercer mundo no está en el diseño. En ambos sitios del planeta tenemos excelentes diseñadores. La diferencia radica en que en los países industrializados cualquier pequeña idea es muy valorada e inmediatamente la convierten en modelo, luego en prototipo y va al mercado. Adicionalmente, entre sus estamentos gubernamentales son muy respetados los productos que ayudan a disminuir importaciones o tengan ventas en el exterior.

En los países no industrializados pasa lo contrario: no es muy bien visto el producto propio. A las personas que intentan diseñar productos que remplazan productos importados, se les hace objeto de burla, por "inventar lo que ya está inventado".

En los casos en que una persona o una empresa llega a construir un modelo, se piensa que ha avanzado mucho, pero

realmente está empezando un largo camino. Debe ahora enfrentarse a los verdaderos problemas del diseño que es hacer que las cosas funcionen, sean tan buenas como las importadas y más baratas. Si logra sortear estos pasos, tendrá un prototipo y otros verdaderos problemas como obtener financiación, diseñar montajes, matrices y moldes para comenzar a producir.

Si logra vencer estos inconvenientes e inicia la producción, debe enfrentarse a una lucha muy dura contra los vendedores de los representantes de productos importados. Estos se encargaran de buscarle al nuevo producto el más mínimo defecto o desventaja y la harán pública en el sector industrial.

Por lo tanto, realizar un diseño preliminar en estos días de complejidad no tiene mucho valor. El verdadero valor de un diseño radica en convertirlo en un producto que se pueda vender.

Es un buen ejemplo oír las historias de los pioneros de muchas industrias. Estos se reúnen y disfrutan recordando todos los inconvenientes técnicos que tuvieron que sortear para meterse a competir con productos importados en el mercado nacional. De estas historias son comunes las de los fabricantes de motobombas, compresores, motoreductores, cilindros neumáticos e hidráulicos, controles de temperatura, temporizadores, etc.

El pretender que un alumno haga diseño en una tesis tiene gran valor si también incluye construcción que es la parte difícil y la que realmente dirá si está preparado para iniciar su vida profesional. Para lograr que el trabajo

sí esté dentro de las posibilidades de una tesis, el alcance debe ir hasta fabricar pequeños elementos que son parte de mecanismos y estos mecanismos, partes de aparatos.

El pretender que un alumno haga diseño en una tesis tiene gran valor si también incluye construcción que es la parte difícil y la que realmente dirá si está preparado para iniciar su vida profesional.

Aunque ésto parezca un trabajo insignificante, puede traer beneficios mil veces superior para la sociedad en comparación con realizar un trabajo de un alcance fenomenal con una trascendencia nula.

Para que esta situación se dé, también debe haber dentro de la universidad una tendencia a aprobar anteproyectos de grado más prácticos que teóricos, y más de construcción que el de planos generales.

## 5. RESUMEN

Se poseen todos los elementos para convertir la tesis en uno de los mecanismos generadores de conocimiento tecnológico útil al país.

- Estudiantes inteligentes, capaces y deseosos de realizar un trabajo importante.
- En general, una industria con necesidades apremiantes que van desde mejoramiento de competitividad hasta el diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios.

Para conectar la disponibilidad con la necesidad es deber de los orientadores de los

tesistas, enterarse de las necesidades de los diferentes sectores industriales del país y estructurar un campo del conocimiento que prometa con unos años de trabajo continuo un cambio trascendental.

## BIBLIOGRAFÍA

Cámara de Comercio de Medellín (1994). Separata especial. Informe Monitor. Creando la ventaja competitiva de Colombia. Medellín: Cámara de Comercio.

Colciencias. Consejo nacional de ciencia y tecnología. (1995). Ciencia y tecnología para el desarrollo sostenible y equitativo. Santafé de Bogotá.

Colciencias. Consejo nacional de ciencia y tecnología. (1995). Formación de recursos humanos y fortalecimiento de la comunidad científica. Santafé de Bogotá.

Colciencias. Consejo nacional de ciencia y tecnología. (1995). Política Nacional de innovación y desarrollo tecnológico. Santafé de Bogotá.

Colciencias. Consejo nacional de ciencia y tecnología. (1995). Centros sectoriales de desarrollo tecnológico. Santafé de Bogotá. Colciencias.

Colciencias. Consejo nacional de ciencia y tecnología. (1995). Plan estratégico de los sistemas de información científica y tecnológica. PESICT-Versión 2. Santafé de Bogotá.

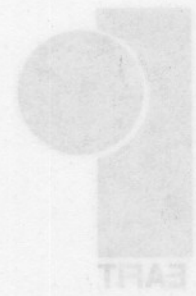
CONPES. (1994). Política nacional de ciencia y tecnología. Documento No 2739. Santafé de Bogotá.

CORPES DE OCCIDENTE. (1996). Estudio de la capacidad tecnológica de la industria manufacturera del occidente Colombiano. Pereira.

Fransman, M. And King K. (1984). Technological capability in the third world. London, MacMillan, pp. 187-209.

García Pérez, Jorge. (1994). Los trabajos de grado. (Tesis, Monografías, Memorias, Trabajos de investigación). Lo positivo y lo negativo de las normas ICFES-ICONTEC. Medellín: Ediciones PARA. 1994.

Katz, J. (1987). Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries. London: MacMillan Press, pp 154-183.



Mayor información:  
Departamento de Ingeniería de Producción  
Dirección: Cra. 40 # 7 Sur 50, Medellín  
Tel: 256 05 00 Ext: 245  
Fax: 2 66 45 84  
A.A: 3300 Medellín  
E-mail: [ingprod@sigma.eafit.edu.co](mailto:ingprod@sigma.eafit.edu.co)  
URL: <http://www.eafit.edu.co/ingprod.html>