

APLICACIÓN DE LAS BASES CONCEPTUALES SOBRE LAS QUE SUSTENTAR UNA NUEVA FORMACIÓN DE INGENIEROS A LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

Roque Calero Pérez
Dr. Ingeniero Industrial
Catedrático de Universidad
Departamento de Ingeniería Mecánica
Universidad de Las palmas de Gran Canaria

Índice:

1.- Introducción

2.- Concepto de ingeniería mecánica

2.1.- Definición

2.2.- Evolución histórica

2.3.- Áreas de actividad propias

2.4.- Conexión con otras ingenierías

2.5.- La ingeniería mecánica en el proceso productivo

2.6.- Órdenes de actividad en la ingeniería mecánica

3.- El ingeniero mecánico

3.1.- Concepto

3.2.- Conocimientos, capacidades y aptitudes en términos generales

3.3.- Conocimientos, capacidades y aptitudes de acuerdo a los órdenes de actividad

3.4.- Denominaciones de los ingenieros mecánicos de acuerdo a los órdenes de actividad

3.5.- Campos de actividad de los ingenieros mecánicos

3.6.- Modos de ejercer su actividad los ingenieros mecánicos

3.7.- Lugares donde ejercen su actividad los ingenieros mecánicos

4.- La formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica

4.1.- Introducción

4.2.- Contenidos generales de la formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica

4.3.- Órdenes formativos en la formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica

4.4.- Planes de estudio de grado en la formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica

4.5.- Formación de postgrado para el ejercicio de la ingeniería mecánica

5.- La investigación en ingeniería mecánica

6.- Profesorado para la formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica

1.- INTRODUCCIÓN

El presente documento es la extrapolación a la Ingeniería Mecánica de otro mas general denominado BASES CONCEPTUALES SOBRE LAS QUE SUSTENTAR LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA.

En tal documento se analizan los siguientes puntos:

- Concepto de ciencia (conocimiento de la naturaleza), tecnología (conocimiento sobre los procesamientos de materiales, energía e información para obtener productos, servicios y desechos) e ingeniería (aplicación práctica de la tecnología, a la que incorpora recursos económicos, recursos humanos y la gestión de los mismos).
- Las etapas del proceso productivo, desde la necesidad hasta su satisfacción: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo (incluyendo diseño técnico y diseño industrial), innovación, fabricación (producción), venta y servicios (mantenimiento), reutilización y eliminación.
- Los órdenes de actividad involucrados en el proceso productivo son siete: El primero engloba actividades de ejecución basadas en operaciones simples; el segundo engloba diversas actividades simples encadenadas (técnicas de ejecución); el tercero engloba actividades relacionadas con el mantenimiento de procesos de producción predefinidos (dirección de producción de procesos vinculados operacionalmente); el cuarto se refiere a labores de dirección de industrias complejas, que engloban procesos no vinculados operacionalmente; el quinto se refiere a labores de proyectación de instalaciones conocidas (propuestas técnicas); el sexto engloba labores de proyectación de industrias complejas no predefinidas ; el séptimo se refiere a la introducción de innovaciones en materiales, equipos, procesos, métodos de cálculo y diseño, etc. Como puede observarse, los órdenes 1º, 2º, 3º y 5º se mueven en el seno de una tecnología estática, mientras que el 4º, 6º y 7º impulsan el cambio tecnológico.
- La investigación tecnológica, diferenciándola de la investigación científica o humanista en cuanto a su aplicabilidad, distinguiendo entre investigación básica tecnológica e investigación aplicada. Además también se hace una distinción en cuanto a los resultados, distinguiendo los materiales de los inmateriales, así como a la peculiaridad de estar asociados a los derechos de propiedad, problemas en la comunicación de resultados, etc.
- Perfiles generales de la formación de ingenieros de acuerdo a los diferentes órdenes de actividad, señalando la aplicabilidad de la formación recibida, la multidisciplinariedad y la bidimensionalidad
- Contenidos generales de la formación de los ingenieros, que engloba materias científicas, tecnológicas, humanistas y económicas
- Órdenes formativos en la formación de ingenieros, en los que se acomodan estas formaciones a los diferentes órdenes de actividad, definiéndose así tres órdenes: primer orden formativo ,o formación de operarios especialistas, cubriendo el primer orden de actividad, de fuerte especialización, periodos formativos cortos y enseñanza de corte directivo; segundo orden formativo o formación de técnicos para mantener funcionando correctamente una tecnología conocida, cubriendo el segundo, tercero y quinto orden de actividad, de menor especialización que el anterior, duración media y enseñanza de corte directivo; tercer orden formativo, encaminado a generar el cambio tecnológico, cubriendo el cuarto, sexto y séptimo orden de actividad, fuertemente multidisciplinar, formación mas larga y de corte no directivo.
- Estructura de los planes de estudio, con una base común y dos ramas paralelas para la formación diferenciada del segundo y tercer orden formativo.
- Titulaciones conceptuales: Operario especialista (no contemplado en el seno de las universidades) para el primer orden formativo; Ingeniero de Aplicación (IA) para el segundo orden formativo; Ingeniero de Concepción (IC) para el tercer orden formativo. En

el caso de realizar cursos complementarios puede alcanzarse titulaciones dobles (por ejemplo, IA Naval e Industrial)

- Formaciones de postgrado, distinguiendo entre Master de Especialización (aplicable a ambos órdenes), Curso Complementarios que conducen a la simultaneidad de órdenes de actividad (aplicable a ambos órdenes formativos) y Curso Predoctoral (aplicable al primer orden formativo)

Todos estos apartados, ampliamente documentados en el referido documento, sirven de guía y referencia para la conformación de los estudios de Ingeniería Mecánica (o de otra especialidad de la ingeniería cualquiera)

2.- CONCEPTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

2.1.- DEFINICIÓN

En términos generales se define la ingeniería mecánica como la actividad humana encaminada a transformar la naturaleza al servicio de las necesidades del hombre, en los campos de la investigación, desarrollo, diseño, construcción, operación, mantenimiento y comercialización de sistemas y equipos mecánicos.

Estos sistemas y equipos mecánicos son de lo más variado, pudiendo ir desde máquinas motrices (motores de todo tipo), hasta instrumentos y aparatos (instrumentos de sonido, quirúrgicos, aparatos recreativos, etc.), pasando por la amplísima variedad de máquinas operadoras (máquinas para trabajar el metal, la piedra, la madera, etc.; máquinas de transporte de sólidos, líquidos o personas; máquinas para embalar, cerrar, etiquetar, etc.).

En el cuadro adjunto se muestra un esquema tipológico de las máquinas y los sistemas mecánicos, que dan una idea de su enorme diversidad. Sin ninguna exageración puede afirmarse que el hombre actual, en el mundo desarrollado, vive inmerso en un mundo de máquinas, un "mundo artificial" creado por el propio hombre...

2.2.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INGENIERÍA MECÁNICA

La ingeniería mecánica, como actividad humana diferenciada, puede decirse que nació con la máquina de vapor (constituye, por tanto, la rama de la ingeniería más antigua), y se expandió rápidamente a lo largo del siglo XIX y principios del XX. Esta expansión, principalmente cuantitativa, fue siendo sustituida, en la segunda mitad del siglo XX, por una expansión cualitativa, siendo las principales características de las máquinas más recientes su creciente automatización, su seguridad y fiabilidad, el empleo de nuevos materiales (principalmente aleaciones especiales y materiales sintéticos), los diseños más elaborados y soportados sobre herramientas conceptuales y matemáticas más potentes, la búsqueda de mayores rendimientos y, consecuentemente, menores consumos energéticos, y un progresivo respeto a la integración de la maquinaria en el medio, en aspectos relativos a disminución de contaminación, ruidos, vibraciones, etc.

Una de las repercusiones más trascendentes de la implantación de la moderna maquinaria ha sido la creciente y rápida automatización de los procesos productivos (fabricación "flexible") que si bien ha mejorado enormemente la productividad de los mismos, ha originado también graves tensiones en el trinomio tradicional salario-producción-consumo, que están obligando a importantes ajustes económicos, sociales, culturales, educativos, etc., en todo el mundo.

La situación actual y las tendencias futuras de la ingeniería mecánica pueden definirse por las características siguientes:

Diseño de máquinas cada vez más complejas, fiables, seguras, con mayores rendimientos, menos contaminantes, etc.

Diseño y construcción de máquinas y sistemas mecánicos al servicio de la salud, el ocio, el entrenamiento.

Diseño y construcción de máquinas y sistemas mecánicos para la explotación de los fondos marinos y del espacio exterior.

Diseño y construcción de máquinas para la automatización de los procesos productivos.

En la actualidad, y dada la insostenibilidad alcanzada en el modelo de desarrollo imperante en todo el mundo, la ingeniería mecánica tiene por delante una inmensa tarea, cual es la de re diseñar muchas de las máquinas actuales, y diseñar y construir otras nuevas, en el marco de una "tecnología apropiada", de manera que se alcance un desarrollo que sea realmente sostenible a lo largo del tiempo y en todo el planeta.

Como se ve, la ingeniería mecánica, que fue la primera en aparecer, no sólo sigue viva, sino incluso cada vez más pujante, constituyendo uno de los pilares fundamentales del desarrollo humano futuro. La ingeniería mecánica no sólo no ha sido desbancada u oscurecida por ramas más modernas (electrónica, por ejemplo), sino que, valiéndose de éstas, recibe cada vez nuevos impulsos...

La realidad es que la ingeniería mecánica desaparecería cuando el hombre ya no tuviera energía que transformar, nada que fabricar, nada que transportar, ..., en definitiva, cuando el propio hombre desapareciera como ser civilizado...

2.3.- ÁREAS PROPIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA

Tal como se deduce del propio concepto de ingeniería mecánica, refrendado por la tradición secular de esta disciplina, pueden considerarse tres grandes áreas de actividad industrial englobadas íntegramente dentro de la ingeniería mecánica:

Diseño, construcción, mantenimiento y operación de máquinas y sistemas mecánicos de todo tipo.

Procesos de fabricación de productos que requieran la conformación de componentes, lo que se conoce con más propiedad como tecnología mecánica (fabricación de piezas diversas, con diversos materiales, empleando diferentes tecnologías de fabricación...).

Transformaciones energéticas que concluyan en energía mecánica, y especialmente, las conversiones térmicas (incluyendo los conocimientos básicos de tales transformaciones, como "termodinámica", "termotecnia", "mecánica de fluidos", etc.)

2.4.- CONEXIÓN CON OTRAS INGENIERÍAS

Del propio concepto de ingeniería mecánica, y de la propia constitución de las máquinas y sistemas mecánicos actuales, se deduce la enorme multidisciplinariedad de esta rama de la ingeniería, así como sus diversas y profundas conexiones con prácticamente todas las ramas de la ingeniería, e incluso con otras disciplinas no ingenieriles.

En muchos casos, estas relaciones son directas, en la medida que la rama de ingeniería en cuestión no es más que un desgajamiento, por imperativos de la especialización, de la propia ingeniería mecánica. En otros casos la relación es íntima pero indirecta, en la medida que ambas se superponen en la producción de máquinas y productos (tal es el caso de la ingeniería mecánica y electrónica, que van de la mano en la mayor parte de la moderna maquinaria y procesos mecánicos).

Finalmente, la ingeniería mecánica actual, y mucho más en el futuro, mantiene una relación cada vez más estrecha con la medicina, constituyendo actualmente una nueva especialidad a caballo entre ambas, conocida como Biomecánica (entiende del diseño y fabricación de prótesis artificiales, instrumentos quirúrgicos y de rehabilitación, bombas extracorpóreas, etc.)

Asimismo, también mantiene una estrecha relación con las Bellas Artes, de manos de los nuevos y crecientes requerimientos del Diseño Industrial (fabricación de productos de consumo, en los que la estética pasa a ser un factor primordial).

En el cuadro siguiente se muestra en forma esquemática, las relaciones de la ingeniería mecánica con otras diversas disciplinas, señalando con tres asteriscos una intensa relación y con un asterisco una baja relación.

CONEXIÓN CON OTRAS INGENIERÍAS:

*** Ing. Aeronáutica (diseño, fabricación y mantenimiento de motores, mecanismos y sistemas mecánicos empleados en aeronáutica y astronáutica).

** Ing. Agrícola (diseño, fabricación y mantenimiento de maquinaria agrícola).

** Ing. Caminos, Canales y Puertos (diseño, fabricación y mantenimiento de sistemas mecánicos empleados en ingeniería civil: tractores buldozerz, grúas, etc.).

* Ing. Eléctrica (diseño y fabricación de componentes mecánicos de máquinas eléctricas; operación y mantenimiento de equipos mecánicos en centrales eléctricas).

* Ing. Electrónica (directamente en la fabricación de componentes electrónicos; Indirectamente, en la medida que la maquinaria moderna lleva asociada una gran carga de componentes electrónicos).

** Ing. de Materiales y metalurgia (diseño y fabricación de maquinaria para la obtención y elaboración de materiales de todo tipo).

*** Ing. de Minas (diseño, fabricación y mantenimiento de maquinaria para el laboreo de minas).

*** Ing. Naval (diseño, fabricación y mantenimiento de motores, equipos y sistemas mecánicos empleados en barcos).

** Ing. Nuclear (diseño, fabricación y mantenimiento de sistemas mecánicos empleados en las

centrales nucleares).

** Ing. Industrial (complementación de la mecánica, en la dirección y coordinación de todas las industrias mecánicas).

** Ing. Química (diseño, fabricación y mantenimiento de componentes mecánicos usados en las industrias químicas, de alimentación, etc.).

*** Ing. Textil y papelera (diseño, fabricación y mantenimiento de maquinaria para el trabajo de textiles y papel).

CONEXIÓN CON OTRAS ESPECIALIDADES

** Medicina (Biomecánica)

* Bellas Artes (Diseño Industrial)

2.5.- LA INGENIERÍA MECÁNICA Y EL PROCESO PRODUCTIVO

La ingeniería mecánica tiene que ver con todas las etapas el proceso productivo, a saber:

1.- Investigación aplicada

Sobre materiales, procesos de fabricación, nuevos mecanismos, máquinas y sistemas mecánicos, métodos para diseño y análisis, nuevas técnicas de ensayo y mantenimiento, nuevos, etc.

2.- Desarrollo

De nuevos componentes, máquinas y sistemas, o readaptación de los existentes, para la puesta en producción de los resultados de la investigación aplicada.

3.- Diseño Mecánico y Diseño Industrial

Diseño y rediseño de componentes mecánicos de todo tipo, concibiendo nuevos elementos, adaptando y modificando los ya existentes a condiciones particulares de trabajo.

4.- Ensayo y verificación

La aplicación de métodos y procedimientos para conocer el estado de las máquinas, su comportamiento en servicio, sus parámetros funcionales, el cumplimiento de las prescripciones de fabricación, etc.

5.- Fabricación

Producción de componentes y equipos de todo tipo, con toda clase de materiales, en cualquier industria, tanto mecánica como no mecánica, que requiera la elaboración y manipulación de componentes y sistemas, empleando para ello equipos mecánicos. Esto implica, fundamentalmente, la definición, la instalación y el control durante el funcionamiento de los equipos y sistemas de fabricación para que éstos se mantengan en sus límites correctos, permitiendo la fabricación de productos que cumplan los requisitos exigidos.

6.- Operación y mantenimiento

Manejo y control de sistemas mecánicos, estén o no asociados a procesos productivos, que por su complejidad requieran la aplicación de técnicas elaboradas para su correcto funcionamiento. Diagnóstico y pronóstico de averías de máquinas, así como las consecuentes reparaciones en las mismas, aplicación y vigilancia de programas de mantenimiento, etc.

7.- Comercialización y venta

De componentes, equipos y sistemas mecánicos, en la medida que estas operaciones comerciales, ligadas casi siempre a procesos productivos, requieren fuertes conocimientos técnicos para ser correctamente ejecutadas, ya que el vendedor actúa normalmente como puente entre el fabricante y el futuro usuario de la máquina, componente o sistema.

8.- Reutilización y eliminación

Reparación de componentes para su reutilización, conversión en nuevas materias primas, etc.

9.- Administración

Dirección y gestión, principalmente técnica, de empresas de todo tipo, en las que la componente mecánica y de fabricación sea elevada.

2.6.- LA INGENIERÍA MECÁNICA Y LOS ÓRDENES DE ACTIVIDAD

En el ámbito de la Ingeniería Mecánica pueden considerarse los siguientes órdenes de actividad:

Primer orden, relacionado con la ejecución de operaciones simples, correspondiente al operario especialista (soldador, tornero, operario de máquinas de CN, etc.).

Segundo orden de actividad, correspondiendo a la dirección técnica y control de operaciones simples encadenadas dentro de una tecnología conocida (control técnico del proceso de producción de agua potable en una planta desaladora, o de la fabricación de cajas de engranajes)

El tercer orden de actividad referido a la dirección de procesos de producción predefinidos guarda una relación indirecta con la ingeniería mecánica, en la medida que exige conocimientos y capacidades relacionadas con a organización industrial. No debe considerarse, por tanto, una actividad propia de la ingeniería mecánica convencional.

El cuarto orden de actividad, y por las mismas razones, tampoco debería ser considerada una actividad propia de la ingeniería mecánica convencional.

Lo mismo puede señalarse para el quinto y sexto orden de actividad.

El séptimo orden de actividad, relativo a la introducción de innovaciones en materiales, equipos, procesos, métodos de cálculo y diseño, etc. constituye otro pilar clave de la ingeniería mecánica. Ser trata de actividades que permiten superar los problemas de la obsolescencia de los productos y sistemas mecánicos, así como los generados por la competitividad y la propia evolución de la tecnología (en campos afines o conexos), tales como la investigación, el desarrollo y el diseño mecánico.

Como puede verse, los órdenes de actividad propios son el segundo y el séptimo.

Dentro del segundo quedan englobadas las actividades correspondientes a una "ingeniería estática", mientras que en el séptimo se engloban las actividades que generan "el cambio tecnológico".

3.- EL INGENIERO MECÁNICO

3.1.- CONCEPTO

Ingeniero mecánico es todo aquel, mujer u hombre, que a través de actividades de investigación, desarrollo, diseño, construcción, operación, mantenimiento y comercialización de sistemas y equipos mecánicos, coadyuva a crear y mantener un desarrollo industrial que permite transformar la naturaleza al servicio de las necesidades humanas.

El ingeniero mecánico, en su ámbito de competencias, es, en cierto modo, un "recreador" de la propia naturaleza, en la medida de que es capaz de "poner en ella", "algo" que anteriormente a su acción "no existía".

(Si se analiza bien qué es un automóvil, llegaríamos a la conclusión de que no es más que "trozos de naturaleza primigenia" - mineral de hierro, petróleo, etc.,- convenientemente "trabajada" y "ordenada", por multitud de personas, obreros y técnicos, haciendo uso de una "información" almacenada por sucesivos técnicos y científicos precedentes).

Sobre el ingeniero mecánico descansa, en gran medida, el desarrollo técnico, social y económico actual, y constituirá una pieza decisiva para el desarrollo de la humanidad en el futuro.

3.2.- CONOCIMIENTOS, CAPACIDADES Y APTITUDES DEL INGENIERO MECÁNICO EN TÉRMINOS GENERALES.

En términos generales el ingeniero mecánico en el ejercicio de su actividad pone en juego una serie de conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas durante su aprendizaje como estudiante y más aún posteriormente con la experiencia profesional y la continua actualización, que podrían resumir en las siguientes:

Conocimientos en materias científicas y técnicas de diversa índole, y con diverso grado de intensidad.

En este contexto, el ejercicio de la ingeniería mecánica requiere un alto grado de interdisciplinariedad de los conocimientos, dadas las profundas conexiones de la ingeniería mecánica con diversas ramas del conocimiento. En todo caso, los conocimientos en materias básicas (matemáticas, física, etc.), y en materias tecnológicas conexas (electrónica, electrotecnia, etc.) se circunscriben a los aspectos de éstas que resultan útiles para el ejercicio de la ingeniería mecánica (obviamente, no se precisarán los mismos conocimientos de matemáticas, por citar un ejemplo, para ingenieros que desempeñen labores de investigación, de los precisos para aquéllos otros que efectúen labores de mantenimiento)

Capacidad de análisis, en su triple vertiente: capacidad para descomponer un problema complejo en sus partes constituyentes; capacidad para establecer relaciones entre las diversas partes de un todo, que aún estando más o menos relacionadas, no sea explícita tal relación; capacidad de obtener la solución de un problema por medio de sucesivas etapas de razonamiento, encadenados entre sí.

Capacidad para "visualizar" y "modelar" sistemas físicos, es decir, capacidad para representar gráficamente una idea, o visualizarla a partir de la interpretación de unos dibujos (planos), así como formular "descripciones abstractas" de un problema físico mediante un "modelo matemático" teórico, de modo que las ecuaciones matemáticas que conforman el modelo "simulen" lo más realmente posible el comportamiento físico del objeto representado.

Capacidad de síntesis para, partiendo de una necesidad a satisfacer, ser capaz de crear, de diseñar, la máquina y sus componentes que la puedan satisfacer. Esta actividad, en cierto modo, es la contraria a la de análisis, pues se trata, en definitiva, de ir "componiendo" partes más o menos simples, para obtener al final un conjunto (máquina o sistema) de mayor complejidad. La síntesis mecánica (el diseño mecánico) es una actividad tremadamente compleja, que exige del ingeniero importantes conocimientos, en múltiples disciplinas, capacidad para modelar sistemas físicos, capacidad de análisis, conocimiento profundo de las técnicas de fabricación y de materiales, conocimientos de disciplinas concretas que pueden ayudar (o modificar) a encontrar una solución adecuada, conocimiento de técnicas de representación (dibujo) que permitan "comunicar" la idea, capacidad de "captar" necesidades humanas que pueden ser satisfechas mediante el diseño de nuevas máquinas o sistemas, discernimiento para "limitar" sus posibles actuaciones en el marco de una "ética profesional" acorde con los intereses superiores de la sociedad en la que se desenvuelve, etc..

Sensibilidad ante las necesidades humanas, así como al impacto social y ambiental de su acción.

Capacidad de organización y gestión de recursos técnicos, económicos y humanos.

En este contexto, el ingeniero mecánico precisa disponer de buenos conocimientos en materias económicas y sociales, que le permitan interaccionar adecuadamente con el personal colaborador y/o dependiente.

Obviamente, no todos estos conocimientos, capacidades y aptitudes se ponen en juego, o son exigibles, a todo tipo de ingenieros mecánicos y dependen del orden de actividad donde ejerzan su función.

3.3.- CONOCIMIENTOS, CAPACIDADES Y APTITUDES DEL INGENIERO MECÁNICO EN FUNCIÓN DE LOS ÓRDENES DE ACTIVIDAD

Los conocimientos, capacidades y aptitudes que en términos generales ponen en juego los ingenieros mecánicos en el ejercicio de su actividad quedan matizados de acuerdo al orden de actividad en que se encuentren integrados.

(A título de ejemplo, no se requieren los mismos conocimientos matemáticos en extensión y en profundidad para efectuar trabajos de mantenimiento que para aquéllos de investigación. Ni tampoco se requiere la misma sensibilidad y aptitud para trabajos de fabricación que para labores de diseño).

Teniendo todo lo anterior en cuenta podemos señalar, con bastante aproximación, como perfil profesional de cada tipo de ingeniero, los siguientes:

Segundo orden de actividad:

Conocimiento en materias científicas básicas (matemáticas, física, química, termodinámica, etc.) a nivel medio.

Conocimientos en materias técnicas más intensos en su propia área de especialidad (mecánica, tecnología mecánica, mecanismos, etc.)

Conocimientos de materias económicas y sociológicas a nivel medio, en aspectos relacionados con organización y gestión de la producción.

Cierta capacidad para trabajos prácticos (habilidades manuales).

Capacidad de análisis a nivel medio.

Capacidad de síntesis a nivel elemental.

Elevada motivación para trabajos de ejecución, de realización.

Elevada capacidad para organización, gestión y dirección de labores de producción y operación, en áreas concretas de actividad.

Dotes de mando y sociabilidad

Capacidad para integrarse en un grupo de trabajo.

Conocimientos de informática a nivel elemental.

Conocimiento de idiomas a nivel técnico, en el área de su actividad específica.

Séptimo orden de actividad:

Fuertes conocimientos en materias básicas científicas (como herramientas fundamentales para resolver los problemas surgidos en las labores de diseño e investigación)

Fuertes conocimientos en materias técnicas, incluso no directamente relacionadas con las áreas propias (elevada multidisciplinariedad)

Conocimientos en materias económicas y sociológicas a nivel medio, en aspectos relacionados con la organización y gestión de la producción, así como en aquellos aspectos que repercuten en las labores de diseño y cambio tecnológico.

Mínima capacidad para trabajos prácticos, casi siempre asociados a labores de ensayos y verificaciones.

Elevada capacidad de análisis.

Elevada capacidad para la "modelización" de sistemas físicos.

Elevada capacidad de síntesis, lo que implica habilidad para captar relaciones espaciales y visiones de conjunto, capacidad para adecuar la mente a situaciones diferentes de las perceptibles por los sentidos, capacidad de inventiva.y sentido de anticipación., sentido de la utilidad y capacidad de discernimiento, dotes estéticas que le permitan generar diseños "atractivos".

Sensibilidad ante las necesidades humanas y al impacto social de su acción.

Elevada motivación y capacitación para trabajos de gabinete y menor para trabajos de ejecución y fabricación.

Gran capacidad de trabajo y autodisciplina.

Capacidad de trabajo en grupo.

Dotes de mando y sociabilidad.

Gran capacidad para intercambio y procesamiento de la información.

Elevados conocimientos de informática, que le permitan su uso a nivel de diseño e investigación.

Dominio de idiomas, preferentemente inglés

Como puede observarse por los perfiles expuestos, la diferencia fundamental entre ambos se establece en cuanto que los primeros actúan en labores de ejecución y ordenación de trabajos dentro de procesos previamente definidos, mientras que los segundos actúan en labores no definidas, proponiendo, en base a un vasto ejercicio de la discrecionalidad, los propios procesamientos, equipos y materiales. La diferencia es, pues, claramente conceptual, cualitativa, y no meramente cuantitativa.

Naturalmente, el perfil profesional del ingeniero mecánico queda constituido no solo por los conocimientos, capacidades y aptitudes adquiridas a lo largo de su formación reglada, sino también por las formaciones de postgrado que pueda haber recibido y la experiencia adquirida a lo largo de su vida profesional.

3.4.- TITULACIONES DE LOS INGENIEROS MECÁNICOS

En el marco de las titulaciones universitarias, y de acuerdo a los órdenes de actividad en el ámbito estricto de la ingeniería mecánica (segundo y séptimo), las titulaciones conceptuales son las siguientes:

“Ingeniero de Aplicación Mecánico” (IA Mecánico), que es aquél que ejerce su trabajo en el segundo orden de actividad (fabricación, operación, mantenimiento, ensayos, comercialización, etc.)

(La denominación actual más común es la de Ingeniero Mecánico).

“Ingeniero de Concepción Mecánico” (IC Mecánico), que es aquél que ejerce su trabajo en el séptimo orden de actividad (diseño mecánico, investigación aplicada y desarrollo).

(La denominación más común es la de “Master en Ingeniería Mecánica”.

Evidentemente, esta clasificación no establece compartimentos estancos radicalmente separados entre las actividades desarrolladas por ambos tipos de ingenieros:

Existen labores de ensayo, por ejemplo, directamente relacionadas con las de diseño e investigación, u otras de fabricación ligadas con las de desarrollo.

En términos generales puede afirmarse que el correcto desempeño de las actividades propias del séptimo orden requiere el conocimiento, más o menos amplio, de las actividades propias del segundo, pero no al contrario.

En todo caso, esta división en dos tipos de ingenieros mecánicos no establece “per se” ningún tipo de prevalencia de un orden sobre otro. Es más, ambos son igualmente importantes pues de los dos depende por igual el desarrollo técnico, económico y social de cualquier comunidad técnicamente avanzada.

3.5.- CAMPOS DE ACTIVIDAD DEL INGENIERO MECÁNICO

De acuerdo con los campos de actividad de la ingeniería mecánica, puede considerarse como campos donde los ingenieros mecánicos pueden ejercer su actividad como tales los siguientes:

Investigación Aplicada

Desarrollo

Diseño

Ensayos y verificaciones

Fabricación (producción)

Mantenimiento y operación (de sistemas mecánicos complejos, que requieran la puesta en práctica de una técnica, y no de una labor especializada)

Comercialización y venta

Docencia

Administración

Todos estos campos de actividad involucran ingenieros mecánicos de aplicación y de Concepción

3.6.- MODOS DE EJERCER LA ACTIVIDAD EL INGENIERO MECÁNICO

El ingeniero mecánico, en cualquiera de sus dos tipos, puede ejercer su actividad profesional bajo dos modalidades:

Profesional libre

Profesional asalariado

En el primer caso, el ingeniero mecánico actúa como un consultor privado, que "vende sus servicios", mediante un contrato individual y temporal, a todos aquellos (particulares, empresas, organismos de la administración) que lo soliciten.

El ejemplo más claro de esta actividad es la confección de proyectos mecánicos (diseños de nuevas máquinas), realización de ensayos y verificaciones, informes de averías y accidentes en máquinas o causados por éstas, etc.

En el segundo caso, el ingeniero mecánico forma parte de la plantilla laboral de una empresa pública o privada, con unas responsabilidades específicas mediante el correspondiente contrato laboral.

Al margen de las dos modalidades mencionadas, también existen gran número de ingenieros, de ambos tipos, que ejercen actividades de dirección de empresas, como tales empresarios, y no como asalariados de las mismas.

3.7.- LUGARES DONDE EJERCEN SU ACTIVIDAD LOS INGENIEROS MECÁNICOS

Desde el punto de vista de su ubicación laboral los ingenieros mecánicos ejercen su actividad en:

Centros de investigación y desarrollo, públicos o privados
Centros de diseño mecánico, públicos o privados
Universidades y otras instituciones formativas
Organismos públicos de la administración
Empresas productoras
Empresas de comercialización

4.- LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS MECÁNICOS

4.1.- INTRODUCCIÓN

En términos generales, pueden apuntarse como los rasgos más característicos de la formación de los ingenieros mecánicos, en sus dos tipos, los siguientes:

Amplio carácter "multidisciplinar", en la medida que el desarrollo de cualquier producto ingenieril requiere el concurso de muy variadas disciplinas, en áreas científicas, técnicas, económicas, etc. En este contexto es importante el apoyo de conocimientos científicos básicos, aunque sólo en la medida que sean útiles, aplicables (por ejemplo, no se trata de saber matemáticas "per se", sino en la medida que estas sean aplicables a la resolución de problemas ingenieriles ...).

Acusado carácter "bidimensional" en la medida que el desarrollo de cualquier producto ingenieril requiere no solo el concurso de conocimientos mas o menos abstractos, sino también de los "modos de hacer".

Necesidad de aprendizajes relacionados con la aplicación "discrecional" de los conocimientos, con el discernimiento, es decir, que capaciten para la "toma de decisiones" entre un amplio abanico de posibilidades.

Conocimientos de técnicas tanto a nivel "internacional", como a nivel "local".
(La ingeniería, en la medida que su objetivo es "fabricar productos", no sólo ha de conocer el "estado del arte" al máximo nivel sino también tener muy presentes los "recursos reales" que están a su alcance, pues serán los que en definitiva permitirán la realización del producto diseñado).

Finalmente, y a título de resumen, el principal rasgo que ha de definir la formación de los ingenieros mecánicos, y que de alguna manera resume todos los anteriores, es que la "competencia", las "pautas de conducta" que los estudiantes adquieran con la misma han de ser "aplicables" y ello es cierto tanto si se trata de "usar" una tecnología desarrollada, como más aún, si se pretende contribuir a "generarla".

4.2.- CONTENIDOS GENERALES DE LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS MECÁNICOS

Desde el punto de vista de los contenidos, la formación de los ingenieros mecánicos, en sus dos tipos, puede dividirse en tres grupos de disciplinas:

Unas que podríamos denominar "básicas", que procuran los soportes científicos y técnicos para fundamentar las materias de la propia especialidad.

Otro grupo lo constituyen las "materias propias" de la especialidad, y por aplicación de las cuales el ingeniero mecánico puede ejecutar sus tareas como tal.

Un tercer grupo lo constituyen un conjunto de "materias complementarias", indirectamente relacionadas con la especialidad, pero imprescindibles también para el correcto desempeño de la ingeniería mecánica.

Materias generales básicas:

Algebra y cálculo matemático , Informática , Cálculo numérico , Física general , Mecánica de sólidos , Mecánica de fluidos , Termodinámica , Elasticidad y resistencia de materiales , Dibujo técnico, Materiales

Materias propias de la especialidad:

Cinemática y dinámica de máquinas (Teoría de Máquinas), Diseño y calculo de elementos de máquinas, Diseño de Mecanismos y Máquinas, Tecnología mecánica, Máquinas hidráulicas y de fluidos , Motores térmicos, Termotecnia, Maquinaria para transporte,

Materias complementarias de mayor interés para el ingeniero mecánico:

Electrónica Industrial , Regulación automática, Organización de la producción, Técnicas de Creatividad, Ética de la Ingeniería, Técnicas de Comunicación, Idiomas, etc.

4.3.- ÓRDENES FORMATIVOS, CONTENIDOS Y METODOLOGÍAS SEGÚN LOS TIPOS DE INGENIEROS MECÁNICOS

Como ocurre en cualquier otra ingeniería, la formación de los ingenieros mecánicos se engloba en los órdenes formativos segundo y tercero y de acuerdo con ellos pueden establecerse como diferencias más importantes entre ambas las siguientes:

Los períodos formativos son más largos para los ingenieros de Concepción que para los ingenieros Aplicación.

El grado de abstracción y profundización en los conocimientos también es mayor para los primeros.

El grado de interdisciplinariedad de los conocimientos también ha de ser mayor para los ingenieros de Concepción que para los ingenieros de Aplicación.

La especialización y concreción de los conocimientos recibidos es mayor en los ingenieros de Aplicación que en los de Concepción.

La importancia de la conceptualización en el enfoque de los problemas es superior en el caso de los ingenieros de Concepción que para los de Aplicación.

La importancia del análisis y la síntesis en el enfoque del aprendizaje es mayor en los primeros que en los segundos.

La aptitud (y actitud) para realizaciones materiales concretas, como resultado del aprendizaje, ha de ser mayor para los ingenieros de Aplicación que para los de Concepción.

De todo lo anterior se deduce que el proceso educativo difiere profundamente de un tipo de ingeniero a otro, tanto en los conocimientos adquiridos como en las metodologías consecuentes. A título de resumen, podríamos señalar como aspectos más definitorios:

Segundo orden formativo: Ingenieros de Aplicación Mecánicos:

Especialización más profunda en áreas concretas de la ingeniería mecánica.

Formación teórica media, de acuerdo con las exigencias de la especialización elegida.

Nivel de interdisciplinariedad media, de acuerdo también con la especialización.

Enfoque práctico de los conocimientos, sin excesivo énfasis en planteamientos teóricos y conceptuales.

Entrenamiento profundo para tomar decisiones correctas en las labores correspondientes a su especialización.

Habilidad para realizaciones materiales (aunque no a nivel de especialista).

Enseñanza de corte directivo, con recursos a formularios, catálogos y manuales de instrucciones.

Tercer orden formativo: Ingenieros de Concepción Mecánicos:

Formación teórica profunda y fuertemente multidisciplinar.

Enfoque conceptual de los conocimientos con énfasis en la discusión de los conceptos, la justificación de los supuestos, etc., más allá del uso de formularios y catálogos.

Escasa habilidad para realizaciones materiales concretas.

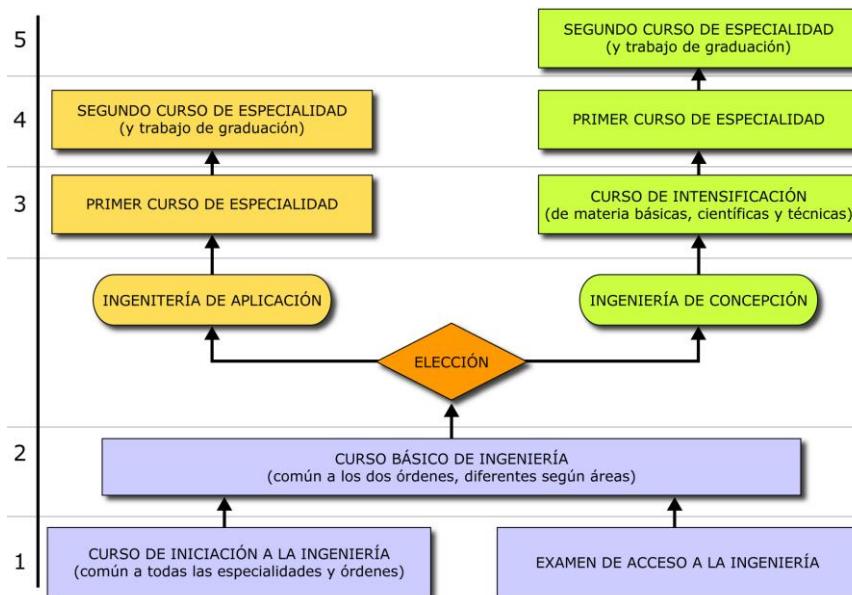
Entrenamiento profundo para la creatividad, el discernimiento, en labores no definidas previamente.

Enseñanza de corte no directivo, discrecional, con participación activa del estudiante, en la que destaque la discusión de los problemas, la ejecución de proyectos e informes, la participación en trabajos en grupo, la consideración de factores relacionados con aspectos económicos y sociales...

En resumen, una metodología encaminada a lograr lo que el estudio de una serie de materias disociadas no puede conseguir: el sentido del discernimiento, la capacidad de autocrítica, la cooperación en grupos de trabajo, las facultades de innovación, el sentido social de la acción ingenieril.

4.4.- LOS PLANES DE ESTUDIOS DE GRADO PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS MECÁNICOS

En el esquema adjunto se muestra la estructura básica de los estudios ingeniería mecánica en sus dos órdenes formativos



En primer lugar, los alumnos pueden optar por realizar en las Escuelas de Ingeniería un Curso de Iniciación, o por un examen de acceso a la Ingeniería equivalente.

En este curso, aparte de un conjunto de materias científicas básicas y tecnológicas, también se impartirá una materia de introducción a la ingeniería, informática e idiomas.

En este curso será común para todos los órdenes y áreas de especialización.

A continuación los alumnos ingresan en el curso básico de ingeniería, y en el área I (que comprende las Ingeniería Mecánica, Naval, Aeronáutica, Materiales y Minas).

Este curso se compondrá de materias científicas básicas (Matemáticas para Ingenieros, Física y Química para ingenieros, etc. y tecnológicas (materiales, técnicas de representación, etc.), y la diferenciación entre áreas se establece tanto a nivel de contenidos (no demasiado diferenciados) como mucho más a nivel de “enfoques en contextos diferenciados”.

Aprobado “íntegramente” este curso, los alumnos deberán elegir entre Ingeniería de Aplicación o Ingeniería de Concepción, cuestión esta para la que ya deben sentirse capacitados.

La elección debe ser libre (aunque podría condicionarse a calificaciones en ciertas materias) pero las posibilidades de cada alumno han de señalarse mediante un test y las propias calificaciones. (Ha de procurarse que la elección sea acertada, aún cuando sea libre).

Aquellos alumnos que hayan superado el curso básico de ingeniería, y opten por la Ingeniería de Aplicación, realizarán dos cursos de especialidad en el área de Ingeniería Mecánica, y en las intensificaciones seleccionadas, con los contenidos y metodologías propios del segundo orden formativo.

Al término de estos dos años, el alumno debe efectuar un trabajo de graduación que valide su formación como Ingeniero de Aplicación Mecánico.

Los alumnos que elijan Ingeniería de Concepción cursarán un año de intensificación en materias básicas, científicas y técnicas (relacionadas con las “Seis grandes áreas” previamente elegidas), con los contenidos y enfoques metodológicos propios del tercer orden formativo. Por tanto, este grupo sigue siendo ampliamente compartido por todas las ingenierías incluidas en el grupo I.

Al finalizar este curso, los alumnos han de elegir la especialidad Mecánica y cursar dos años de especialización, dentro de la metodología propia del tercer orden formativo.

Al término de estos dos años, el alumno debe efectuar un trabajo de graduación que valide su formación como Ingeniero de Concepción Mecánico. Tal trabajo debe contener un cierto nivel de innovación, por mínimo que sea.

Tanto en la Ingeniería de Concepción, como mucho más en la de Aplicación, los alumnos dispondrán de un conjunto de materias optativas que le permitan adquirir un perfil de especialización propio y/o de alguna manera relacionado con el entorno.

4.5.- LA FORMACIÓN DE POSTGRADO DE LOS INGENIEROS MECÁNICOS

La formación de postgrado de los ingenieros mecánicos, al igual que todos los demás, presenta tres vertientes diferenciadas: una encaminada a una profundización en las diferentes áreas de la propia ingeniería mecánica, otra encaminada a complementar la formación de cara al ejercicio de varios órdenes de actividad simultáneamente y otra encaminada a la investigación básica tecnológica y la docencia de alto nivel, es decir, al doctorado.

Los graduados que hayan cursado el segundo orden formativo tendrán tres opciones de formación de postgrado:

Master de Especialización, de un año de duración, que les permitirá profundizar en un campo muy concreto de la ingeniería mecánica de cara a una mejor integración en la empresa (Por ejemplo, un master sobre fabricación, operación y mantenimiento de aerogeneradores).

Curso Complementario relacionado con la Organización Industrial (que podría conducir o no a una doble titulación), de un año de duración, que les capacitará para ejercer el tercero y quinto orden de actividad.

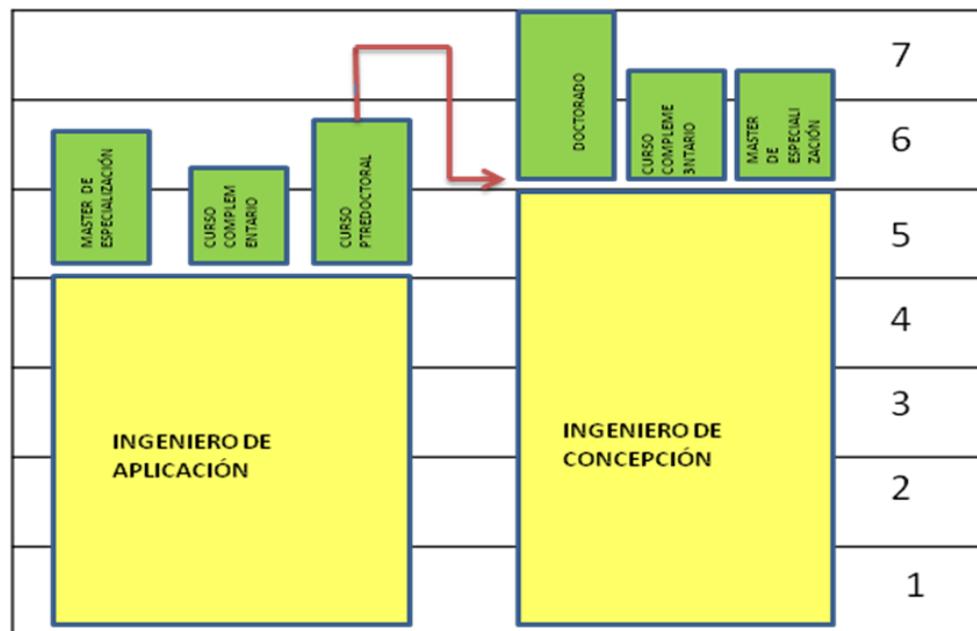
Curso Predoctoral, de uno o dos años de duración, que les proveerá de los conocimientos científicos y técnicos con la carga conceptual y metodológica que los equipare al Ingeniero de Concepción de cara a iniciar la formación de doctorado.

Los que hayan cursado el tercer orden formativo tendrán dos opciones de formación de postgrado:

Master de Especialización, que les permitirá profundizar en un campo concreto de la ingeniería mecánica, en el marco del séptimo orden de actividad (Por ejemplo, diseño de nuevos aerogeneradores).

Curso Complementario relacionado con la Organización Industrial, de un año de duración, que les capacitará para ejercer el cuarto y sexto órdenes de actividad.

Finalmente, aquellos que lo deseen pueden cursar, directamente, un programa de doctorado.



5.- LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA MECÁNICA

Si se analiza el proceso productivo desde la detección de una necesidad no cubierta hasta la disposición del producto en manos del consumidor aparecen con claridad cuatro etapas relacionadas con labores de investigación: la investigación básica, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Si se analiza el proceso productivo desde el punto de vista de los órdenes de actividad que se ejecutan en su seno se ve como el séptimo recoge las actividades relacionadas con la introducción de innovaciones en los productos, equipos y procesos, es decir, con la investigación.

En el campo de la ingeniería mecánica la investigación básica alcanza un matiz que es preciso considerar y que queda reflejado bajo el concepto de "investigación básica tecnológica".

En efecto, este tipo de investigación trata de descubrir aquellos aspectos de la naturaleza (originaria o modificada) que podrían tener una aplicación posterior en esta rama de la ingeniería.

Tal es el caso del conocimiento en profundidad de las superficies de los cuerpos para disminuir los rozamientos y desgastes (tribología), la modificación de los materiales a escala molecular para la fabricación de nanomáquinas, la investigación en nuevos materiales para alcanzar propiedades específicas (gran resistencia, por ejemplo), aplicaciones del laser a la fabricación de componentes, etc.

En cuanto a la investigación aplicada en relación con la ingeniería mecánica es preciso considerar dos vertientes de la misma:

La primera se refiere a la denominada investigación aplicada teórica o de propósito general, un ejemplo de la cual puede ser el estudio de las tensiones de contacto entre dos sólidos debido a la necesidad de disponer de engranajes que soporten cargas elevadas. O el desarrollo de programas de ordenador para el diseño optimizado y fabricación de circuitos impresos miniaturizados.

Ejemplos de este tipo de investigación son los nuevos métodos de análisis y síntesis de mecanismos, nuevos métodos de diseño y fabricación asistidos por ordenador, nuevos métodos para análisis de vibraciones en máquinas, nuevas técnicas de mantenimiento, nuevos métodos para diseño en base a fatiga y fractura materiales biocompatibles, dinámica aplicada de fluidos compresibles, nuevas técnicas de estudio para problemas acoplados de vibraciones mecánicas, de fluidos, de estructuras, mecatrónica, diseño y fabricación, técnicas avanzadas de mecanizado, fabricación por laser, electroerosión, técnicas de prototipado rápido, etc.

La segunda se refiere a la investigación práctica o de propósito específico, relacionada con el diseño de nuevos mecanismos y máquinas inexistentes con anterioridad y que supongan una innovación mas o menos radical en su concepción, cualquiera que sea el campo de aplicación y su interrelación con otras disciplinas, como puede ser el caso de una cabeza perforadora capaz de profundizar miles de metros en vertical y luego continuar la perforación en cualquier dirección horizontal o inclinada para permitir la explotación comercial de los gases naturales no convencionales. O diseñar la maquinaria precisa para construir circuitos impresos de alta densidad.

Ejemplos de este tipo de investigación son el diseño y desarrollo de prótesis artificiales y sistemas para medicina, diseño y desarrollo de nanomáquinas, máquinas para captación de energías renovables, máquinas de máxima eficiencia energética, maquinaria de transporte de nueva concepción, maquinaria para perforaciones profundas, máquinas para la exploración de fondos marinos, etc.

Por otro lado, la investigación básica y la aplicada en ingeniería mecánica presenta algunas peculiaridades en relación con la formación de los que la practican y para su promoción como investigadores.

En cuanto a la formación de los que practican la investigación aplicada en ingeniería mecánica, por su propia naturaleza, exige una alta dosis de creatividad, cuestión esta que va mucha mas allá de la disposición de conocimientos por amplios que estos sean. En este contexto es fundamental la formación de ingenieros mecánicos en técnicas de creatividad y de investigación.

En cuanto a la promoción de los propios investigadores hay que distinguir entre dos tipos de resultados de la investigación aplicada en ingeniería mecánica: los inmateriales y los materiales.

Los primeros se expresan en forma de documentos, programas de ordenador, etc., y casi siempre suelen tener una difusión internacional (sin restricciones) mediante las correspondientes publicaciones en revistas y ponencias en congresos especialmente cuando se lleva a cabo en el seno de las universidades, pero no así cuando se desarrolla en centros de investigación (y universidades) asociados a las industrias, o en el seno de estas.

Por el contrario, los resultados materiales de la investigación aplicada en ingeniería mecánica se reflejan en patentes de invención, en las que el inventor dispone de la propiedad intelectual mientras que el organismo que paga los trabajos dispone de la propiedad industrial (derechos de explotación) lo que supone, en muchos casos, la imposibilidad de difundir tales resultados.

Como consecuencia de lo anterior, el investigador en ingeniería mecánica puede encontrarse con serias dificultades para ser reconocido como tal.

6.- EL PROFESORADO PARA LA FORMACIÓN PARA EL EJERCICIO DE LA INGENIERÍA MECÁNICA

De acuerdo a todo lo señalado respecto a la formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica existen sustanciales diferencias entre los profesores que se dedican a la formación de ingenieros mecánicos y todos los demás, y que es imprescindible tenerlas en cuenta si se desea que la formación de los estudiantes de ingeniería mecánica sea correcta.

La primera diferencia tiene que ver con la multidisciplinariedad de la formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica (de los ingenieros), lo que se traduce en que sus profesores también han de poseer tal multidisciplinariedad de conocimientos para que las formaciones específicas que imparten puedan inscribirlas en el contexto global de esta rama de la ingeniería, logrando con ello la imprescindible motivación de sus alumnos.

(No se trata de explicar como se invierten matrices en la disciplina de álgebra, sino que ello debe exponerse como una necesidad asociada al análisis de las vibraciones en el eje de una máquina, por ejemplo)

La segunda diferencia tiene que ver con la bidimensionalidad de la formación para el ejercicio de la ingeniería mecánica, lo que implica que estos profesores no solo tienen que conocer los aspectos teóricos de la disciplinas que imparten sino también de los modos de aplicación de los mismos, lo cual exige, en mayor o menor grado, una conexión de estos profesores con el mundo real de la ingeniería mecánica, que obviamente no es el que se vive en el interior de las universidades. (Trabajos y estancias en empresas, proyectos en colaboración, etc.)

La tercera diferencia tiene que ver con los órdenes formativos implícitos en la formación de ingenieros mecánicos que introduce diferencias importantes no solo entre los profesores dedicados a la formación de ingenieros mecánicos de aquellos otros dedicados a otras profesiones no ingenieriles, sino también diferencias importantes entre los propios profesores de ingeniería mecánica (naturalmente, si se desea que la formación por ellos impartida sea adecuada, eficiente y aplicable, y que el rendimiento del sistema educativo sea óptimo).

En efecto, basta con analizar los conocimientos, capacidades y actitudes asociadas a los diferentes órdenes formativos, así como las sustanciales diferencias en las metodologías a aplicar en cada uno, para entender que los profesores también han de tener conocimientos, capacidades, aptitudes y metodologías claramente diferenciadas.

(Aunque sea un ejemplo extremo, es evidente que un doctor en ingeniería mecánica no sería el profesor más adecuado para impartir docencia en el primer orden formativo, por múltiples razones: su formación es inadecuada a tal fin, sus capacidades serían totalmente desaprovechadas, la transmisión de motivaciones al alumno se vería mermada o incluso podría ser negativa, etc.)

Las diferencias más sutiles, pero no por ello menos importantes, se dan entre los profesores del segundo orden formativo y los del tercero. En efecto, los primeros han de poseer un grado de multidisciplinariedad de conocimientos medios, un grado de profundidad y de abstracción de los mismos no muy elevado, un dominio de técnicas concretas, una metodología directivista y una gran conexión con las realidades industriales de la ingeniería mecánica, mientras que los segundos deben disponer de unos conocimientos fuertemente multidisciplinares, con un elevado nivel de abstracción y conceptualización de los mismos, una continua puesta al día de los conocimientos y técnicas en sus disciplinas, utilizando una metodología no directivista y con dominio de técnicas de creatividad capaces de inculcar en los alumnos las capacidades precisas para generar los cambios tecnológicos que de ellos se esperan.

Por todo lo expuesto parece evidente una clara separación del profesorado entre los dos órdenes, si se desea que la formación de los alumnos sea correcta, aún cuando esta separación no implique un orden jerárquico entre ellos (se trata de tareas diferenciadas pero igualmente valiosas)

(Normalmente un profesor traslada a sus alumnos sus conocimientos y sus motivaciones, por lo que si las mismas son ajenas al orden formativo donde imparte su docencia es muy posible que distorsione la formación de sus alumnos, o que se encuentre sometido a frustraciones, o que haga bajar el rendimiento del propio sistema educativo, etc. Tal podría ser el caso de un doctor en ingeniería mecánica, capacitado y motivado para la investigación y con una formación profundamente conceptual, obligado a impartir docencia en el segundo orden formativo, donde debe recurrir a unas enseñanzas casuísticas, con recursos a catálogos y una metodología no creativa)

Una cuarta diferencia tiene que ver con el acceso al profesorado de ingeniería mecánica (y de todas las demás) y aquí existen dos cuestiones diferenciadas: la primera tiene que ver con la titulación de origen

(ingeniero Vs. no ingeniero, o la de ingeniero mecánico vs. ingeniero no mecánico), y la segunda con la competencia que el mercado laboral externo al sistema educativo ejerce sobre el candidato a profesor. Por todas las razones expuestas es obvio que el profesor de ingeniería mecánica debe tener la formación de ingeniero mecánico, en el orden adecuado, lo que supone ser ingenieromecánico o tener una formación adicional que sea equiparable.

En cuanto a la competencia en un mercado laboral abierto lo único que puede resaltarse es la gran motivación por la docencia y la investigación que muestra la mayoría de estos profesionales, cuando podrían optar por otros trabajos mucho mejor remunerados y de mas rápida promoción.

Una quinta diferencia se refiere a la promoción interna de los profesores de ingeniería mecánica, a la consecución de una carrera profesional plena, lo cual va indisolublemente unido a las formas de evaluación de sus rendimientos como tales.

Como se desprende de lo señalado anteriormente es necesario diferenciar la promoción de un profesor de ingeniería mecánica (su carrera profesional) de acuerdo al orden formativo en el que se encuentre adscrito. En este contexto las diferencias mas acusadas se encuentran entre los profesores del segundo y del tercer orden, en la medida que una de las tareas de estos últimos es la formación de ingenieros mecánicos con capacidad de introducir cambios en la tecnología al uso, es decir, la realización de tareas de investigación aplicada e innovación. Y ello supone que tales profesores han de ser también investigadores y por tanto han de ser evaluados en esa doble faceta con vistas a su promoción profesional.

En relación a la promoción como docente de los profesores de ingeniería mecánica lo único que cabe decir es que por lo general esta poco valorada y con mecanismos de evaluación cuando menos poco rigurosos, y ello ocurre en todos los órdenes formativos.

Pero tal valoración es mucho mas deficiente en el tercer orden formativo, donde la evaluación como docente puede quedar enmascarada con la evaluación como investigador, siendo esta última la que impera en la mayoría de los casos (refiriéndose siempre a la figura del profesor - investigador, y no a la de investigador - profesor).

La evaluación de un profesor – investigador del tercer orden formativo está muy condicionada por aspectos inherentes a la propia ingeniería, a los resultados de tales investigaciones.

Así, cuando los resultados son documentos publicables puede valorarse por el nivel de la revista en que se publica, que a su vez exige una evaluación externa (por pares), mientras que cuando los resultados son patentes de invención el criterio mas extendido es su aplicación industrial es decir, su conversión en una innovación.

Tal situación de “acople” entre la “invención” y su puesta en práctica, cosa que muchas veces no sucede por razones muy diversas (muchos inventos de alto valor creativo permanecen inéditos por razones de competencia de mercado, por ejemplo), puede impedir el reconocimiento debido al ingeniero mecánico de concepción como “investigador en tecnología”.

(De hecho las revistas de alto impacto en áreas tecnológicas, y en especial en la Ingeniería Mecánica, no han surgido sino en fechas muy recientes, recogiéndose en ellas mas los trabajos de investigación básica tecnológica que de investigación aplicada, lo que de alguna manera han impulsado al profesor de ingeniería mecánica que buscaba su promoción dentro del sistema en centrarse mas en la primera que en la segunda, lo que ha significado, por otra parte, una progresiva separación del mundo académico del industrial, una especie de “teorización de la ingeniería mecánica”)

Las consecuencias de esta situación pueden ser muy negativas, especialmente cuando el grado de doctor es exigido para el acceso a la condición de profesor de ingeniería mecánica, no solo en el tercer orden, sino también, inexplicablemente, en el segundo.

La consecuencia es que muchos centros de formación de ingenierosmecánicos se van poblando de doctores no ingenieros, mientras que la promoción de los doctores ingenieros mecánicos (valoración de la investigación por sexenios) se dificulta enormemente, obligándoles a separarse, cada vez mas, de una investigación aplicada asociada a las realidades industriales de la ingeniería mecánica.

Todo ello se traduce, como no puede ser menos, en un progresivo deterioro de la formación de ingenieros mecánicos en sus diferentes órdenes.

Para evitar estos problemas es necesario reconocer un “estatus diferenciado” para el profesor – investigador del tercer orden formativo basado en el reconocimiento de sus méritos en los campos de la investigación aplicada y la innovación.

Incluso podría pensarse en el reconocimiento del grado de doctor a aquellos titulados del tercer orden formativo que a través de su actividad profesional hayan demostrado su capacidad investigadora (múltiples patentes o proyectos con alto nivel de innovación) y que mediante un curso corto de adaptación

puedan convertirse en profesores del tercer orden formativo, logrando con ello una máxima simbiosis entre la empresa y la universidad.

(Por todas las consideraciones anteriormente expuestas se está planteando en algunos países la posibilidad de distinguir entre dos tipos de doctores: el doctor tradicional (el “philosophy doctor” en la terminología anglosajona) propio de las áreas científicas y humanistas, es decir, las relacionadas con la investigación básica y el “doctor profesional”, relacionado con la investigación aplicada y la innovación