

La ingeniería de materiales de la Universidad de Antioquia y la competitividad de las empresas

*Asdrúbal Valencia Giraldo**

(Recibido el 15 de septiembre de 2002)

Resumen

Se parte de las definiciones básicas de lo que es un material, sus diversos tipos, sus propiedades —químicas, físicas, mecánicas y dimensionales— y sus posibilidades en tecnología e ingeniería. Se informa sobre lo que es la ingeniería de materiales y el quehacer de estos ingenieros. Se explica la importancia de las ingenierías de materiales y metalúrgica en la competitividad de las empresas y se ilustra con el papel que han desempeñado las de la Universidad de Antioquia.

----- *Palabras clave:* materiales, materiales tecnológicos, materiales de ingeniería, ingeniería de materiales, ingeniería metalúrgica, empresas, calidad, productividad, competitividad.

Materials engineering and corporation competitiveness

Abstract

The starting point of this paper are the basic definitions of material, engineering material, kinds of materials and their properties —chemical, physical, mechanical and dimensional— and their possibilities in technology and engineering. Information is given about materials engineering and what materials engineers do. The importance of materials and metallurgical engineering on corporation competitiveness is explained and it is illustrated with the role played in this sense by the ones at the University of Antioquia.

----- *Key words:* materials, technological materials, engineering materials, kinds of materials, materials engineering, metallurgical engineering, companies, quality, productivity, competitiveness.

* Ingeniería de Materiales. Universidad de Antioquia. avalen@udea.edu.co.

Introducción

Un material es simplemente la materia puesta en uso; un material tecnológico es aquel que tiene un potencial de uso para el hombre y ha sufrido alguna manipulación para adecuarlo; un material de ingeniería es un material tecnológico, pero generalmente sólido. Los materiales se pueden utilizar para construir estructuras o máquinas, estos son los materiales *estructurales*; también se pueden aplicar en el desempeño de funciones basadas en sus propiedades —como en los lentes de unas gafas (propiedades ópticas) o una red de fibra óptica (propiedades optoelectrónicas)— éstos son los materiales *funcionales*.

Por su origen químico, los materiales se dividen en tres grandes grupos: cerámicos, metálicos y poliméricos. Es común que los cerámicos se dividan en cerámicos verdaderos (cristalinos) y en vidrios y los poliméricos en plásticos y elastómeros (o cauchos). Con estas cinco agrupaciones se pueden hacer diversas combinaciones dando como resultado los materiales *compuestos* [1].

Las propiedades de los materiales se deben a su estructura, que puede determinarse en las dimensiones de picómetros, para la distribución electrónica; nanómetros para el ordenamiento de átomos y moléculas; micrómetros para el acomodamiento cristalino y la disposición de fases y macrométricas para las características derivadas de los procesos de fabricación y montaje.

En cada dimensión se generan y observan propiedades características de cada material. Las principales propiedades de los materiales se resumen en la tabla 1.

Las *propiedades químicas* son características que relacionan la estructura de un material y su formación a partir de los elementos. Estas propiedades normalmente se miden en el laboratorio químico y no se pueden determinar por observación visual. Usualmente es necesario cambiar o destruir el material para medir una propiedad química [2].

La composición se refiere a los componentes elementales o químicos que constituyen un material y sus proporciones relativas. La microestructura es la que se revela cuando el material se observa bajo el microscopio óptico con técnicas materialográficas; la microestructura incluye las fases presentes, su morfología sus fracciones volumétricas. La estructura cristalina se refiere al ordenamiento atómico en el espacio y la resistencia a la corrosión es la habilidad para resistir el deterioro por reacciones químicas o electroquímicas con el ambiente.

Las *propiedades físicas* son características de los materiales que pertenecen a la interacción de éstos con varias formas de energía y con otras formas de materia. En esencia, caen en el campo de las ciencias físicas; generalmente se pueden medir sin destruir o cambiar el material. El color es una propiedad física que se puede de-

Tabla 1 Propiedades de los materiales

<i>Químicas</i>	<i>Físicas</i>	<i>Mecánicas</i>	<i>Dimensionales</i>
Composición	Puntos críticos	Tracción	Formas disponibles
Microestructura	Térmicas	Cedencia	Tamaños disponibles
Fases	Magnéticas	Tenacidad	Textura superficial
Tamaño de grano	Eléctricas	Ductilidad	Tolerancias
Resistencia a la corrosión	Ópticas	Fatiga	Fabricabilidad
Inclusiones	Acústicas	Dureza	
	Gravimétricas	Termofluencia	

terminar simplemente mirando la sustancia. La densidad se puede medir pesando y midiendo el volumen del objeto. El material no tiene que cambiarse o destruirse para medir esta propiedad.

Las *propiedades mecánicas* se despliegan cuando se aplica una carga y generalmente se relacionan con el comportamiento elástico o inelástico del material. Para determinar estas propiedades es común que se deba destruir el material.

Las *propiedades dimensionales* son importantes en la selección de los materiales y se refieren a temas que no aparecen en los manuales, como tolerancias, tamaños, formas ya acabados superficiales disponibles. La rugosidad superficial es una propiedad dimensional mensurable y muy importante en muchas aplicaciones.

Se comprende que el número de materiales es enorme y que sus muy diversas propiedades originan miríadas de aplicaciones, de ahí la importancia de optimizar —desde el punto de vista ingenieril— el desarrollo y selección del material adecuado para una aplicación particular.

Ciencia e ingeniería de materiales

Un material, tal como se entiende dentro de este contexto, es cualquier sustancia que por sus propiedades físicas, mecánicas, químicas, y particularmente las estructurales, puede tener una aplicación, en ingeniería especialmente, aunque pudiera extenderse a otros campos de la actividad humana.

El conocimiento de la estructura íntima de los materiales, el comprender el funcionamiento de ellos a partir de las mínimas unidades que los constituyen, el poder relacionar esta estructura interna con las propiedades macroscópicas, forman lo que se conoce como la *ciencia de los materiales*. Este término es relativamente reciente, y según se puede deducir, requiere de la participación de muchas disciplinas del conocimiento.

De otro lado *ingeniería de materiales* es el conjunto de principios científicos y aplicaciones tec-

nológicas que tratan de la composición y estructura de los materiales, de la manera en que estos factores se relacionan con sus propiedades o su comportamiento y de la forma en que se pueden adaptar a las necesidades del hombre.

En un país subdesarrollado como el nuestro, las relaciones con la ingeniería de los materiales han sido más bien escasas. En gran parte se limitaría a la extracción de materias primas minerales, casi siempre sin ser sometidas a muchos procesos de enriquecimiento tecnológico; a la conformación, con métodos no siempre muy ortodoxos, de piezas comunes; a la aplicación de algunas técnicas de análisis; a un desarrollo incipiente de un diseño de materiales. Aún los materiales que se producen son bastante limitados en cuanto a sus usos posibles y dependemos mucho de las importaciones que de ellos se hagan desde otros países, incluso vecinos nuestros que se nos han adelantado [3].

Ingeniería de materiales en la Universidad de Antioquia

Los materiales son la parte tangible de cualquier tecnología y son omnipresentes. No podemos evitar su contacto, su uso, aun en las labores más anodinas y mucho menos en las actividades industriales de cualquier índole. Aunque sólo fuera para saber cuándo es necesario reponerlos, los peligros que entraña su uso, las alternativas de materiales substitutivos, etc., ya convendría saber algo de ellos.

La importancia de los materiales en el sector productivo es tan evidente, que no es necesario enfatizarla aquí. Respecto a su relevancia en la Universidad de Antioquia, se puede recordar que en la Escuela de Ingeniería Química, fundada en 1943, siempre hubo cursos de metalurgia, y a veces de cerámica y plásticos y en 1966 se creó el programa de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad de Antioquia.

Durante treinta años, el programa de Ingeniería Metalúrgica cumplió con sus objetivos, pero a

principios de la década de los noventas, las nuevas realidades de la apertura, la globalización y otra serie de razones crearon una situación de replanteamiento que llevó a la creación del programa de Ingeniería de Materiales. En este contexto se entiende que esta ingeniería es una evolución natural de la ingeniería metalúrgica. En realidad, esto mismo ha ocurrido en otros países.

En la Universidad de Antioquia se dieron todas las condiciones para iniciar un gran programa de estudio de los materiales, al menos en cuanto a personal, grupos de investigación y estructura básica. Además en posgrado se colaboraba con otras facultades en la maestría y el doctorado en Ciencias Químicas. En la maestría en ingeniería se tiene la línea de materiales.

El programa de Ingeniería de Materiales tiene como objetivo general generar, apropiarse, transmitir y aplicar conocimientos de los materiales, que conduzcan a satisfacer necesidades nacionales, a través de la formación de profesionales en el área, investigación básica y aplicada y extensión técnica de asesoría y educación continuada.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Preparar un ingeniero con una formación básica para su autodesarrollo profesional, que le permita “aprender a aprender” y le enseñe a pensar.
- Dar al ingeniero conocimientos científicos y técnicos que le permitan: diseñar, analizar, supervisar, dirigir y controlar los procesos de elaboración, conformación y adecuación de los materiales metálicos, plásticos, cerámicos y compuestos en productos que la sociedad requiera.
- Preparar un ingeniero con actitud científica que estimule la búsqueda de soluciones a los problemas que se le presenten en su desarrollo profesional.
- Capacitar al ingeniero para un mundo de acelerados cambios tecnológicos, para permitirle

lograr la rápida adaptación de nuevas tecnologías a nuestro entorno social.

- Estimular en el ingeniero la capacidad de comunicarse, redactar y sintetizar con desarrollo de la lógica y la creatividad; que sea capaz de participar en grupos interdisciplinarios en la solución de problemas utilizando todas las herramientas modernas como la informática, la telemática, la biotecnología y los nuevos materiales.
- Fomentar en el profesional el permanente interés porque su labor y desempeño estén ligados a la búsqueda de un país cada vez mejor, manteniendo un alto nivel de calidad en el producido de su trabajo, los mínimos riesgos del deterioro del medio ambiente y una visión no confesional, pluralista y de respeto de los derechos humanos.
- Desarrollar investigación y generar conocimientos en el campo de su competencia, de tipo básico y aplicado, encaminado a incrementar el acervo general de conocimientos y a buscar soluciones a problemas nacionales.
- Integrarse a las corrientes internacionales de conocimiento en el campo de la ingeniería y de los materiales y áreas afines.
- Apoyar a la industria nacional y a la comunidad en general, a través de labores de asesoría, consultoría, interventoría y apoyo técnico.
- Transmitir y coordinar actividades de educación continuada de profesionales colombianos que requieran actualización, refrescamiento o profundización de temas diversos de la ingeniería de materiales.

Perfil profesional del ingeniero de materiales de la Universidad de Antioquia

El ingeniero de materiales deberá poseer el siguiente conjunto de conocimientos y habilidades:

- Tener excelente fundamentación en matemáticas, química y física.
- Poseer sólidos conocimientos sobre las etapas de preparación y adecuación de las materias primas para la producción de materiales.
- Comprender la naturaleza de la estructura interna de los materiales empleados en ingeniería, así como la relación entre ésta y las propiedades que caracterizan el comportamiento de los mismos.
- Conocer y comprender los procesos de manufactura de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos, que le permitan satisfacer las necesidades del medio, aplicándoles evaluación de calidad total.
- Tener la capacidad para planear, dirigir y realizar proyectos de investigación y desarrollo que permitan el mejoramiento o creación de nuevos procesos o materiales como solución a las necesidades existentes.
- Conocer los fundamentos de administración de empresas, saber interpretar la información financiera y tener conocimiento de la situación del país que le permita el análisis económico-social de proyectos bajo su responsabilidad.
- Tener la capacidad empresarial para contribuir en la solución de problemas técnico-sociales, con alto grado de sensibilidad y ética profesional.
- Aprovechar el conocimiento y manejo de las propiedades de los materiales, para desarrollar métodos de modificación de éstas según las múltiples necesidades y aplicaciones industriales.
- Seleccionar, para la industria manufacturera, las materias primas, nacionales e importadas, y desarrollar, innovar y mejorar procesos de fabricación en el campo de los materiales y equipos metálicos, cerámicos y plásticos, escogiendo las maquinarias más adecuadas al proceso.
- Adaptar las nuevas tecnologías a las condiciones del medio. Montar y desarrollar sistemas de control de calidad según normas nacionales e internacionales.
- Administrar, supervisar, y controlar las actividades de empresas propias de los ramos de los materiales de ingeniería.
- Asesorar y promover ventas, en la industria de servicios, de todo tipo de materiales y equipos metálicos, cerámicos y poliméricos.
- Orientar como asesor en la selección y adecuación de los materiales según las necesidades de la industria.
- Estudiar y determinar las causas de fallas de todo tipo de materiales.
- Aplicar todas las herramientas modernas para la solución de problemas y optimización a los procesos relacionados con los materiales de aplicación en ingeniería y en otros campos, como la medicina con sus materiales especiales.

Perfil ocupacional del ingeniero de materiales

Los conocimientos y capacidades adquiridas permitirán que el ingeniero de materiales pueda desarrollar actividades como:

- Buscar, organizar, interpretar y utilizar la información técnica acerca de la obtención y el procesamiento de los metales, cerámicos y polímeros.
- Desempeñarse en el campo de la docencia, dada su amplia gama de conocimientos ingenieriles y básicos.
- Participar, en el campo de la investigación, en la realización de proyectos de las áreas específicas e interdisciplinariamente en proyectos de ingeniería.

- Colaborar, con mente amplia y creativa, en el desarrollo de ideas que conduzcan a la creación y generación de empleo con la formación de empresas.

Con las anteriores características se entiende que los ingenieros de materiales están en capacidad de incrementar fuertemente la competitividad de las empresas al optimizar en ellas, las aplicaciones de los materiales en todas sus formas. En su campo específico el desarrollo y mejora de los materiales eleva la calidad y productividad de las empresas del sector y puede llevar a la creación de nuevas empresas o a la mejora de las existentes [4].

La ingeniería de materiales en la Universidad de Antioquia y la competitividad del sector productivo

Desde los orígenes de la Universidad de Antioquia, el estudio de los materiales ha sido una preocupación constante, en sus escuelas de ciencias y en la de ingeniería, desde la Academia de Ingenieros de 1814, en la que se aprendió a manipular metales para la producción militar, pasando por las cátedras de minería, mineralogía, química y metalurgia durante el siglo XIX, el estudio de los recursos naturales, hasta los avances en el siglo XX con la ingeniería química, la física, la química, la ingeniería metalúrgica, la ingeniería de materiales y posteriormente los estudios e investigaciones de posgrado que han culminado en que los materiales sean una de las líneas principales de investigación en el doctorado en Ciencias Químicas y en la propuesta de doctorado en Ingeniería.

Los químicos y los ingenieros químicos formados en la Universidad han sido decisivos en la instauración de las industrias relacionadas con los materiales, ya se trate de metálicos, cerámicos o poliméricos, y en la historia de todas estas empresas, en la región, puede verse la impronta de estos profesionales.

Los ingenieros metalúrgicos elevaron la calidad de la industria metalmeccánica regional y debe hacerse especial mención de la escuela que crearon en el campo de la fundición del hierro nodular, un material especialmente apropiado para países como el nuestro y que tales ingenieros perfeccionaron, al punto de que su producción en un horno económico como el cubilote es todavía un campo activo de investigación en la Facultad.

Empresas creadas por los ingenieros metalúrgicos y de materiales

Siempre la ingeniería ha contribuido a mejorar la competitividad del sector productivo; el departamento de Ingeniería Metalúrgica ha prestado servicios de asesoría, consultoría y laboratorio a las industrias metalmeccánicas de todos los tamaños. Los estudiantes han realizados prácticas y proyectos en numerosas industrias. Sus egresados han creado empresas de manufactura y servicio que son soporte esencial para la competitividad de las industrias de todo tipo. Entre ellas se pueden mencionar:

- Soldaduras Industriales Ltda. (soldaduras, equipos para soldar y afines).
- Sadelec (galvanostegia).
- Fundiciones Victoria (fundición de materiales férreos y no férreos).
- Endicontrol Ltda. (ingeniería de ensayos no destructivos).
- Incomat Ltda.(ingeniería de corrosión y materiales).
- Corrosión y Protección Ltda.
- Fimaq (fundición de aleaciones no férreas).
- J. W. Ingenieros (ingeniería de montajes y ensayos).
- Ojeda y Cía. (ingeniería de montajes y ensayos).

- Recubrimientos Metálicos (galvanoplastia).
- Todo Herrajes (productos eléctricos).
- Trefilados Andinos (trefilación).
- Ecorreciclaje (reciclaje de plástico).
- Materiales Metalúrgicos (insumos para la fundición y la industria galvánica).
- Girando Ltda. (comercialización de materiales y otros elementos).
- Metalcobre (producción y conformación de aleaciones de cobre).
- Soldaduras Especiales (soldaduras y recubrimientos).
- Manuel Eugenio Díaz Ltda. (metalurgia extractiva)
- Asesorías Mineras G. Pacheco H. (metalurgia de metales preciosos).
- Fundesa (fundición de precisión).
- Cortes y Doblados (corte y conformado de metales).
- Sellos y Empaques Ltda. (empaquetaduras y empaques).
- Galvatubos Ltda. (recubrimientos galvánicos).
- RSI (recuperación de sólidos industriales).

En los últimos años los grupos de investigación de la Universidad de Antioquia han realizado numerosos trabajos para la industria, los cuales sería dispendioso enumerar acá. Puede mencionarse el estudio sobre los costos de la corrosión en Colombia, el desarrollo de sistemas de protección anticorrosiva, los sistemas de recuperación del mercurio de las amalgamas, la recuperación de instrumental quirúrgico mediante galvanostegia y además algunos proyectos específicos, ejemplos de los cuales se describen a continuación.

Planta piloto ecoeficiente

En las PYME del subsector nacional de la fundición —y en general en los países en desarrollo— se usa el horno de cubilote, por su economía y sencillez de operación. Las capacidades corrientes son de una a dos toneladas por hora. Sin embargo, estos equipos han perdido competitividad porque producen un elevado nivel de contaminación atmosférica, pues emiten grandes cantidades de material particulado, gases tóxicos y además desperdician energía, pues los humos salen a temperaturas entre 600 y 800 °C.

Con tales problemas en mira, en 1995, el grupo Gipimme, del Departamento de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales, con la financiación de la Universidad de Antioquia y la fundación suiza Promoción de la Pequeña Empresa Ecoeficiente en Latinoamérica, Propel, llevó a cabo un proyecto para controlar las emisiones contaminantes del horno de cubilote. Se diseñó un horno de este tipo con un sistema de recuperación de polvo y monóxido de carbono, mediante un ciclón de alta eficiencia y un posquemador de gas. El calor se recuperó con regeneradores térmicos de lecho empacado [5].

El resultado obtenido con este prototipo fue tal, que no sólo se controló la emisión de polvos contaminantes hasta límites más allá de lo exigido, sino que, al recuperar el calor, la calidad y la productividad del proceso de fusión se elevaron apreciablemente. Así la producción metálica se incrementó 50%, la temperatura en la piqueta se elevó 7% y disminuyó el contenido de azufre del metal [6].

El hecho de cumplir con la normatividad ambiental asegura la supervivencia de las PYME que usan este horno y el incremento en producción y desempeña un papel decisivo en la competitividad en todo tipo de mercado.

El principio de recuperación de calor de los humos es extensible a todos los equipos que tienen

procesos de combustión, como calderas, secadores y todo tipo de hornos, que normalmente desperdician un altísimo porcentaje de energía al emitir gases calientes a la atmósfera.

La siguiente etapa, en desarrollo, es la instrumentación y automatización del horno, lo que permitirá tener una planta ecoeficiente para la fundición de hierro en unas condiciones muy atractivas para los pequeños y medianos fundidores. Es decir, es una tecnología especialmente adecuada para las condiciones de países como el nuestro.

Todo esto es prueba tangible de cómo la ingeniería mejora directamente la competitividad de las empresas [7].

Producción de hidroxiapatita

La empresa Biomateriales U. de A., actualmente en fase de incubación y adscrita al programa de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica de Antioquia, está realizando trámites para los estudios de mercado del material "hidroxiapatita" y la puesta a punto de dos prototipos a escala industrial, con el apoyo del Fondo de Capital Semilla del SENA. Inicialmente, se producirá hidroxiapatita sintética de porosidad inducida, en sus calidades biorreabsorbible y no reabsorbible, en tres diferentes granulometrías.

La hidroxiapatita es el compuesto natural constituyente de los huesos. Dicho material fue sintetizado con éxito en el Laboratorio de Cerámicos de Ingeniería de Materiales. A este material, en su procesamiento, se agregan otros que forman poros, de tal manera que el producto final se asemeje al hueso natural en estructura cristalina y porosidad. Todo el trabajo de síntesis, caracterización química y cristalográfica, así como la evaluación en modelos animales fueron realizados íntegramente en los laboratorios de la Universidad de Antioquia adscritos a las facultades de Ingeniería y Ciencias Agrarias.

Los estudios de implantación de la hidroxiapatita Universidad de Antioquia en conejos han demostrado que es biocompatible y no será rechazada por el cuerpo. La cristalinidad del producto, que está de acuerdo con el grado de biorreabsorbibilidad, se logra mediante un tratamiento térmico adecuado, que puede variar desde 800 a 1.050 °C.

El producto, en sus diferentes presentaciones y cristalinidades, tiene su principal aplicación en cirugía máxilo-facial y odontológica, con otros usos en los campos de la oftalmología y la ortopedia. Se usa como inductor de hueso mandibular o como soporte temporal para la formación de hueso nuevo, para el aumento de rebordes alveolares y como globo ocular permanente en pacientes anoftálmicos. En nuestro medio, está comenzando su uso en ortopedia, en forma de recubrimiento de prótesis de titanio o simplemente como relleno en grandes defectos óseos.

Los costos de fabricación de la hidroxiapatita producida en nuestro laboratorio son muy inferiores a los costos de las hidroxiapatitas que se consiguen en el mercado, de procedencia foránea. Por esa razón, se hizo un sondeo del mercado para estimar la viabilidad de fabricarla en nuestro medio y suplir la demanda nacional. El Plan de Negocios resultante, sirvió de base para acceder a los recursos del Fondo de Capital Semilla del Sena, por un valor de 125 millones de pesos.

Paralelamente, la Universidad está realizando gestiones para lograr la adecuación de Laboratorio de Investigación y Desarrollo en la Facultad de Ingeniería y el Bioterio para la evaluación en modelos animales en la Facultad de Ciencias Agrarias.

Desarrollos en proceso, como los bloques macroporosos, las mezclas de hidroxiapatita-proteína morfogenética ósea e hidroxiapatita sintética compacta, están también como futuros productos, que a mediano plazo serían ofrecidos por la empresa.

El CTF

A raíz del éxito obtenido con el proyecto de desarrollo del cubilote ecoeficiente, en julio de 1997, mediante un convenio interinstitucional entre la Universidad de Antioquia, Propel y la Fundación Swisscontact se estableció el CTF, Consultorio Técnico de Fundición, que prestó asistencia técnica al sector metalúrgico-metalmecánico en Medellín. Se tenían ingenieros de planta y estudiantes, que con el apoyo del personal y los laboratorios de la facultad, asesoraron a las PYME en fundición, durante dos años, en muchos aspectos técnicos y organizativos.

El éxito logrado permitió la creación de un programa más amplio: el CTF-IME.

El CTF-IME

Este centro de desarrollo metalmecánico es una continuación del CTF. Como ahora su radio se ampliaba a la Industria Metalmecánica Ecoeficiente (IME), éste era el nombre propuesto, sin embargo, no se quiso desechar el buen nombre ganado por el CTF y por ello se combinaron los dos nombres: CTF-IME.

Es decir, teniendo en cuenta la respuesta positiva de las empresas y la creciente necesidad de implementar procesos ecoeficientes en el sector y con el co-financiamiento de la Fundación Suiza para el Desarrollo Sostenible FUNDES y la Fundación Swisscontact, en julio de 1999, la Universidad de Antioquia, dio continuidad al CTF con la Corporación Centro Tecnológico de la Industria Metalúrgica Ecoeficiente, CTF-IME.

Esta corporación ha ejecutado diversos proyectos de asistencia técnica y administrativa en diversas empresas en temas como fundición, soldadura, tratamientos térmicos, gestión ambiental, gestión de la calidad, planeación estratégica, mercadeo, costos y presupuestos, entre otras actividades. Para atender estas demandas, la Corporación CTF-IME se integra y suma esfuerzos para mejorar la eco-eficiencia, calidad, productividad y gestión administrativa, en especial

de las pequeñas y medianas empresas, con importantes entidades.

En la actualidad son socios del CTF-IME la Universidad de Antioquia, la Universidad Eafit, Fundes Colombia, Sofasa S.A., Sabaneta Cast Metal Foundry, CDT Metalmecánico y con ellas la Corporación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia CTA, entidad que se encarga de promover el desarrollo tecnológico y la gestión empresarial de las organizaciones en Antioquia; todas, incluida la corporación CTF-IME, regidas por el programa Regional de Competitividad y bajo la política nacional de Ciencia y Tecnología.

En la atención a las industrias, la Corporación CTF-IME ha adquirido su experiencia con la ejecución de diferentes programas nacionales e internacionales como han sido:

- Banco Interamericano de Desarrollo, BID-Javeriana.
- Programa Senior Expert Corps de Suiza.
- Colciencias, Red de Diseño Moldes y Troqueles.
- Sena, Programa de Mejoramiento Continuo PNMC.
- Sofasa, Programa de Potenciación de Proveedores.
- ARP Colmena Riesgos Profesionales, Diseño e ingeniería de soluciones en riesgos.

De esta manera, la Corporación CTF-IME atiende a la industria antioqueña, y en algunas ocasiones a empresas de otras regiones, en el mejoramiento de sus procesos y productos, con asesoría, consultoría, capacitación e investigación aplicada en actividades y proyectos, tanto técnicos como administrativos.

Algunas de las áreas que se trabajan son:

- Rediseño de productos y procesos.
- Diseño de equipos.

- Soldadura.
- Fundición.
- Mejoramiento de la calidad.
- Ensayos de laboratorio.
- Mejoramiento ambiental.
- Costos y mercadeo.
- Estrategias de competitividad.
- Planeación estratégica.

Se destacan los siguientes proyectos ejecutados, algunos en compañía de los organismos socios de la Corporación CTF-IME:

- Análisis de falla en componentes, equipos y materiales para diversas industria con proposición de soluciones para cada uno de los casos atendidos.
- Caracterización de materiales para el mejoramiento de los procesos y los productos.
- Solución de problemas en diversos procesos como soldadura, fundición, automatización, forja, troquelado.
- Implementación de procesos ecoeficientes.
- Consultoría para la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad con normas ISO-9000 y 14000.
- Cursos sobre competitividad.
- Capacitación en mercadeo y costos.
- Consultoría en planeación estratégica.

Especial atención merece el trabajo conjunto que se realizó entre la Corporación CTF-IME, Swisscontact y Sofasa, el cual consistió en diseñar un procedimiento de asesoría y capacitación en el tema de troquelaría para un grupo de empresas, medianas y pequeñas proveedoras de Sofasa, para lo cual se contó con un experto suizo en troquelaría.

Igualmente la Corporación presta actualmente servicios de laboratorio para el ensayo de materiales a diversas empresas de la ciudad de Medellín y de otras ciudades; está trabajando en la conformación de un centro especializado en el diseño de equipos, máquinas y herramientas, con énfasis en nuevos materiales y con el objetivo de propender a la sustitución de importaciones y la transferencia de tecnología. Este proyecto es auspiciado por Colciencias y Ecopetrol, entre otras organizaciones.

Se trabaja en diversos proyectos de nivel nacional y que son patrocinados por el SENA. Son dos los programas de esta entidad:

- PNMC: Programa Nacional de Mejoramiento Continuo
- PNAC: Programa Nacional de Aseguramiento y Certificación de la Calidad.
- En estos dos programas La Corporación CTF-IME ha calificado con 14 proyectos, de los cuales ha atendido 6 empresas hasta el momento, en temas como:
 - Mejoramiento de las condiciones de procesos de fundición y tratamientos térmicos.
 - Mejoramiento de los procesos de pintura, corte, soldadura y ensamble de estructuras metálicas.
 - Diseño y fabricación de equipos de vaciado de materiales no ferrosos en moldes permanentes.
 - Mejoramiento de los procesos de fundición y centrifugado para la producción de camisas de motor.
 - Diseño y puesta a punto de hornos de fundición

La Corporación CTF-IME viene adelantando asistencias técnica y administrativa con las micros y pequeñas empresas que a su vez son proveedoras de bienes y servicios de otras compañías

medianas y grandes. En las actas de reformas estatutarias y en el certificado de existencia y representación legal de los anexos 2 y 3, se especifica que el objeto principal de La Corporación CTF-IME es la promoción de la competitividad en las empresas de transformación con énfasis en MIPYME del sector metalmeccánico en Colombia.

En la práctica, la Corporación CTF-IME ha atendido a lo largo de su existencia a PYME del sector metalmeccánico, y relacionadas con este, en asuntos de asistencia técnica y administrativa para la solución de diversos problemas, capacitación, asesoría, investigación aplicada, análisis y ensayos de laboratorio, mercadeo, costos, trabajo en equipo, planeación estratégica y competitividad, entre otras actividades.

Esta labor ha consistido, entre algunas aplicaciones realizadas, en la transferencia de tecnología en el mejoramiento de sus procesos de fabricación con el rediseño de equipos, selección de materiales, asesoría en control de calidad y determinación de especificaciones del producto y servicio con la ayuda de ensayos de laboratorio.

En la atención a las PYME la Corporación ha adquirido una importante experiencia en varios campos como son el diagnóstico, diseño del plan de trabajo y ejecución del mismo. Lo anterior se da en el marco de la ejecución de un programa del BID que es coordinado en Colombia por la Universidad Javeriana, que cuenta entre sus operadores con la Corporación CTF-IME. Este programa consiste en dar asistencia técnica y administrativa a PYME.

Así pues, la Corporación CTF-IME es un centro de desarrollo tecnológico de cooperación internacional, creado para prestar asistencia técnica, capacitación, investigación aplicada y servicios de laboratorio a las empresas del sector metalúrgico-metalmeccánico [8].

Conclusión

Se espera haber mostrado cómo la ingeniería de materiales (y su antecesora la ingeniería meta-

lúrgica) han contribuido y contribuye a la competitividad de las empresas. Esa contribución crecerá rápidamente, pues la Universidad de Antioquia, y ahora la Facultad de Ingeniería, han creado un programa de Gestión Tecnológica cuyos resultados deben traducirse en un más rápido tránsito de los resultados de investigación a la innovación tecnológica, de lo cual se han dado algunos ejemplos.

Sin embargo, para que todo esto se haga más efectivo es necesaria una redefinición desde del punto de vista de las empresas de la industria de materiales, en cuatro grandes áreas:

- Extender el valor de la propia ciencia de los materiales.
- Trabajar con los laboratorios institucionales del gobierno y de las universidades para establecer su propio papel en la construcción de una base aceptable de conocimientos para la comprensión fundamental de los materiales.
- Construir consorcios y coparticipaciones con clientes de todo el mundo.
- Integrar nuestro conocimiento y entendimiento con el de los demás para lograr los mejores niveles de funcionalidad social, económica y ecológica [9].

Referencias

1. Valencia, G., Asdrúbal, "Materiales que hacen civilización", *Legado del Saber*, Universidad de Antioquia, 2002.
2. Muzyka, D. R., "Materials Technology and the Materials Industry: A Critical Transition", *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol. 26B, junio, 1995, p. 417.
3. Valencia, Asdrúbal y Minotas, Julio César, "Génesis y evolución de la ingeniería de materiales en la Universidad de Antioquia", *Memorias V Semana Técnica de Metalurgia y Materiales*, Medellín, 1998, p. 18.
4. Valencia, Asdrúbal y Minotas, Julio César, "La ingeniería de materiales un balance entre la técnica, la tecnología y la ciencia", *Informetal*, 2002, p. 15.

5. Sáez, Alejandro, Mejía, Héctor Daniel y Carvajal, Óscar, *Mejoramiento de la Ecoeficiencia en el subsector fundición*, Proyecto de Desarrollo Empresarial, Fedemetal, Propel, Universidad de Antioquia, Medellín, 1996.
6. Mejía, Héctor Daniel, "Horno de cubilote eco eficiente", *Carta Metalúrgica* – Fedemetal, No. 396, octubre de 1996, p. 27.
7. <http://jaibana.udea.edu.co/investigacion/gipimme/>
8. CTF-IME, "Presentación", *Folleto promocional de la Corporación CTF-IME*, Medellín, 2002.
9. Brindebaugh, P. R., "50 Year View of Materials Science. 30 down and 20 to go", *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol. 26B, junio, 1995, p. 439.