

REAL ACADEMIA DE DOCTORES

**CALIDAD Y COMPROMISO SOCIAL
EN LA
UNIVERSIDAD ESPAÑOLA**

DISCURSO

PRONUNCIADO POR EL

ILMO. SR. DR. D. FRANCISCO MICHAVILA PITARCH

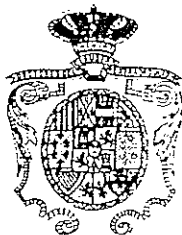
EN EL ACTO DE SU TOMA DE ACADEMICO DE NUMERO

DE LA REAL ACADEMIA DE DOCTORES

CONTESTACION

DEL

EXCMO. SR. DR. D. EMILIO LLORENTE GOMEZ



M A D R I D

1990

Sres. Académicos:

Mi respeto y gratitud a esta Real Academia de Doctores por acogerme en su insigne y docta Corporación. Sin duda, mi incorporación a ella corresponde a una prueba de generosidad más que a mis propios y reducidos méritos. Procuraré ser digno de este gran honor que se me confiere, aportando toda mi entrega en una tarea científica y universitaria honesta y rigurosa. Muchas gracias.

Al ocupar la vacante de la Medalla nº 5 de la Sección de Ingeniería de esta Real Academia, quiero dirigir mis primeras palabras, como cumple por cortesía, hacia quien la ocupó anteriormente hasta 1980, D. Juan Bonelli Rubio, ya que no tuve la ocasión de conocerle personalmente.

Juan Bonelli era Ingeniero Geógrafo y optó por la Especialidad de Geofísica, comenzando su actividad científica en colaboración con el destacado sismólogo, Alfonso Rey Pastor.

En 1.932, con motivo de la celebración del Segundo Año Polar Internacional, tuvo una intervención destacada en la obtención de uno de los dos únicos registros completos que de las variaciones del Magnetismo Terrestre se determinaron en la tierra africana cercana al ecuador. Aquellos registros han sido base durante décadas de numerosas hipótesis, teorías y discusiones sobre el Magnetismo Terrestre.

En 1.949, se incorpora al Instituto Geográfico y, como Jefe del Servicio Sismológico Nacional, realiza una activa labor científica, orientada a coordinar y a unificar la función de los Observatorios españoles, publicar un Boletín Sísmico conjunto, confeccionar el Catálogo Sísmico y el de Focos Activos Peninsulares e impulsar los estudios de Geografía Sísmica y de Sismotectónica.

Consecuencia de lo anterior es la designación del Prof. Bonelli, por parte de la Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, para la realización de diversos estudios. En particular, en 1.952, colabora en Stuttgart con la Comisión, designada en la Asamblea de Roma, para el estudio de problemas sísmicos de nuestro Continente, que da lugar, posteriormente, al Catálogo Sísmico Europeo.

Vicepresidente de la Comisión Sismológica Europea, Secretario perpétuo de la Real Sociedad Geográfica y fundador de la Sociedad Española de Matemáticas, es autor de diversos artículos científicos y comunicaciones en Reuniones internacionales.

1.- UNA RENOVACION INAPLAZABLE

La Universidad española está actualmente inmersa en un profundo proyecto de renovación, que es de esperar afecte a la formación de un amplio estrato social en el comienzo del próximo siglo.

Este proyecto no es casual, en efecto hay factores que lo condicionan y exigen. El acelerado cambio tecnológico, la variación del nivel cultural, económico y social del español medio, la integración de España en la vida económica europea y el desarrollo e internacionalización de la cultura, no son más que algunos de los factores capitales que, citados al azar, pueden ilustrar esta demanda.

La segunda mitad del Siglo XX, en la que nos toca vivir, está siendo testigo de un espectacular desarrollo de los conocimientos científicos y técnicos, de un cambio insospechado en los sistemas y en la filosofía de la comunicación, y de un utilitarismo de la Ciencia que en ninguna otra época histórica se ha dado.

Desde el punto de vista de la transmisión del conocimiento, cada revolución industrial lleva consigo un desarrollo de las enseñanzas y un cambio en los modos de enseñar y sus contenidos. Tras la primera revolución industrial, la enseñanza primaria vivió su momento de mayor desarrollo. Hoy asistimos a la generalización de las enseñanzas medias y a la diversificación y

extensión de las enseñanzas superiores; hechos éstos que se producen en cada país de forma diferente, según su riqueza, costumbres y necesidades.

No debe extrañarnos que los países con mayor desarrollo científico y técnico sean los que cuentan con una tasa más alta de escolarización en estudios superiores. Esto redundará en una población activa altamente cualificada, un elevado Producto Interior Bruto y un mayor bienestar colectivo, proporcionado en gran medida por las facilidades de acceso a la cultura de sus habitantes.

Desde el siglo XIII, la Sociedad viene requiriendo de la Universidad la formación de profesionales capaces de satisfacer sus necesidades, lo cual conduce a diferentes formas de relación y adecuación de los sistemas educativos a la demanda profesional; ésta es característica de cada época y de cada país, por lo que resulta difícil establecer una clasificación de los sistemas, basándose exclusivamente en aspectos objetivamente medibles, tales como tipo de titulaciones, duración de los estudios, número de estudiantes, etc.

Es, por otra parte, también variable la interrelación entre enseñanza y demanda social, dándose la circunstancia de que en ciertos países se han "desvinculado", no pudiéndose detectar una respuesta inmediata y flexible de detectar las enseñanzas al cambio tecnológico.

En el otro extremo del espectro, por ejemplo el sistema formativo francés tiene como principal prioridad la adaptación de las enseñanzas a la realidad profesional. Esto presenta como consecuencia la implantación de un sistema diversificado, en el que gran parte de los Centros de Enseñanza Superior no dependen del Ministerio de Educación, sino de Industria, Comercio, Cultura, Defensa o Asuntos Exteriores, por poner modelos.

Aunque puede parecer obvio en cualquier sistema educativo, lo verdaderamente importante del mismo es el grado de penetración en la formación superior de la realidad económica, social y cultural de sus correspondientes exigencias; ésto no sería posible sin la participación de profesionales en la selección de objetivos y definición de los planes de estudio.

De este proceso actual de renovación de la Univesidad española existen precedentes. Creo que todos conocen que hubo otra Ley llamada de Reforma Universitaria: la de Fernando de los Ríos, presentada en Marzo de 1.933, y cuyos aspectos más destacados eran: supresión de los exámenes por asignatura - sustituyéndoles por pruebas de carácter conjunto -, destierro del memorismo infantil y formación auténtica y personal, no basada en el "embotellamiento" de un cuestionario, libertad para que el alumno confeccionase su currículo, gran variedad de especializaciones y nuevas titulaciones, división de los estudios en dos períodos: uno de estudios básicos, y otro de especialización etc. Muchos de sus aspectos claves están hoy por alcanzar, y ésto ocurrió hace 56 años. Fue un proyecto de Ley, que las difíciles circunstancias políticas del último semestre de aquel año impidieron su posterior aprobación, ésto, en definitiva, debe constituir una llamada de atención sobre el retraso existente en una profunda renovación cualitativa de nuestra enseñanza universitaria.

Lo anteriormente expuesto no se trata de un ejemplo aislado. En España ha existido una tradición renovadora, que a través de la idea de: "primero educar y después enseñar", se vincula con la Institución Libre de Enseñanza. Paradigma de la misma es aquella frase hermosa de Julián Sanz del Río, cuando afirmada: "Trabajar con un libro en la mano y una azada en la otra".

El esfuerzo de acercamiento a Europa, que es eje capital de esta Universidad del mañana, a la cual me estoy refiriendo, se vincula con una corriente de pensadores sobre la modernización de las estructuras universitarias, en la que, entre otros, deben situarse a Francisco Giner de los Ríos, Gumersindo Azcárate y Fernandez Castro. Este último, en la apertura del curso 1868-69, en su condición de Rector de la Universidad Central de Madrid, afirmaba: "Hasta hoy, Sres., entre nosotros, apartados del movimiento cultural europeo, era considerada la enseñanza puramente como un ramo de la Administración, y la Universidad, como una Dependencia más, servida por una clase especial de funcionarios".

Nuevamente, como entonces, la renovación y cambio en la actividad y la actitud universitaria es en nuestra época más exigible que nunca. El ambiente en muchos Centros ha venido marcado por el escepticismo, la apatía, el conformismo y, por qué no decirlo, la mediocridad. Urge hoy afrontar los diversos problemas: organizativos, calidad de la enseñanza, el binomio desequilibrado enseñanza-educación, una formación muchas veces reducida a mera información, el compromiso investigador, etc. Frente a ellos todo aquél, tanto universitario como político, que se afane en renovar el ambiente universitario, en mirar hacia adelante, está en un mismo barco.

He escogido la palabra: renovar, pues es necesario romper con los viejos moldes que nos han ahogado y nos han impedido mirar más allá del cotidiano horizonte. En el umbral del siglo XXI, no se pueden seguir levantando banderas de falsos prestigios profesionales que dan la espalda a las demandas sociales. Ya sólo caben los prestigios que alcancen las verdaderas élites científicas o técnicas sin las cuales el país, como diría Saint-Simón, se convertiría en un cuerpo sin alma. El prestigio de la capacidad arrincona el prestigio de la casta, afortunadamente, en nuestros días.

Quiero escribir una breve reflexión sobre qué quiere decir la renovación del proceso educativo o, más concretamente, de la enseñanza universitaria. Esto significa un análisis, tanto de los contenidos como de los métodos. Aunque pueda parecer paradójico en nuestro tiempo, me atrevo a afirmar que a nuestros alumnos les enseñamos demasiadas materias; gestándose muchas veces los programas de unas disciplinas por agregación de nuevas materias sobre las ya impartidas, teniéndose la tendencia a una actitud más informativa que formativa en el Profesor. En muchos temas no se alcanzan objetivos educativos que vayan más allá de los niveles de conocimiento o de comprensión; la aplicación consciente, no por simple mimetismo, o el análisis o evaluación de procesos, raras veces forman parte de los objetivos de la formación de nuestros estudiantes. O lo que es más grave, ¿en cuántas asignaturas se realiza una formulación de objetivos en forma de conductas terminales del alumnos como etapa previa de la enseñanza?. Lamentablemente, la respuesta es que en muy pocas.

La realidad es que se tiende a explicar lección tras lección con un carácter enciclopedista, nada parece sobrar y todo ser imprescindible. Ciega postura ésta que conduce al alumno a ser un "pasivo" intermediario, pocos días antes de cada exámen, entre unos apuntes que la mayoría de las veces ni entiende y el cuestionario que debe responder para aprobar la asignatura en cuestión y con igual rapidez olvidar aquéllo que a desgana memorizó. IPero si hasta los ejercicios prácticos se suelen aprender con espíritu de recetario!. Y así no se consigue nada. Aunque se ha dicho muchas veces, lo vuelvo a repetir a modo de Sisífo: ¡Hay que enseñar menos cosas pero enseñarlas mejor!. Y, para ello, no basta con una permanente actualización de los contenidos, sino que también hay que renovar los métodos. Los métodos activos deben sustituir a los métodos pasivos. Hoy, cien años después, son ciertas las palabras de Giner de los Ríos: "No me parece difícil la opción. Y, sin embargo, cuánto tiempo ha de pasar antes de que penetre en la muchedumbre la convicción de esta verdadera perogrullada: que más vale harto conocer los humildes rudimentos de pocas cosas, que suponer que las conocemos a miles o a millones".

Por tanto, la metodología del trabajo intelectual, el hábito de la labor en equipo, la originalidad y la creatividad en la aplicación de aquello que se ha aprendido deben ser los puntos vitales de la labor renovadora.

No obstante, todo cuanto llevamos expuesto sería incompleto y hasta utópico si no fuese íntimamente unido a la actividad investigadora; a la investigación como motor renovador, además, de la función docente. De ella debe emanar la permanente actualización de los programas en cada disciplina.

También es necesario desmitificar aquellas imágenes ya amarillentas que del investigador posee el ciudadano medio. Investigación quiere decir casi exclusivamente trabajo, trabajo y trabajo, conectado con la realidad cambiante que nos rodea. Quiere decir íntima relación con los problemas reales y, con las necesidades industriales del país y sus posibilidades. La investigación aplicada como servicio y motor de la industria nacional. Es hora de que ésta deje de desconfiar de la Universidad.

La renovación de la Universidad, por tanto, debe contemplarse vinculando su apertura tanto a la corriente internacional actual como a la sociedad en la que se inserta y donde encuentra su razón de ser. Más que nunca hoy este análisis debe realizarse proyectándolo hacia el futuro, actuando sobre él, pues como confirmaba Gaston Berger, fundador de la Europa de la prospectiva, "mirar al futuro lo cambia".

En España el proceso actual de reforma de la Universidad se inicia con la promulgación de la L.R.U., el 25 de Agosto de 1983, en la cual se establecen las directrices de Reforma de la Universidad y la Enseñanza Superior. Tras un período en el que se ha establecido el régimen estatutario de las Universidades del Estado, su organización departamental y legislación respecto al régimen del Profesorado, se constituyó el Consejo de Universidades en 1985, a quien le corresponde la Ordenación Académica de las Enseñanzas, según Real Decreto de 14-12-87. Esta Ordenación tiene dos postulados básicos: redefinición de contenidos formativos y exigencias de los Planes de Estudio, y estructura cíclica de las enseñanzas.

Una vez establecidas las directrices generales de los Planes de Estudio, se formula como objetivo básico de la Reforma (además de la propia y tradicional de la Universidad de transmitir la ciencia y realizar investigación) la de acercar la formación universitaria a la realidad social y profesional de nuestro entorno, atendiendo a las nuevas demandas del mercado de trabajo.

Es en este momento donde nos podríamos plantear la pregunta ¿Es necesario un proceso renovador?. ¿Qué significa tal proceso?. Trataré de contestar desde una óptica muy personal a estas preguntas, aunque a la primera es obvia la respuesta y sólo cabe decir que los efectos sensibles de la misma no tendrán lugar antes del final de la próxima década. No obstante, debo exponer que en el trabajo: "Las situaciones y perfil del desempleo y subempleo de los titulados universitarios", editado por el Consejo de Universidades en 1988, se recogen un conjunto de sugerencias para adecuar la enseñanza universitaria al mercado de trabajo. Junto con los dos desafíos fundamentales que hoy se presentan: modernizar los conocimientos y enseñanza de la Universidad y disminuir en lo posible la desigualdad social

oportunidad de estudios superiores, el 51% de los titulados opina que el principal factor de adecuación es la mejora de contenidos y métodos. El 47% considera, como estudios complementarios de mayor prioridad, las prácticas en Empresas, y en la valoración de la importancia de las causas principales del paro y subempleo figura, en primer lugar, la falta de conocimientos prácticos y la no colaboración Universidad-Empresa.

También, es necesario tener en cuenta que por otra parte, la integración en la Comunidad Europea está introduciendo aspectos nuevos en este proceso. Así, el Acta única suscrito por los gobernantes de los países miembros de la Comunidad Económica Europea, tiene por objeto extender la Comunidad a campos sociales, educativos, culturales. En suma, sustituir la "Europa de los mercaderes" por la "Europa de los pueblos". El horizonte para este cambio es tan cercano como lleno de interrogantes. Así, al concluir 1992, que por varios motivos ha de ser un año de significación española, va a ser también el año de la plena integración. Nuestro país no debe perder esta ocasión histórica tan largamente esperada, pues ya, en 1.911, Azaña decía: "Durante nuestro sueño y divorcio de la corriente general del pensamiento europeo, las demás naciones han inventado una civilización de la cual no participamos, cuyo rechazo sufrimos y a la que hemos de incorporarnos o dejar de existir".

Y por último no puedo olvidar el factor que condiciona y determina la estrategia de renovación universitaria el grado de participación del Gobierno de una Nación en la organización de la enseñanza superior. Contemplando el panorama más allá del horizonte español, la primera apreciación es que es muy diferente de unas relaciones a otras.

Es conocido el caso norteamericano cuya Sociedad demanda profesionales muy especializados y donde la responsabilidad en materia educativa, tanto en los Centros públicos (menos del 50% del total con más del 75% de los alumnos), como en los privados, compete a cada uno de los Estados, limitándose la intervención del Gobierno Federal a una labor de ayuda financiera.

Las diferencias existentes entre los Estados y la gran autonomía que poseen, dá lugar a una estructura de la Enseñanza Superior caracterizada por su diversidad organizativa. Por todo ello, el sistema americano, junto con el británico, pueden situarse en el extremo opuesto a los tradicionalmente centralizados e intervencionistas de algunos países del Viejo Continente, como Italia y España, donde la Enseñanza Superior es impartida en Universidades e Institutos Politécnicos y Superiores, mayoritariamente públicos, siempre bajo el control del Estado.

Desde este punto de vista, Francia constituye un ejemplo de país intermedio, ya que la Enseñanza Superior se imparte en Centros públicos y privados, universitarios y no universitarios, que pueden depender, a su vez, de diferentes Ministerios (Educación, Industria, Comercio, etc.), cada uno con sus correspondientes títulos, que se interconexionan mediante un complejo sistema de "pasarelas".

La forma de estructurar las enseñanzas superiores es reflejo de la heterogeneidad conceptual de los diversos sistemas educativos. Así, en aspectos como duración, ciclicidad, planes de estudio, prácticas en Empresas, formas de acceso, etc., cada país tiene una características muy particulares. No es el objeto de este trabajo hacer una descripción detallada de cómo se desarrolla una carrera universitaria en todos y cada uno de los países de Europa y América, pero sí quisiera exponer, a continuación, algunos aspectos representativos.

La ciclicidad es un aspecto ambiguo; no siempre se entiende "ciclo de enseñanza" de idéntica forma, pero, con el objeto de centrar el tema, entenderemos de ahora en adelante ciclo como "unidad cerrada, con objetivos bien definidos y refrendados generalmente con un título". En este sentido, existe una fuerte tendencia hacia una estructuración de la enseñanza, generalmente en tres ciclos". El primero de ellos, con una duración de dos o tres años por término medio, puede estar dedicado al estudio de enseñanzas básicas, con un marcado carácter generalista y es preparatorio del segundo ciclo (DEUG francés o Candidato en Bélgica), o bien tiene un elevado contenido técnico y una marcada orientación profesional (DEUST en Francia, DHE o Bachelor en

Gran Bretaña, Graduiertes en la R.F.A., etc.). Estos últimos, de alguna manera son equivalentes, en el caso de la ingeniería, a nuestros estudios en Escuelas Universitarias, aunque suelen estar diseñados de forma que el acceso al segundo ciclo se haga de forma automática, sin necesidad de cursos "puentes". En nuestro sistema educativo, como es bien conocido, este paso automático no se permite, al menos hasta este momento.

El segundo ciclo tiene una duración, también, de dos o tres años. En él se imparte una enseñanza que abarca un campo más amplio y, a la vez, con mayor profundidad (Master en Gran Bretaña, Licenciatura en Francia, Diplomatura en la RFA, etc.). Se trata del equivalente a nuestra licenciatura. España e Italia constituyen en este sentido dos casos atípicos, pues no existe diferenciación alguna entre el primer y el segundo ciclo, otorgándose un único título al final de 5 o 6 años de estudio (Licenciado o Ingeniero en España, o Dottore en Italia).

El tercer ciclo se reserva para aquellos profesionales que piensan dedicarse, fundamentalmente, a la investigación. Su duración también es de dos o tres años, durante los cuales se cursa un programa de formación, al final del cual se ha de presentar una Tesis original. Los títulos que se dan son equivalentes al nuestro de Doctor, y su denominación también suele estar ligada a esta palabra en los diferentes países (Dottore en Investigación en Italia, Philosophy Doctor en los países sajones, Doktor en la R.F.A., etc.).

Un aspecto importante en las enseñanzas superiores es la forma en que se realizan las prácticas profesionales durante las mismas. Desgraciadamente, no se puede hablar de ello como algo muy estructurado y suele ser un punto débil del sistema. Sin embargo, hay notables excepciones: una de ellas la constituye el Reino Unido con los cursos "sandwich", consistentes en períodos lectivos donde se alternan cíclicamente las enseñanzas más o menos teóricas en los Centros de Enseñanza con estancias en empresas. La enseñanza de la ingeniería, en su segundo ciclo, está compuesta casi exclusivamente por cursos de este tipo. En otros países, como la R.F.A., es obligatoria una estancia mínima de seis meses en una empresa para la obtención de numerosos títulos, sobre todo los relacionados con la

Ciencia y la Tecnología.

En contraposición a lo anteriormente mencionado, hay países donde la falta de práctica profesional durante los estudios se trata de paliar dotando a los alumnos de becas de trabajo en empresas durante períodos no lectivos o al término de la carrera. En España no me resisto a citar la iniciativa de la Escuela de Minas de Madrid, que en su última reforma de los planes de estudio introdujo la estancia en prácticas durante un mes, en el transcurso de cada uno de los dos últimos cursos de la carrera, realizada en una empresa, como requisito indispensable para obtener el título.

No obstante, el auge experimentado en estos últimos años por las colaboraciones entre el mundo industrial y empresarial y la Universidad todavía no están generalizadas en nuestro país, y desgraciadamente aún sigue siendo poco frecuente el reconocimiento de la contribución que la empresa hace, puede y debe hacer al sistema educativo, especialmente en el nivel universitario. Los objetivos del sistema educativo deben ser objeto de debate, no solamente por parte de la Administración, los profesores, los padres y los alumnos, sino por la Sociedad entera y, desde luego, por parte de quienes son expresión concreta de la iniciativa pública y privada, creadores de riqueza y empleadores principales, es decir, los empresarios y las empresas, favorecidas o lastradas por un sistema educativo, según este bien orientado y sea eficaz o no.

De todos es conocido que la Empresa y la Universidad se enriquecen recíprocamente con el intercambio de experiencias y conocimientos entre los profesores de los centros educativos y los técnicos y trabajadores de las empresas. Esta relación conlleva un concimiento actualizado por parte de los profesores de las aplicaciones de las nuevas tecnologías que se van desarrollando en las empresas - las cuales, tradicionalmente, se incorporan con cierto retraso en la Universidad-, así como la posibilidad de impartir cursos de reciclaje y perfeccionamiento a los trabajadores y el personal técnico de la Empresa. Esta relación puede dar sus frutos en la realización de proyectos de investigación conjuntos.

Para el profesorado, la progresiva implantación de programas de cooperación Universidad-Empresa entraña un importante reto, puesto que significa una reconversión de su "rol" tradicional. Es necesario un cambio y una diversificación de las funciones sin parangón en el pasado. Se espera de los profesores que se conviertan en organizadores y guías del aprendizaje, relegando a un segundo término su antiguo papel de transmisores de conocimientos.

Se arrincona progresivamente la idea de los estudios universitarios como un conjunto de conocimientos lo más vasto y exhaustivo posible, cuya principal misión es la de capacitar al alumno para resolver todos los problemas que el ejercicio de su profesión le presente de por vida.

Esto conlleva que la formación empiece a ser concebida como un proceso abierto y permanente, en el que, necesariamente, ha de estar implicada la empresa. Desde esta perspectiva, carece de sentido retardar excesivamente la inserción del alumno en la vida laboral, so pretexto de aumentar aún más su bagaje de conocimientos académicos.

Por el contrario, se trata de reconocer y aprovechar el potencial formativo de la empresa, la cual, por sus características intrínsecas, está más "pegada" a la realidad que la Universidad.

En definitiva, las innovaciones van encaminadas a superar la vieja separación de los tiempos y espacios dedicados al aprendizaje, por un lado, y a la producción de bienes y servicios, por otro. Esta idea se inscribe dentro de una corriente más amplia, que postula la vinculación de la Escuela al medio, de la Universidad a la sociedad, de la ciencia a la vida; de la teoría a la práctica en suma.

Decía Hilbert: "Nosotros no somos poetas que podamos inventarnos cualquier cosa, nosotros tenemos que demostrar todo lo que afirmamos". Por ello, cuando se ha establecido como postulado básico del proceso de reforma universitaria el acercar la formación de nuestros titulados a la realidad social y profesional del contorno, dando respuesta a las nuevas demandas del mercado

de trabajo, pretendo presentar, en lo que sigue en este texto, algunas ideas sobre algo en lo que creo firmemente: en la irreversible y necesaria apertura de nuestras instituciones universitarias hacia la sociedad, en el acercamiento de ambas en aspectos relacionados tanto con la docencia, como con la investigación.

En resumen, en el horizonte universitario se plantea el reto trascendente de hacer profundamente las reformas de las enseñanzas universitarias.

2.- LA CALIDAD EDUCATIVA: LA OTRA REFORMA

En el transcurso de estos últimos cursos académicos hemos visto extenderse y generalizarse la necesidad de planteamientos de calidad del sistema educativo. Hoy puede afirmarse que es un tema vivo, actual, sobre el que se pronuncian las autoridades académicas en los diversos niveles cada vez que la ocasión es propicia: discursos en recintos universitarios, entrevistas Esto sólo puede alegrarnos, pues finalmente se centra la reforma educativa en su coordenada profunda: es la otra reforma.

Es necesario que la reforma educativa en efecto sea profunda (ly no un simple cambio de formal). En un sentido unamuniano del término se requiere "más que reformar metarritmizar nuestra función universitaria". Afrontar, en definitiva, ese gran reto de "acercar la formación universitaria a la realidad social y profesional de nuestro entorno" y "dar respuesta a las nuevas demandas del mercado de trabajo" como grandes objetivos a medio y largo plazo aunque ello comporte "inconvenientes, y no es el menor de ellos la expectación que los diseños puestos a prueba despiertan en el conjunto del mundo educativo y, de modo especial, entre aquéllos que los dan equivocadamente por irreversibles e inmutables", como decía en su última época como ministro José María Maravall.

Debemos destacar especialmente, dos aspectos que deben caracterizar el esfuerzo de calidad en la enseñanza: las componentes innovadoras de los programas formativos y la gestión de los recursos pedagógicos. Sobre el primero, se puede afirmar con rotundidad que a los

sumandos clásicos de la formación básica y la formación aplicada (en la mayoría de los casos, este segundo ha sido considerado secundario y menor; basta recordar que en la década pasada se llegaba a dar un valor mitad en el cómputo de las clases prácticas en la carga docente de un profesor) en la clásica ecuación educativa hay que incorporar dos términos de, al menos, igual valor e importancia: formación en comunicación y formación en innovación.

Los objetivos educativos no pueden limitarse a la simple transmisión de conocimientos y sus aplicaciones, sino que en los nuevos Planes de Estudios deben incorporarse otros hasta ahora no contemplados, relacionados con las habilidades y actitudes, igual de importantes, al menos, que los de carácter conocitivo. Habilidades como son hacer sus propios juicios independientes, ser capaz de obtener información con eficacia, pensar creativamente Actitudes como el entusiasmo por aprender (¡algo no baladíl!), el conocimiento y arraigo en la sociedad y sus problemas En definitiva, se trata de "enseñar a ver", como decía recientemente Vicente Sos, en una tertulia en la Institución Libre de Enseñanza.

La ecuación de la formación no puede, si queremos hacer bien la otra reforma, la de calidad e innovación educativa, limitarse a los dos sumandos clásicos antes mencionados. Hay que añadir al mismo nivel y al menos con la misma importancia estos otros dos: comunicación e innovación. En un marco europeo caracterizado por la competencia, los nuevos titulados no basta con que adquieran una sólida base de conocimientos, sino que deben ser capaces de transmitir sus ideas, sus iniciativas con la misma solidez, y ésto no puede dejarse a la intuición e imaginación individual. Nos corresponde como responsabilidad prioritaria formar alumnos no conformistas y con capacidad innovadora. La incorporación de esta coordenada formativa y vinculada con la innovación y su sociología es vital, delicada y económicamente costosa. Pero, sin duda, por ella pasa el reto de la calidad. Al respecto, decía Laurent Schwartz que "para innovar es necesario haber hecho investigación aunque no haya sido de modo prolongado, el aprendizaje puro conduce al conformismo, lo que es incompatible con la innovación".

Ya no basta, es incompleta, la capacitación del universitario en determinadas disciplinas, fundamentales y tecnológicas a través del conocimiento de leyes básicas y su aplicación, es necesario desarrollar, como parte principal y activa de su formación, habilidades y actitudes tales como las antes mencionadas o poseer adaptabilidad y flexibilidad para hacer frente al cambio de esquemas en el conocimiento. Todo esto completado con el dominio de la expresión verbal y la capacidad de escribir correcta, rigurosa y coherentemente sobre temas relacionados con las disciplinas que constituyan su currículo.

Además, la innovación. Se trata, en definitiva, de alejarse de métodos de enseñanza pasivos y no participativos donde los discentes sólo intervienen apenas más allá que mediante la superación de exámenes, muchas veces memorísticos, y donde la iniciativa del joven ni se estimula ni importa. Ciertamente es que la dificultad estriba en que el puro aprendizaje tradicional es incompatible con la innovación que se debe incorporar en la enseñanza a través de los métodos activos en lo que, en determinados ambientes europeos, se explica a través de una formación por y para la investigación. Y digo dificultad, porque esto hace más costoso el sistema educativo, requiere más inversiones y unos equipamientos actualmente inexistentes; en definitiva, se trata de una voluntad y una decisión de carácter político.

En materia de innovación se trata de ir más allá de la académica división de disciplinas desarrollando nuevos métodos de análisis. El éxito o fracaso de un proceso innovador dependerá de la actuación simultánea de conocimientos y relaciones sociales, del análisis no sólo de contenidos científicos o tecnológicos, sino de su aceptación social y los problemas relacionados con nuevos mercados: un mundo nuevo o diferente que se introduce en la sociología de la innovación.

¿Cómo deben incorporarse estos dos nuevos componentes formativos: comunicación e innovación?. ¿Formando parte de los programas de asignaturas, compitiendo con las matemáticas o la física o las tecnologías?. Probablemente no, pues quizá ello conduciría a un proceso degenerativo de: asignaturas importantes (las clásicas) y otras de carácter cuasi-decorativo

(reinventando de este modo nuevas "marías"). Este tema en el momento actual universitario es de la mayor transcendencia al estar en el horizonte próximo la elaboración de los nuevos Planes de Estudio, impuesta por el actual proceso de reforma y ordenación académica de las enseñanzas.

La respuesta a interrogantes como los expuestos, a mi juicio, pasa por la diversidad de metodologías de enseñanza y un esfuerzo drástico y radical en la formación práctica. La colaboración con el mundo empresarial e industrial pasa por incorporar dentro de los planes reglados de enseñanza, estancias en el mundo del trabajo productivo y aunando intereses universitarios e industriales en planes conjuntos (cuyos principales beneficiarios, a medio y largo plazo, son los propios empleadores).

Se deben de poner los medios económicos y políticos, pero sobre todo el dinamismo y la imaginación para afrontar el reto de la creatividad, pues, como decía Juan Rojo: "la mera transmisión del conocimiento si no viene acompañada por una actividad creativa se convierte en poco tiempo en letra muerta". Si en el marco de la Europa de los ciudadanos, en el momento de pleno desarrollo del Acta Unica queremos formar titulados por nuestras Universidades, competidores con éxito con sus otros colegas europeos, lo anterior no es un mero ejercicio intelectual, sino algo de verdad transcendente.

Y como consecuencia de esta dimensión europea en que se proyecta ya el sistema educativo, hay que completar el análisis formativo, no ya con una enseñanza de calidad en lenguas extranjeras (en plural), sino en culturas extranjeras, pues no sólo el mercado de trabajo, sino sus actividades profesionales no estarán limitadas por fronteras nacionales.

Los métodos activos de formación para cuanto vengo diciendo son irremplazables, haciendo patente que la riqueza de la enseñanza está en la diversidad de las metodologías. La incorporación en actividades de Investigación y Desarrollo de los estudiantes en los laboratorios universitarios debe ser una meta a alcanzar día a día en mayor porcentaje y como objetivo destacado en una educación de calidad. Hacia ahí deben concurrir inversiones públicas y privadas con los apoyos estatales necesarios (entre otros, de tipo

fiscal) y con la conciencia de su clara rentabilidad a medio plazo.

Es reconfortante ver como se desarrollan iniciativas estudiantiles en el área de la generación de empleo juvenil, como son los núcleos de empresas que espontáneamente surgen vinculadas con una tecnología concreta y como prolongación de su período de formación como becarios en un Centro universitario o de investigación. Tal es el caso de Jóvenes Empresarios para Nuevas Tecnologías modelo de iniciativas similares que no dudo proliferarán al amparo de la vitalidad y empuje de las nuevas generaciones estudiantiles que poco a poco recuperan su tono vital y su empuje.

En la Universidad con sus viejas estructuras, ha existido de siempre una despreocupación por la economía del tiempo. Sólo ha preocupado a los gestores universitarios economizar dinero pero no tiempo; es decir: qué enseñar y cómo enseñar en el tiempo óptimo. Objetivamente podemos decir que ésta es una diferencia que separa a la Institución universitaria de la industria y los servicios. Podemos constatar, sobre este derroche de tiempo, la obsesión por ocupar todo el tiempo y la sobrevaloración de las modalidades pedagógicas que alcanzan este fin, la falta de cuestionamiento sobre la distribución de tiempo o las concepciones pedagógicas dilapidadoras del mismo a la hora de incluir nuevas disciplinas o partición de la formación en secuencias temporales, etc. Frente a ello, es necesario (y la ocasión puede estar en el momento de elaboración de los nuevos Planes de Estudio, ya mencionado e inminente) recurrir a métodos fundamentados en el análisis funcional, el favorecer el desarrollo personal del alumno valorando más el tiempo de motivación, asimilación y aplicación frente al de adquisición de información o el tiempo de formación basado en experiencias personales como las mencionadas. Aún hoy es real el que "muchos se atienen a los que los hombres deben saber, sin considerar lo que los discípulos están en condiciones de aprender", que decía Rousseau.

En cuanto a éste segundo aspecto de la calidad, la gestión de recursos pedagógicos se trata de introducir metodologías habituales en la industria y los servicios para la economía de tiempo, introduciendo un criterio clásico de optimización consistente en destinar lo justo de los recursos

disponibles para atender los objetivos correspondientes a los servicios reales ofrecidos a los demandantes. Pues bien, esto no sólo debe aplicarse a economizar dinero, sino también a otro recurso igual de escaso: el tiempo.

De un modo tradicional el derroche de tiempo en la vida universitaria no ha sido considerado grave. No se hacía, ni se hace (salvo casos aislados) cuestionamiento sobre la distribución de tiempo y, ciertamente, existe una falta de imaginación en la distribución de los medios temporales para la formación. A la hora de elaborar un plan de estudios todo falta y nada parece sobrar, la inclusión de nuevas disciplinas se dificulta por la casi imposible eliminación, por inercia e intereses personales, de otras ya obsoletas. La partición de la formación en secuencias temporales ya es un error de base y en ningún caso se formula un análisis simultáneo de funciones, productos y costes. Claro, que el diseño educativo está viciado en este punto desde la base: La justificación de un número determinado de profesores viene en función de unas cargas lectivas (esto es: A más densidad horaria y farrogosidad academicista de un plan, mayor posibilidad de completar un equipo profesoral) y sólo esas: se llega a la paradoja de no computarse como carga docente la actividad en programas de doctorado. Con ello, un buen diseño como el recientemente puesto en funcionamiento difícilmente puede dar todos los frutos que con su filosofía de partida son posibles. Más aún, con el nombre que cada Universidad quiera darle, se empieza a desarrollar una actividad docente de tercer ciclo cada vez más creciente en algo que podría denominarse el "doctorado sin tesis", o formación de postgrado profunda y no consistente en una simple colección de pequeños cursos inconexos. Esta actividad debe ser valorada como cualquier otra (o más) de primer o segundo ciclo en la carga docente del profesorado.

A la institución universitaria no le faltan otro tipo de problemas que a veces relegan a un segundo plano el compromiso de calidad del que vengo hablando. En los Centros de enseñanza técnica en particular se puede hoy pulsar un empuje mayor que antaño, pero debido esencialmente al esfuerzo individual. A pesar de muchas carencias hay una mejora irrefutable, las visiones apocalípticas esconden intereses gremiales o de casta, y con el tiempo un cierto espíritu de "academias de preparación" se va sustituyendo por una actividad universitaria con una creciente componente experimental y programa

de investigación y desarrollo. No obstante, la profesionalización de la enseñanza, intrínsecamente perfecta, no viene acompañada de una competitividad en el mercado de trabajo, los sistemas de concursos son criticados, la magnífica figura de profesor asociado muchas veces se tergiversa y mal emplea, la "numerización" acelerada afecta negativamente a la calidad del profesorado y exige una rápida acción en materia de reciclaje, la masificación tan denostada y que requiere también una óptica de solidaridad y compromiso cultural

Puede que con todo ello, en el futuro, aparezca el nombre de la Universidad o de la Facultad o Escuela donde se cursaron los estudios como "una marca de calidad" más importante que el nombre del título mismo. Puede ser. Ante ello, se debe responder con una política de becas cada día más creciente que asegure la igualdad ante la opción universitaria a cualquier estudiante, sin que la selección perpetúe otras desigualdades sociales.

Puede ser todo lo anterior, pero el reto de la calidad educativa es inaplazable. Es la otra reforma. Con ello, se podrá responder al mensaje, completamente innovador, que se puede extraer del resultado de la encuesta que a finales de 1987 realizó la Fundación "Jenensse et Entreprisses" entre un amplio colectivo de recién titulados técnicos sobre aspectos relacionados con generación de empleo obteniendo un resultado sorprendente: el 48% de ellos se manifestaban dispuestos a crear su propia empresa. Ante ello, y en la posibilidad del carácter erróneo de estas respuestas, reformuló la pregunta, a los que así se manifestaban, del modo siguiente: "¿Está Vd. dispuesto a crear una empresa aceptando sacrificar sus vacaciones y fines de semana durante bastantes años por el éxito de tal Empresa?. El 96% contestó que sí. Ello llevó a Yvon Gattaz a escribir un famoso artículo, en *Le Monde*, titulado: "Les Jeunes ont cassé leur coquille", sobre esta verdadera revolución psicológica.

Como resumen podemos afirmar que la calidad educativa e innovación tecnológica pasan porque se difuminen las fronteras entre el mundo académico y el mundo empresarial en materia de formación, pues en ambos debe completarse la componente práctica de la educación superior. Componente que constituye, a mi juicio, uno de los principales indicadores sobre las mejoras que deben introducir en nuestro sistema educativo.

3.- EL CASO CONCRETO DE LA FORMACION DE INGENIERIA.

En cuanto a la formación de técnicos lo anteriormente expuesto es especialmente urgente, y no sólo por las conocidas directrices que al respecto daba la Conferencia de Escuelas Europeas de Ingeniería sobre la formación de ingenieros y directivos del siglo XXI referente a la sólida formación generalista o la eliminación de barreras entre estudios de ingeniería y de gestión, entre otras. La estructura social y productiva cambia vertiginosamente. No se fabrican los mismos productos que ayer, ni se emplean las mismas técnicas, ni es igual la organización empresarial, de ventas, de control o de planificación. Ante este cambio los ingenieros son responsables no sólo de asimilarlo, sino, incluso a veces, de provocarlo, transmitiendo a los científicos e investigadores las complejas demandas industriales. Se trata de más aún, se trata de que "los ingenieros con toda modestia y con toda asunción de responsabilidades, tenemos un papel que cumplir en esta transición a un mundo más progresista y, sobre todo, menos incivil", como le oí decir una vez a Juan Manuel Kindelán.

Al descender a los campos concretos se aprecian las dificultades. En el de las enseñanzas técnicas, como en tantos otros, las disparidades son muchas (en cuanto a modelos de enseñanza, duración de los estudios, contenidos, métodos de evaluación, etc.).

Un primer punto de discordia surge al definir el concepto de Ingeniero; no es, ni mucho menos, lo mismo un ingeniero francés que uno británico; no es lo mismo un ingeniero en Italia que uno en la República Federal Alemana. Las diferencias no son simplemente de matiz, van mucho más lejos y se remontan a la propia filosofía que subyace detrás de cada carrera. Por seguir con los ejemplos citados, la idea que del ingeniero se tiene en Francia es la de un profesional con una formación muy generalista y, por tanto, muy versátil, con una base muy sólida en materias básicas y unos amplios conocimientos de dirección y gestión empresarial. De alguna manera se busca el modelo de ingeniero-gestor. La razón de este planteamiento debe buscarse en la realidad profesional del país, en el que tiene mucha aceptación ese tipo de ingeniero, pues, como ya hemos visto, todo su sistema educativo gira en torno a la idea de la necesidad prioritaria de adaptarse en todo momento a lo que la Sociedad precisa.

Por el contrario, el ingeniero norteamericano es diametralmente opuesto: su grado de especialización es, posiblemente, el más elevado de todos; su formación en materias básicas es la imprescindible y, por consiguiente, su grado de versatilidad es muy reducido. Este modelo responde perfectamente al tipo de empresa que existe en Estados Unidos, donde cada profesional tiene unos cometidos muy específicos.

Entre ambos extremos podemos encontrar un amplio abanico de posibilidades, aunque es notorio que, por lo menos en Europa, la tendencia es hacia las enseñanzas generalistas, a partir de las cuales no es difícil, en todo caso desarrollar tecnologías específicas, que permitan a aquéllos que las sigan hacer frente a demandas puntuales de una Sociedad industrial dinámica.

En cuanto a su estructura curricular, no hay notables diferencias entre una ingeniería y cualquier otra carrera universitaria del país, aunque los nombres de los títulos obtenidos al finalizar cada ciclo suelen diferir. A pesar de ello, la necesidad de conferir una formación más técnica que la de otras carreras obliga siempre a un mayor acercamiento a la Industria y esta circunstancia imprime un cierto nivel de simbiosis entre ambos tipos de instituciones. Así, en el Reino Unido las ingenierías se estructuran siempre por

medio de cursos "sandwich", y en otros países como la República Federal Alemana, es imprescindible un período mínimo de prácticas en una empresa para la obtención del título.

La duración de los estudios así como la edad a la que se dan comienzo son asimismo muy variables. Como término medio, puede decirse que el ingreso en los centros se realiza a los 18 años, aunque pueden citarse como excepciones Gran Bretaña y la República Federal Alemana, países éstos en que la edad de finalización de los estudios secundarios es de 17 y 19 años respectivamente.

La duración tanto del primero como del segundo ciclo, suele ser de dos o tres años (en este sentido, los países sajones con un primer ciclo de cuatro años pueden considerarse como una excepción).

Mención aparte merecen los países donde la estructura de las enseñanzas superiores es de ciclo único, como es el caso alemán donde los cursos, estructurados en semestres, se extienden a lo largo de cuatro años.

Además se debe hacer notar como mientras que en algunos países como Italia la Administración Central ejerce un control casi absoluto sobre los Planes de Estudio, en otros son las propias instituciones de enseñanza las que los fijan, como es el caso del Reino Unido y de los Estados Unidos. Este hecho suele llevar aparejada la existencia o no de un "Examen de Grado" para la convalidación profesional del título de Ingeniero. Es más, en algunos países como Francia, no es ni tan siquiera universitario.

En nuestro país, pueden encontrarse rasgos comunes con la mayoría de los sistemas adoptados por los diferentes países. Por ejemplo, en cuanto al concepto de lo que debe ser un ingeniero, el nuestro se asemeja bastante al francés por lo que éste tiene de generalista y, en cierta medida, de enciclopedista. Desde el punto de vista de estructuración, sin embargo, ha sido hasta el presente más similar al italiano, sin ciclos y con un marcado intervencionismo de la Administración en los Planes de Estudio y en el funcionamiento de las Universidades.

En cuanto al Doctorado, la heterogeneidad es muy elevada, no solamente debido a las diferencias existentes en los cursos de iniciación a las técnicas de investigación, sino también a las circunstancias específicas de cada doctorando, que le obligan a retrasar más o menos la presentación de la Tesis. No obstante, y con la sola pretensión de ilustrar brevemente el tema, podemos decir que la edad mínima de un doctor es de 24 años en Gran Bretaña y Bélgica, 25 en la República Federal Alemana, 27 en Francia, etc., aunque la edad real puede suponerse en cada caso entre dos y cuatro años superior a la mínima.

En definitiva, las Ingenierías difieren notablemente de un país a otro, resultando mucho más sencillo encontrar elementos discordantes entre ellos, lo cual provoca serias dificultades a la hora de ejercer profesionalmente un ingeniero en otro país distinto a aquel en el que ha cursado sus estudios. Este es un tema de reflexión para la plena integración de España en la Comunidad Europea y a la libre circulación de trabajadores.

Cuando más de 300 directivos de Centros de Enseñanza técnica debatieron su futuro con motivo de la Celebración en París de la conferencia, antes mencionada, de Escuelas Europeas de Ingeniería, que tuvo como tema "La Europa del mañana: un desafío para la formación de Ingenieros y Directivos" el ambiente fue cordial y la voluntad de integración unánime pero, sin embargo, transcendía una inquietud cierta y la resistencia de muchos a modificar sus sistemas de enseñanza que, como hemos visto, por muy distintos caminos, ofrecen a la sociedad técnicos de alta cualificación profesional y técnica.

Las ideas motrices de la Conferencia fueron:

- Necesidad de una sólida formación "generalista" porque la rápida evolución tecnológica y social obliga a prescindir en cierta manera de especializaciones, que pueden adquirirse posteriormente.
- Refuerzo de la formación para y por la investigación en estrecha relación con la industria.

- Integración de estudios de ingeniería y de gestión, porque se asume la función directiva que en buena medida desempeñan los técnicos a lo largo de su vida profesional.
- Desarrollo de la dimensión internacional de los futuros técnicos y directivos, mediante la adquisición de un conocimiento profundo de las culturas extranjeras.

La síntesis de las conclusiones, prácticamente unánimes, de la Conferencia, manifestaban la voluntad de integración de todos los asistentes en una formación europea, la necesidad de una selectividad previa que disminuya costes sociales, la demanda de una autonomía real y una competitividad clara en la valoración de los distintos títulos universitarios y, por último, el deseo de acercarse en las líneas de investigación y, por tanto, también en la financiación, a las industrias del sector.

Ante este panorama, surgen numerosos interrogantes. A título de ejemplo podemos preguntarnos ¿corresponde este modelo a la voluntad mayoritaria de los enseñantes europeos o bien está sesgado por un grupo numeroso (al que pertenezco) de asistentes "europeístas"? En segundo término puede verse claramente que el modelo incorpora algunas características de la enseñanza técnica francesa (el generalismo, la preparación en temas directivos) y sajona (versatilidad, funcionalidad). La segunda pregunta es inmediata: ¿Serán capaces las actuales Escuelas de renunciar a parte de sus objetivos y adaptarse a la exigencia europea, o bien se propondrá una solución en que cada alumno viaje por distintas Escuelas a lo largo de su carrera, y elija él mismo entre los distintos modelos?.

Las numerosas ayudas de la Comunidad que se han puesto en marcha propician, de momento, ambas alternativas. Tales son los programas COMETT, mediante el cual varios miles de universitarios europeos siguen y van a seguir cursos o estancias de especialización en empresas de otros países europeos, o el programa ERASMUS, encauzado a aumentar la movilidad de estudiantes en la Comunidad y facilitar ayudas para estimular una mayor participación del personal docente en programas integrados y permitir a los

profesores impartir enseñanza en Universidades de diferentes Estados.

Nuestros futuros ingenieros, sobre todo, deben estar preparados para el veloz cambio tecnológico, con el cual han de convivir a lo largo de su vida profesional. Para su formación no debemos buscar soluciones consistentes en mimetismos impropios de un país avanzado. Se ha reiterado muchas veces como modelo-tópico el sajón. Pues bien, cabe recordar el informe presentado ya en 1980 al Parlamento británico y que decía: "La calidad y formación inicial de los ingenieros extranjeros competidores de los británicos es generalmente superior a la normalmente ofrecida por el Reino Unido".

Es necesario formar desde ahora los profesionales que Europa necesitará en el año 2.000. Si nosotros no somos capaces de modificar y actualizar nuestros modelos educativos para formar estos técnicos el mundo empresarial irá a buscarlos a otros países de la Comunidad. El esfuerzo de estos años va a ser importante y nos corresponde derrochar imaginación y voluntad. Sin duda, merecerá la pena.

Todos los sectores profesionales deben aceptar de buen grado esta realidad. Es un momento de oportunidad. No debemos hacer concesión a ningún inmovilismo en defensa de privilegios de casta.

Por todo lo anteriormente expuesto, podemos decir que la formación técnica superior es, probablemente, una de las tareas prioritarias para el desarrollo de la sociedad española. A menudo se habla de la adecuación necesaria de las estructuras industriales españolas y de su equipamiento a las más avanzadas de nuestros vecinos del Norte. Poco a poco, se va extendiendo la idea de que más importante aún es la puesta al día de la capacitación de nuestros ingenieros y científicos.

Con el paso de los años y como en otros aspectos de la vida de nuestro país, también en la enseñanza de las Escuelas de Ingenieros españolas las cosas han mejorado. De vez en cuando se dejan oír voces, que pueden calificarse en general de reaccionarias, que se lamentan del estado de la enseñanza técnica superior española y afirman que va en retroceso como

consecuencia de la masificación y falta de selectividad. Los ingenieros que han cumplido una cierta edad saben que en este campo nuestra posición ha avanzado considerablemente.

Quizá lo que más conviene señalar del proceso renovador en el ámbito de la formación de titulados técnicos es la necesidad de conseguir una formación básica sólida para los ingenieros, al margen de una excesiva especialización de utilidad más que dudosa. En todo el mundo desarrollado, se va tomando conciencia de que la rápida evolución de las tecnologías aconseja disponer de técnicos capaces de seguir esa evolución y aprender en ella, gracias a una formación básica suficiente. Quien tenga esa formación, se adaptará sin dificultad a los cambios en las materias concretas, quien no la posea, se sentirá pronto desplazado.

Esta modernización tiene un coste ineludible que hay que afrontar. Pero será mucho más costoso para el país, ante el reto de 1992, mantener nuestro atraso tecnológico, basado en primer lugar en la carencia del número suficiente de técnicos bien enseñados.

Debe igualmente destacarse que la calidad de la enseñanza y de un modo muy particular en el ámbito educativo de la ciencia y la tecnología, pasa necesariamente por una estrategia que permita a corto o medio plazo disponer de profesores competentes en número suficiente. En este sentido la Ley de Reforma Universitaria es oportuna en la línea de conseguir un cuerpo profesional básico formado por profesionales dedicados en exclusiva a la enseñanza pues también contempla la incorporación a ésta de personas a tiempo parcial, que puedan aportar su experiencia por medio de la figura del profesor asociado.

Es cierto que la gestión de un Departamento o de cualquier unidad docente, el contacto permanente con los alumnos y la necesaria actividad investigadora requieren una dedicación que parece incompatible con la actividad profesional en el mundo de la producción. Esto no quiere decir, sin embargo, que no sea muy útil la colaboración en la enseñanza de personas que tienen una experiencia en un sector determinado, para lo que se ha

diseñado la citada figura del profesor asociado.

Como síntesis de lo antes descrito tanto en el ámbito de la calidad educativa universitaria en general, como en el mundo más concreto y delimitado de la formación de ingenieros, pueden mencionarse mediante la enunciación de un conjunto de objetivos generales que como recientemente recordaban Vicente Ortega, aparecían en una comunicación en el congreso de Helsinki (1987), de la Sociedad de Estudios para la Formación de Ingenieros (SEFI) de Kihlman y que sintéticamente son los que a continuación se exponen:

- Nivel general como graduado superior:
 - . Capacidad para leer, entender y utilizar la literatura técnica nacional e internacional.

- Competencias específicas como ingenieros:
 - . Capacidad para analizar matemáticamente (es decir, cuantitativamente), físicamente (o fenomenológicamente) y óptimamente (en términos de seguridad/riesgo), estructuras, equipos, sistemas y procesos técnicos.

 - . Capacidad para planificar y llevar a cabo mediciones, experimentos y procesos de fabricación.

 - . Capacidad para sintetizar nuevas estructuras técnicas y procesos que cumplan especificaciones dentro de un marco de restricciones, es decir, el diseño ingenieril.

- Objetivos complementarios sobre valores y actitudes de la profesión de ingeniero.
 - . Capacidad para comunicarse, para trabajar con y dirigir a personas.

 - . Conocimiento sobre las organizaciones industriales, la economía, la gestión ... etc., es decir, entendimiento del lugar de trabajo y su relación con el mundo que le rodea.

- Conocimiento y actitudes para comprender y desarrollar las relaciones de la tecnología con el hombre, la sociedad y la naturaleza.
- Comprensión del hecho de que la formación no acaba con la graduación, sino que cada vez es más importante la formación permanente, continua o de postgrado.

4.- UNA METODOLOGIA PARA LA RENOVACION DEL MODELO EDUCATIVO.

Decía Einstein: "Como consecuencia de un breve período que debí permanecer en la Escuela preparando un examen de título, me sentí imposibilitado de hacer trabajo alguno creativo durante varios años". Terrible aseveración que debe, al menos, hacer que nos preguntemos sobre la función docente con sentido crítico, sobre todo para quienes nos dedicamos a la actividad universitaria.

Como consecuencia de lo anterior nos podríamos plantear el dilema: ¿Formar cabezas o llenar cabezas?. ¿Qué es mejor?. La actividad docente viene condicionada por una permanente elección. Frente a la enseñanza enciclopedista se debe preferir la formación generalista. Creo que es obvio y aceptado por todos que hay que enseñar menos cosas pero explicarlas mejor. Realmente, casi siempre se enseñan demasiadas materias con una rutina que, alejada de la didáctica, apunta a la simple superación de exámenes. No se asimilan conocimientos que es el proceso formativo, sino que se actúa como mero almacén o transmisor de "lo que otros afirman saber". Y esto es una inútil pérdida de tiempo. Hay que seleccionar contenidos y se deben establecer niveles conocitivos en los diversos objetivos educativos. En algunos contenidos bastarán niveles de conocimiento o comprensión simplemente, mientras en otros será necesario ir más allá, a niveles de aplicación (inteligente, no rutinario) o de análisis, síntesis, evaluación etc.

Por otra parte, según el tipo predominante de contenidos: básicos, tecnológicos o específicos y de gestión, el modelo educativo nos conducirá a formaciones propias de teóricos, técnicos especialistas o directivos puros. En un valor compensado de esos tres componentes se encuentra el modelo universitario que, a mi juicio, debe prepararse para el veloz cambio de los esquemas del conocimiento con los que ha de convivir en su vida profesional.

En cualquier caso, las características básicas en la puesta al día de los estudios deberían de ser: la intensificación de las enseñanzas de carácter formativo en detrimento de aquéllas otras de mero tipo informativo; las disciplinas básicas han de tener como objetivo la aplicación creativa; se ha de mejorar también la formación básica económica, de gestión, social y humana y el currículo debe ser más flexible.

Previamente a un análisis metodológico de la cuestión, es oportuno citar unas cuantas cifras comparadas con otros países: el tanto por ciento de la población que realizan estudios de nivel superior en España es ligeramente inferior, aunque comparable a Bélgica, Dinamarca, Francia, República Federal Alemana e Italia, todas ellas situadas entre el 1,5% y el 2% de su población total; superior a Gran Bretaña, inferior a Holanda, cuya cifra se aproxima al 2,5, y sustancialmente inferior a Estados Unidos, cuyo porcentaje es próximo al 5%.

El tanto por ciento del PNB dedicado a enseñanza superior se encuentra por debajo de otros países industrializados. De igual forma, el presupuesto por estudiante de enseñanza superior en nuestro país se sitúa en una cifra inferior a Italia y muy inferior a países como Austria, Bélgica, Dinamarca, República Federal Alemana, Suecia, Gran Bretaña o Estados Unidos, donde no desciende de los 4.000 dólares.

El desafío de puesta al día es más patente en el ámbito universitario, que en muchos otros sectores sociales, y por ello se requiere un esfuerzo más drástico, a nivel nacional, de adaptación de viejas y obsoletas estructuras a demandas sociales. Está aún por hacer una profunda reconversión que se replantee los objetivos de muchas titulaciones, evite una ciega distribución uniforme de recursos escasos, asociadas a una cierta ruralización de muchos

Centros Universitarios y termine con la llamada "fábrica de parados" que son algunas carreras. Se requiere un esfuerzo selectivo, que evite la proliferación de títulos sin mercado y apoye eficazmente a aquéllos que estén en el eje del progreso técnico, científico y humanístico; al mismo tiempo se debe ampliar la oferta formativa con nuevas titulaciones acordes con el desarrollo social y tecnológico.

Tras el impulso legislador dado en los últimos años, se plantea la necesidad de una mejor calidad en la enseñanza a través de una revisión de los modelos educativos y así se debe esperar lo mejor de la iniciativa actual del Consejo de Universidades, rompiendo el modelo único de enseñanza, como ocurría hasta la fecha. Los profesores deben comprometer su esfuerzo para que no quede en una simple reforma, esto es, un cambio de forma, sino en algo más profundo.

El punto de partida metodológico del proceso renovador puede ser la iniciación de un proyecto de coordinación de la enseñanza que se debe impartir y en el que se formulan los objetivos terminales de los estudios con asignación de niveles cognitivos para cada uno. Ante todo, se plantea cuál es el modelo educativo adecuado para el futuro. Definidos dichos objetivos a cubrir en el período de formación de los futuros titulados es forzoso distinguir entre necesarios y convenientes según las prioridades y, finalmente, traducir toda esta información en una serie de acciones concretas que conduzcan, a un nuevo Plan de Estudios.

Establecida la primera lista de objetivos terminales, la asignación de los niveles cognitivos para cada uno de ellos y por cada una de las especialidades de los estudios se puede realizar utilizando una taxonomía de Bloom, de modo que sean agrupados en:

- Nivel de conocimiento y comprensión: que corresponde al caso en el cual el alumno posee los conocimientos de que se trate en el objetivo. Comprende sus fundamentos y los procesos de razonamiento que los justifica.

- Nivel de aplicación: caso en el que el alumno es capaz de utilizar los conocimientos adquiridos para la resolución de problemas.
- Nivel de categorías superiores: esto es, análisis, síntesis y evaluación, en el cual el alumno debe alcanzar la capacidad de afrontar procesos de análisis o síntesis de situaciones complejas o nuevas, decidir el método y los conocimientos que ha de utilizar.

A continuación se ha de proceder a la elaboración de una matriz de implicación, en la cual las distintas filas reflejen cada uno de los objetivos terminales, mientras que en las columnas se representen cada una de los Departamentos que impartirían la enseñanza.

Antes de traducir la información anterior en acciones concretas, una reflexión sobre los modelos educativos posibles nos conduce a la dualidad existente entre el modelo enciclopedista y el modelo generalista, según que la enseñanza que se imparta dé un carácter esencialmente informativo en el primer caso o formativo en el segundo (es obvio que la segunda opción requiere un esfuerzo superior). Por otra parte, en cuanto a contenidos, según que el predominio de temas corresponda a los de carácter específico o los de carácter básico, dentro de la misma opción generalista, la elección del modelo educativo diferirá. En cualquier caso, no deben olvidarse las limitaciones que condiciona cualquier proyecto de modernización de la enseñanza en un Centro Universitario como son el tiempo total disponible, la calidad del profesorado, los medios y, cómo no, la capacidad del alumnado medio.

Podemos, de esta primera etapa, destacar el haber analizado en común el perfil del ingeniero o licenciado así como la dirección de cambio educativo que se requiere y por otra parte la iniciación de un proceso de coordinación extremadamente eficaz. No debe olvidarse tampoco el valor del trabajo sin equipo, con la superación de individualismos tan comunes en nuestra Universidad, el reforzamiento de la comunicación entre Departamentos y la corresponsabilización en las metas comunes de la Institución. Es a continuación cuando nos encontramos en una situación idónea para la

renovación del modelo educativo, previo análisis del trabajo realizado y de un posible conjunto de reformas necesarias en el Plan de Estudios vigente en orden a poder cumplir los fines previstos en la coordinación por objetivos.

La fase de coordinación por objetivos, precisa un período largo, pues requiere asimilación y convencimiento de amplios colectivos, al cabo del cual puede realizarse ya un primer análisis de la labor emprendida.

Desde el punto de vista estricto de la programación educativa los resultados tangibles obtenidos serán:

- Una mejor comunicación entre Departamentos.
- Una iniciación de tareas en común hacia objetivos aceptados por todos.
- La aparición de actitudes receptivas hacia los cambios que pudiesen resultar necesarios.
- Resolución de problemas concretos de coordinación no conocidos o no resueltos con anterioridad.

También fuera del marco de la programación educativa se obtienen otros frutos interesantes, tales como:

- Un conocimiento preciso del tipo de titulado "producido" hasta el momento por la Universidad.
- Una discusión constructiva sobre el tipo de titulado deseable en el próximo futuro.
- Una aceptación mayoritaria del sentido en que habrá que actuar para pasar de un modelo a otro, aunque puedan existir ciertas discrepancias en cuanto al tipo final que se deba alcanzar.
- Un estado favorable a la aceptación de cambios tan profundos como fuesen necesarios de las enseñanzas impartidas.

- Y un conocimiento de las posiciones individuales que permitiría saber quienes estarían dispuestos a colaborar en un proyecto de cambio, quienes permanecerían indiferentes y quienes se opondrían a cambios sustanciales.

El cambio educativo es necesario y hay que iniciarlo sin más dilaciones y con todas sus consecuencias.

El fondo de la cuestión radica en que si no se introduce una línea nueva de trabajo se irá adelante como si los Planes de Estudios en vigor fuesen básicamente adecuados para cumplir los objetivos inicialmente propuestos. ¿Hay que cambiar también los planes de estudios?. En cierto modo se tiende si sólo se completa el proyecto de coordinación, a mejorar "el modelo" vigente, lo cual ya constituye un logro por sí mismo, pero se seguirá con una Universidad estática que formará unos titulados sin un planteamiento de futuro.

En cuanto a la oportunidad de pensar en unos nuevos Planes de Estudios se debe tener presente que:

- El momento social y político es excepcionalmente idóneo.
- Los cambios a introducir empezarán a surtir efecto sensible en la primera década del siglo próximo.
- Si no se emprendiera acción alguna la separación entre la Universidad y el mundo real tardaría varios lustros en hacerse perceptible y cuando se descubriera en toda su gravedad se habrían perdido unos años decisivos e irreversibles.

El análisis de las condiciones en que se deberá desarrollar la enseñanza tiene que basarse en los siguientes temas:

- Las metodologías educativas requeridas.
- Los criterios de evaluación
- La estructura docente de la Universidad y el régimen del profesorado.
- Los medios materiales necesarios.

En cualquier caso hay que actuar con pragmatismo, esto es huyendo de utopías, de dogmatismos, de planes ambiciosos y olvidarse de criterios de falso prestigio profesional o académico.

Un análisis ponderado pero crítico de los Planes de Estudios vigentes nos permite afirmar que son de carácter enciclopedista, densos y farragosos, en los que se tiende a estudiar todo porque todo parece necesario. Para su desarrollo pueden ser suficientes los métodos pedagógicos tradicionales, esto es aquellos que están basados en el estudio de textos concretos, la asistencia a las denominadas lecciones magistrales y la evaluación mediante exámenes que versan sobre los contenidos estudiados. No me resisto a citar un bello pasaje de Giner de los Ríos quien en su obra La Universidad Española ya en 1888 decía:

Hoy nuestra enseñanza superior es, en teoría, meramente instructiva. O en otros términos: aspira a imbuir en la mente del discípulo una cierta cantidad de nociones de soluciones y de doctrinas: y digo en "teoría" porque, a pesar de ese prurito, quién ignora cuán leve es el bagaje con que, después de graduados, salimos de las aulas y quedamos para toda la vida, si no la rehacemos casi por entero". Y esto consiste en que precisamente el único modo de no llegar a saber bien jamás cosa alguna es obstinarse en aprenderlas de memoria. O más bien, en aprender lo que de ellas piensan otros, secando el germen de la discusión, de la crítica, de la indagación personal, único medio para llegar a formar convicción sincera y definida".

Los siguientes criterios deben conformar un nuevo Plan de Estudios:

- La intensificación de las enseñanzas formativas aunque ello implique reducción de contenidos descriptivos. En general no hay que inquietarse demasiado por aumentar el volumen de conocimientos impartidos, sino por mejorar la capacidad de raciocinio de los alumnos.

- Las disciplinas básicas han de tener como objetivo primordial la capacitación del alumnos para la aplicación creativa (ni rutinaria ni maquina) de sus conceptos y métodos.
- Las disciplinas tecnológicas y de especialización han de tener también una orientación formativa y no informativa.
- Hay que mejorar la formación básica no sólo científica y técnica, sino también la económica, de gestión, social y humana. Han de ser de especial consideración la expresión oral y escrita y el dominio real del idioma inglés u otros así como el conocimiento participativo de otras culturas extranjeras.

Con un nuevo Plan se debe pretender más la asimilación que la repetición de unos contenidos, la adquisición de unos hábitos de trabajo intelectual y el desarrollo de la capacidad de planteamiento y resolución de problemas reales mediante ejercicios y trabajos que faciliten la metodología activa de formación de los alumnos.

Queda una fase técnica y de detalle que puede encauzarse en estas etapas de desarrollo de los nuevos Planes de Estudios:

- Envío a cada Departamento de formularios para detallar los bloques de programas de las asignaturas del nuevo Plan que le corresponden.
- Cumplimentación de un formulario por cada asignatura y envío de las colecciones completas a todos los Departamentos con el fin que sean propuestas las modificaciones que se consideren necesarias para asegurar el ajuste de materias.
- Recogida de las observaciones y preparación de una edición de formularios definitivos que se manden a todos los Departamentos para que estos redacten los programas de las asignaturas de acuerdo con los bloques establecidos.

- Y finalmente, con los formularios de los bloques de programa a la vista, revisión de la tabla de objetivos generales inicial y revisión de la matriz de implicación inicial, de modo que esta se ajuste a los datos finales que configuran el nuevo Plan. Cabe concluir con una comparación entre las versiones final e inicial de dichos documentos con fin de valorar los resultados obtenidos.

A todo ello puede contribuir la nueva estructura departamental de la Universidad española. Una vez superada una primera fase de ajuste, esta reestructuración debe ser muy beneficiosa para alcanzar los fines de la Institución universitaria. Va a permitir una organización más racional de los recursos humanos y materiales; agrupar, en contraposición con los antiguos grupos de Cátedra mayoritariamente minúsculos, al profesorado en equipos de trabajos que superan, al menos, un cierto tamaño crítico imprescindible para cualquier proyecto investigador; asimismo, es evidente que con la organización departamental se facilita la coordinación de los programas docentes, distinguiendo las distintas categorías docentes de un cierto sentimiento de propiedad innato a las antiguas Cátedras y, por último, facilitará la colaboración con la industria en proyectos conjuntos generando, por consiguiente, nuevas fuentes de financiación, externas a los Presupuestos del Estado, y acordes a una filosofía universitaria más eficaz y preocupada de los problemas reales. En este contexto es importante destacar el impulso que la Comunidad Europea da a la cooperación entre Centros universitarios de distintos países para el intercambio, en partes específicas de sus planes de estudio, de profesores y alumnos, reconociéndose mutuamente los efectos académicos de las enseñanzas cursadas. Al respecto, hay que destacar que la mutabilidad en la enseñanza superior ya fue objeto de un plan adoptado en Junio de 1983 por los ministros europeos de Educación, y en el posterior documento La Comunidad Europea y los Jóvenes, de 1986 se menciona que las reglas relativas al reconocimiento de los estudios universitarios efectuados en otro país miembro de la Comunidad Europea serán suavizadas y, asimismo, que se examinase la posibilidad de utilizar durante un período de estudios en otro país de la Comunidad las becas y préstamos con los que se benefician los diferentes Estados miembros.

Para cumplir su función al servicio de la Sociedad y frente a los condicionamientos impuestos por el ingreso en la Comunidad se requiere urgentemente la ampliación de la oferta de titulaciones universitarias. Esto se encuentra en concordancia con la función básica de la Universidad, claramente establecida en el artículo 1º de la Ley de Reforma Universitaria, como "la preparación para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos". Es evidente que el horizonte próximo exige urgentemente nuevas titulaciones (es decir, ampliación de la oferta y el problema de homologaciones con otros países de la Comunidad se plantea ya. Se debe poner fin a la rigidez actual, aunque ello no sea un proceso automático ni fácil. Nemo repente fit summus, como dice el adagio latino. Para esta adecuación existe un marco suficiente en la L.R.U. Como dominios en los que parecen obvias estas nuevas titulaciones pueden citarse las tecnologías de la información, las comunicaciones, las biotecnologías, las nuevas fuentes de energía, el medio ambiente, los recursos naturales, los nuevos materiales, la ingeniería matemática, etc.

A modo de ejemplo de cuanto antecede voy a revisar muy brevemente ciertos puntos de interés en cuanto al contenido y metodología de la enseñanza de las matemáticas en las Escuelas de Ingeniería. Pocas disciplinas son tan observadas y a la vez fuente de discrepancia como las del área matemática. ¿Cumplen realmente su función o son meros instrumentos al servicio de un proceso selectivo mal entendido y derrochador de medios?. La renovación de la que se viene hablando en el texto es exigible, y exigible con urgencia, a los contenidos de las matemáticas en los programas de estudio de las Escuelas de Ingeniería.

Paso a paso, a veces lentamente pero de un modo inexorable, las matemáticas han ido invadiendo campos anteriormente reservados a la mecánica de medios continuos, la astronomía, la geología, la química, la economía, la biología, etc. Los resultantes proporcionados por las matemáticas a estas Ciencias, además, permiten prever nuevos fenómenos y marcan nuevos caminos a la investigación en los otros dominios científicos, así como sus senderos estériles.

Las asignaturas de Matemáticas son objeto de enseñanza sistemática en las Escuelas de Ingeniería españolas desde su fundación. Así, el comienzo en las Escuelas de Ingeniería puede decirse que se inicia en la creación en Barcelona, en el año 1739, de la Academia General de Matemáticas, en la que cursaban estudios los Artilleros e Ingenieros militares.

En el momento actual, es tal la importancia de las distintas disciplinas matemáticas en las Escuelas de Ingeniería que no hay otra materia básica que se imparta con tanta intensidad y durante tanto número de horas lectivas. Pero debemos preguntarnos sobre la evolución de su docencia, ¿qué matemáticas se han explicado en las aulas de las Escuelas?. Ante una afirmación tan elemental, como la que las ingenierías tienen su razón de ser en la creación y desarrollo de las diferentes técnicas de aprovechamiento y transformación de los productos de la Naturaleza o bien en las comunicaciones y transporte, surge la cuestión: ¿en las disciplinas de carácter matemático a lo largo de estos más de doscientos años han preponderado las matemáticas aplicadas ante las puras o ha sido al contrario?.

Recordemos la reflexión de Santaló: "por inercia, se continúa enseñando la misma matemática que hace cincuenta años o más, sin tener en cuenta que tanto la ingeniería como las matemáticas han cambiado mucho. La ingeniería necesita otra matemática y las matemáticas se han organizado y sistematizado de manera que pueden ser presentadas de modo más coherente y mejor adaptadas a los fines perseguidos. Por eso, son necesarios ingenieros conocedores de la nueva matemática o matemáticos conocedores de las necesidades de la ingeniería".

La actualización de contenidos es algo que, especialmente, atañe a la enseñanza de las matemáticas de "museo", es decir, se trataban los problemas físicos y técnicos no como problemas reales, sino depurados y modificados a gusto del matemático para poder encontrar una solución sin duda alguna bella, pero posiblemente de poco valor práctico.

Una revisión de programas se impone, un cambio de métodos y sobre todo, una actitud dinámica por parte de los que enseñan matemáticas que permita adaptarse día a día a los nuevos medios y a las nuevas realidades.

El enfoque que exigen las nuevas tecnologías informáticas, en el desarrollo y enseñanza de las matemáticas, nos lleva a modificar el planteamiento de los problemas físicos y técnicos; éstos a partir de ahora serán resueltos en forma numérica y, por tanto, aproximada. ¿Quiere decir esto que las matemáticas dejan de ser una ciencia exacta?. ¿Es el rigor algo que pertenece al pasado?. Creemos que estos dos conceptos: exactitud y rigor, son indisolubles de las matemáticas; no se trata de reducir el campo de aplicación de las matemáticas a los límites que le permiten dar fórmulas y resultados exactos, sino en extenderlo y cambiar sus objetivos; se tratará ahora no de dar una solución exacta a un problema determinado, sino dar una solución aunque sea aproximada, precisando los límites del error cometido. El razonamiento y lenguaje preciso permanecen inalterados.

Las matemáticas, lejos pues de perder su carácter de ciencia exacta y rigurosa, necesita más que nunca de estas características, aplicándolas a una mayor cantidad de materias y reorientando su objetivo. Uno de los desafíos más apasionantes para el que enseña matemáticas es hacer perder el miedo al rigor y a la abstracción. Es una opinión generalizada entre el alumnado universitario que tal planteamiento de los problemas exige un esfuerzo muy grande en comparación con los resultados que se consiguen después, pensamos que todo depende del enfoque que se de a la enseñanza. La abstracción cuando se presenta aislada puede parecer carente de contenido, sin embargo, si se la presenta conectada con la realidad resulta bella, útil y simplificadora. Más que nunca se hace patente hoy en día la afirmación de Lebesgue de que el profesor de matemáticas debe ser un profesor de acción.

Todas estas ideas, generales y concretas, sobre contenidos y metodología, permiten dar paso a un nuevo universitario, propio de sociedades más avanzadas donde prima la calidad de vida y coinciden conceptualmente con la intención expresada en un informe del College de France sobre los cambios educativos necesarios para ayudar a formar ciudadanos más racionales, más críticos, menos sumisos al poder en cualquiera de sus manifestaciones y, en definitiva, más libres.

5.- LA INVESTIGACION APLICADA Y EL BINOMIO **INDUSTRIA-UNIVERSIDAD**

La colaboración con la industria y un fuerte impulso para la investigación aplicada son componentes especialmente importantes de la innovación educativa que se requiere para alcanzar el modelo formativo propio del licenciado o ingeniero del futuro, cuyo retrato robot sería: sólida formación científica y técnica y capacidad de adaptación al cambio tecnológico.

Durante un dilatado período, nos acostumbramos a convivir con el estigma del alejamiento de intereses de la industria nacional y de la formación que se recibía en las Escuelas de Ingenieros. Y casi lo aceptamos como un mal irremediable. En las Escuelas se aprendía a hacer difíciles equilibrios sobre el mundo de las ecuaciones y las propiedades y se olvidaban, ajenos a todo principio económico, las aplicaciones reales y las necesidades formativas del entorno industrial donde se debían insertar los futuros titulados. Por otra parte, la industria se conformaba con la fácil descalificación y la más fácil importación tecnológica. Para romper este círculo vicioso, la Universidad debe asumir entre sus compromisos más vitales el del acercamiento a la realidad industrial. Acercamiento que pase por planes docentes con asignaturas a realizar en la propia industria, lo cual debe constituir una notoria innovación en el horizonte de la enseñanza técnica en España (¡tan academicista!). Acercamiento que se concrete en planes conjuntos Industria-Universidad en materia de estancias

prácticas, cursillos, seminarios o definición coordinada del perfil de titulados óptimo para el sector, e incluso en creación de plazas de profesores subvencionados por la propia industria para temas tecnológicos punteros con objeto de subsanar la respuesta tardía de la Administración.

Esta modificación de actitudes debe formar parte y ser motor del cambio en la Universidad española. La reforma universitaria ya no es una bella declaración de intenciones, sino un edificio a medio construir, con todos los riesgos que ello implica. Se palpa en lo cotidiano una preocupación e interés inhabituales por colocar a la labor investigadora en el eje central de todo el proceso, porque, como dice Juan Rojo: "la mera transmisión del conocimiento si no viene acompañada por una actividad creativa se convierte en poco tiempo en letra muerta". Este es el camino correcto; la línea de trabajo es seria, pero no debe quedar en el comienzo del camino, hay que seguir.

En actividades de Investigación y Desarrollo en la colaboración con la industria, tanto sector público como sector privado, se deben analizar facetas diversas como son: la aceptación social de la función investigadora, las inversiones y el análisis comparativo de cifras y estrategias en el marco de competencia, esto es la Comunidad Europea.

Si comparamos en la OCDE las inversiones del sector público y el sector privado están distribuidas 50% 50%, mientras que en España el 80% corresponde al sector público y el 20% al sector privado. Además, en España existen 15.000 investigadores en el sector público (4 por 10.000 habitantes) y 2.000 en el sector privado (menos de 1 por 10.000 habitantes), lo cual representa un tercio de los valores de Italia y muy inferior a los de la República Federal Alemana, Francia, etc.

El 75,5% de los españoles, en una encuesta publicada hace poco, bajo el título: Los españoles ante la Ciencia, opina que se gaste poco en I+D. Por otra parte, el 67,8% prefiere un trabajo de investigación con un sueldo mensual de 100.000 PTA., frente a un 14,8% que escoge un trabajo sin componentes investigadores y con una retribución de 150.000 PTA. Estos

datos, sin duda, son diferentes a los que se hubiesen obtenido hace unos años. No obstante, aún debe realizarse un esfuerzo especial de inversiones de I+D, pues, según datos de 1986, frente al 0,4 % del P.I.B. en el caso español, Italia se sitúa en el 0,9, Francia en el 1,8, Japón en el 1,9, R.F.A. 2,1 y U.S.A. 2,4. En estos últimos años ha crecido la cifra espectacularmente, duplicado casi en el período 1985-90, pero aún se sitúa en valores netamente inferiores a dichos países.

Ocupamos el lugar 11º en P.I.B., mientras que en esfuerzo investigador nos corresponde el lugar 35º.

La colaboración con la Industria se ha de traducir también en un incremento sustancial de planes de investigación concertados. Desde la Universidad, se debe transmitir a la Industria mensajes, tales como: invertir en proyectos de colaboración con la Universidad es rentable al sector privado, la respuesta ante un contrato es cada vez más de calidad, rigurosa en sus plazos y demás compromisos, y que la vía europea pasa inexorablemente por el acercamiento de intereses Industria-Universidad.

Hay dos aspectos en la colaboración entre la Industria y la Universidad a destacar: su eficacia y el mútuo beneficio.

Eficacia porque participa del principio que establece R. Crausat, miembro de la Oficina Federal de Educación y Ciencia de Suiza, al afirmar en el Consejo de Europa que la condición previa para la eficacia del esfuerzo investigador es el desarrollo de las actividades en un marco de dimensiones apropiadas.

También mútuo beneficio porque el progreso científico depende de ... la integración de cada disciplina particular en una concepción global de nuestra sociedad tal como afirmaba en un artículo de la revista Comunidad Europea Henri Schwann, Presidente del Instituto de Estudios Europeos de Ginebra.

En el sector público las inversiones presentan las características de dispersión de su gestión, escasez de investigadores y falta de competitividad.

Con la entrada en vigor del Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, se pretende en este último año, corregir una situación que en 1984 hacía que fuesen 11 los Ministerios que administrasen fondos destinados a proyectos y actividades de Investigación y Desarrollo, aunque cierto es que el 70% de dichos recursos correspondían a los Ministerios de Educación y Ciencia e Industria y Energía.

Se han mencionado anteriormente algunas cifras recientes al número y distribución de investigadores. Además conviene añadir que, aunque el gasto por investigador que tenemos es un valor medio en el conjunto de países comunitarios, las cifras dadas son muy inferiores a las existentes en Francia, Alemania o Reino Unido. Sólo Italia da trabajo al triple de científicos o técnicos más, en este campo, que nosotros.

Aproximadamente entre el 80 y el 90% de los recursos son asignados directamente a los Centros ejecutores y sólo el resto es distribuido, para proyectos concretos de investigación por la CICYT (más del 50%), el CDTI u otros. Sólo algo más del 10% corresponde a las Universidades. Y es precisamente en donde más barata es la actividad investigadora.

Durante años, ha ido floreciendo en los recintos universitarios una figura que acertadamente Pulido San Román calificaba de investigador-empresario, y que muchas veces era obligado casi a ser investigador-delincente, como Carmina Virgili denominada de modo muy incisivo en el prólogo de una publicación sobre investigación de la Fundación UNIVERSIDAD-EMPRESA.

Si en la política científica nacional establecemos los tres niveles siguientes:

Primero: Planificación política con definición de los objetivos de nivel nacional y financiación.

Segundo: Planificación técnica con definición de objetivos concretos, distribución de fondos de investigación y control de su utilización y resultados.

Tercero: Planteamiento y ejecución de proyectos para lograr los objetivos dados.

Es en este último, donde se encuentra la misión de la Universidad. Es más, podemos asignarle dos funciones: una específica, cual es la formación de investigadores, y otra común con otros Centros investigadores, consistente en llevar a cabo proyectos de interés nacional o regional.

A través de las Leyes de Reforma Universitaria y de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Técnica se establece un marco legal adecuado para el desarrollo de la actividad investigadora. Más concretamente, en la LRU deben destacarse para tal fin su artículo 11, donde se establece que los Departamentos y los Institutos Universitarios podrán contratar con entidades públicas y privadas o con personal físicas, la realización de trabajos de carácter científico, técnico o artístico ..., el artículo 45.1 que indica que el profesorado ejercerá sus funciones preferentemente en régimen de dedicación a tiempo completo La dedicación será en todo caso compatible con la realización de proyectos científicos, técnicos o artísticos ..., o el artículo 14 donde se introduce la figura del Consejo Social: Uno: "El Consejo Social es el órgano de participación de la sociedad en la Universidad". Dos:" Le corresponde promover la colaboración de la sociedad en la financiación de la Universidad".

Por otra parte, en la Europa comunitaria, trabajan un millón de técnicos y científicos en programas de investigación, teniendo la calificación de investigadores 350.000 personas. Mientras la Comunidad europea representa el 6% de la población activa mundial, le corresponden el 20% de los fondos mundiales destinados a actividades de Investigación y Desarrollo.

En comparación con USA y Japón, el gasto público en I+D en los países de la Comunidad Europea es un 27%, inferior al americano y representa el doble del japonés. El número de patentes es la cuarta parte que en Japón. El personal universitario representa un tercio del existente en USA y es un 23% inferior al de Japón. En cuanto al aumento de presupuestos, desde 1970 se ha producido un incremento del 33%, en moneda de dicho año, mientras en los Estados Unidos se ha estancado y en Japón duplicado.

Es interesante hacer una breve reflexión de las distintas políticas nacionales comunitarias en materia investigación, para evaluar la evolución y estrategia española:

En Bélgica se da prioridad a las tecnologías de innovación (medio ambiente, informática, energía no nuclear, aeronáutica), y como problema más relevante existe el de una carrera y estatus investigadores no satisfactorios.

En Alemania, además de un apoyo decidido a la investigación fundamental, se han establecido como objetivos el mantenimiento y desarrollo de la eficacia y competitividad económica, así como el estudio del efecto de los cambios tecnológicos. Se encuentra en un período de modernización y revalorización de la infraestructura y servicios científicos y tecnológicos. Sufre el problema del envejecimiento del personal investigador, debido al gran número de investigadores reclutados en el período 1.960-74, y no renovados posteriormente como consecuencia de restricciones presupuestarias.

En Italia existe un Consejo Nacional de Investigación, encargado de la programación económica.

En Francia, a la investigación civil se le asignan dos tercios de los fondos totales de I+D. Se encuentra en una primera fase un nuevo modelo de desarrollo basado en las biotecnologías, la robótica, las nuevas energías ... Tienen prioridad los sectores de valor estratégico y existe un Ministerio responsable de la investigación.

En Dinamarca, se ha pasado de un sistema muy centralizado a otro opuesto, que funciona mediante un Consejo de Planificación y 6 Consejos de Investigación. Es preocupación actual de su Ministerio de Educación, evitar el envejecimiento y disminución de movilidad de sus investigadores.

En Grecia, existe un Ministerio especializado en la materia, un programa quinquenal de I+D y se pretende que los fondos destinados a investigación alcancen el 1,5% de su PIB en 1990. Se encuentra en fase de crear una nueva infraestructura.

En Irlanda, se pretende una reducción en su dependencia energética basada en el desarrollo de industrias que emplean recursos nacionales.

En los Países Bajos, la investigación depende del Ministerio de Educación y Ciencia y está orientada a tecnologías multidisciplinarias, tales como la microelectrónica o la biotecnología. Tienen una baja movilidad sus investigadores en ciencias aplicadas.

En Gran Bretaña, la investigación depende de varios Ministerios: Industria, Energía, Agricultura, etc. Sus prioridades se orientan al carbón, petróleo, energía nuclear, solar, medio ambiente y ahorro energético. Existen Institutos de investigación industrial en torno a las Universidades, y la National Research Development Corporation apoya la innovación industrial.

Por otra parte, los principales objetivos de la política comunitaria de investigación, a la cual se ha destinado en los últimos años el 2% de los créditos atribuidos a tareas investigadoras en los estados miembros, se pueden agrupar sintéticamente de este modo:

- Fomento de competitividad en agricultura y pesca.
- Fomento de competitividad industrial:
 - . Métodos de medida, armonización de normas.
 - . Modernizar industrias convencionales: prospección, nuevos materiales, CAD- CAM.....

- . Promover nuevas técnicas: tratamiento de la información, burótica, robots,
- Mejora de gestión de materias primas:
 - . Métodos de localización de yacimientos profundos de sustancias minerales.
 - . Incremento de la explotación marina.
 - . Reciclado de materias primas.
 - . Recuperación de los metales más escasos.
- Mejora de gestión de recursos energéticos:
 - . Temas de seguridad en relación con la energía nuclear de fisión.
 - . Fusión termonuclear.
 - . Energías renovables.
 - . Ahorro energético.
- Incremento de ayudas al desarrollo.
 - . Prospección geológica.
 - . Hidrogeología y climatología.
- Mejora de las condiciones de vida y trabajo:
 - . Protección de recursos naturales, tales como suelos, aguas, diversas especies animales y plantas.
 - . Interacción hombre-medio con los efectos de la urbanización, industrialización, turismo, agricultura intensiva, etc.
 - . Problemas de medio ambiente, como son los ecosistemas, los mecanismos climáticos y las técnicas de evaluación de riesgo.
- Mejora del potencial científico.
- Acciones horizontales:
 - . Estudios de prospectiva.
 - . Difusión de la información.
 - . Protección jurídica de inventos.

Analizados estos tres factores que condicionan y determinan la colaboración entre el mundo industrial o empresarial y el universitario, es fácil concluir que para vincular el esfuerzo que se ha iniciado en este ámbito en los últimos años, en el sector público con las necesidades del sistema productivo, es inexcusable la modernización de las estructuras universitarias, la renovación pedagógica mediante aplicación de los más actuales métodos e ideas y la mejora de los equipos de enseñanza, en particular, técnica, al amparo de una completa reforma de las enseñanzas universitarias, que se fundamenta en una intensificación de las materias científicas y técnicas de base, de modo que los titulados dispongan de todo su poder de capacitación en desarrollos e innovaciones futuras.

Para lo anterior, debe fomentarse el desarrollo de mentes activas y flexibles capaces de abordar los problemas nuevos que nos reserva el futuro con creatividad, capacidad de análisis y de síntesis y apertura a horizontes siempre nuevos y cambiantes. La respuesta al reto tecnológico que se nos impone, no sólo pasa por el aumento de inversiones en el sector, sea en instrumentación, sea en equipamiento concreto, sino por una formación técnica suficiente.

6.- COOPERACION INDUSTRIAL EN UN CASO CONCRETO: SECTOR MINERO-ENERGETICO.

La investigación, explotación y tratamiento de los recursos naturales (sustancias minerales y rocas, incluidos petróleo y agua), la producción y utilización de la energía, la contaminación y protección del medio ambiente, son grandes áreas en las que va a incidir la actividad minera de la España comunitaria. Hoy la minería representa en nuestro país algo menos del 1% del PIB, emplea directamente a 90.000 trabajadores y de un modo indirecto a otros 200.000; su producción se distribuye entre un 50% de productos energéticos, un 30% de sustancias metálicas y el resto de no metálicos y rocas de canteras.

Pocos sectores industriales se encuentran ante sí, en los próximos años, con un desafío técnico y de racionalización de esfuerzos como el que espera al desarrollo de la tecnología minera. Mejorar la productividad con un esencial aumento de la seguridad en las minas subterráneas, control remoto de numerosas tareas y automatización del transporte con un desarrollo informático y electrónico sin precedentes en la programación de la producción y la disminución del riesgo de accidentes, incremento de la minería a cielo abierto, aparición de nuevas sustancias a explotar en los campos no metálicos e industriales, conversión de los recursos mineros brutos en energía en sus diversas formas y materiales de alta tecnología para aplicaciones de futuro, etc., son algunas de las tendencias ciertas de la minería en los próximos años.

La intensidad de la explotación de los minerales en nuestro país durante tantos siglos impone una depuración de los métodos de prospección y las técnicas de explotación a seguir. Por ello, la solución de los problemas actuales, ya sean de seguridad (en primer lugar!), ya sean de productividad y rentabilidad, pasan, entre otras, por las siguientes innovaciones tecnológicas:

- Explotación integral y no agresiva de los recursos minerales y energéticos, incluyendo fondos marinos y sondeos bajo lámina de agua de gran profundidad, recurriendo a máquinas robotizadas y telecontroladas. La minería se está convirtiendo en uno de los sectores industriales en los que el desarrollo de la informática es más rápido. El control remoto de muchas tareas mineras está cada vez más desarrollado, de modo que el arranque se realiza por máquinas programadas, transporte automatizado y uso sistemático de ordenadores que permiten el empleo de fórmulas paramétricas basadas en un gran número de medidas y datos. Con ello, las minas metálicas se explotarán cada vez más con un conocimiento preciso de las leyes y características de los yacimientos en todas sus dimensiones y muy por delante del arranque en cada momento. Junto a ello, la instrumentación electrónica ayuda a la disminución de accidentes, alejando al trabajador de los puntos más peligrosos. Se trata de aumentar la seguridad y, al mismo tiempo, de mejorar la productividad llegando a una minería continua de 3 relevos al día 7 días por semana.

- Incremento sustancial de la minería a cielo abierto, que bien podía llegar en un plazo de 15 años a cifras próximas al 75% del total, con una reducción del 20% de las leyes medias de los minerales y aumentando notablemente el ratio estéril/mineral, aprovechando el progreso en la tecnología de las máquinas de obras públicas, más potentes y con mejores rendimientos en los próximos años y la programación de la producción utilizando medios informáticos considerables.

- Aparición de nuevas sustancias como minerales especiales refractarios, arcillas especiales, e incluso, metaloides con gran desarrollo en aplicaciones domésticas y semiindustriales, manteniendo los niveles de producción de combustibles y metales clásicos por disminución de los consumos específicos per capita, compensados por el aumento de la población. Todo ello basado en la exploración a fondo de nuestros recursos, utilizando técnicas avanzadas de teledetección y prospecciones punteras.
- Cambios sustanciales en las plantas de tratamiento de minerales y carbones. La preparación mecánica, automatizada con una mejora de los costes y eficiencia, aumentando la pureza y eliminando muchas de las sustancias nocivas que les acompañan en el yacimiento, permitirá valorizarlos en muchos casos.

Una gran parte de los acontecimientos y resultados científicos y técnicos de nuestro siglo, así como el cambio de modo de vida, van estrechamente unidos al vertiginoso crecimiento en el consumo de energía registrado. Así, por ejemplo, en los setenta y cinco primeros años del siglo XX la demanda de energía primaria en España aumenta en más del 2.000%. Esta característica es común al resto de países actualmente integrantes de la Comunidad, lo cual ha originado que las importaciones de productos energéticos se han multiplicado por 27 entre 1958 y 1982, pasando de un 16,4% del total del comercio importador al 33%. A este dato del aumento espectacular hay que sumar otro: la reconversión de la política energética iniciada a raíz de la crisis del petróleo de 1973, de modo que frente a las tradicionales fuentes energéticas: carbón, petróleo, gas, energía nuclear de fisión, se empiezan a desarrollar de manera acelerada energías alternativas y se tiende a reducir el nivel de dependencias del exterior, que pasa del 67% en 1974 a una cifra del orden del 40% en la actualidad.

El concepto de energías alternativas hay que entenderlo en un doble aspecto: por una parte, las nuevas energías o energías llamadas renovables, como pueden ser la solar, eólica, geotérmica, biomasa, marina, nuclear de fusión, etc., y por otra, el desarrollo de nuevas tecnologías que permiten el

mejor aprovechamiento y utilización de energías convencionales, como son el carbón de bajo poder calorífico, las centrales minihidráulicas que permiten el aprovechamiento de corrientes fluyentes de pequeños ríos, etc. Además, el ahorro de energía gracias a técnicas de aprovechamiento de energías residuales y la optimización de los sistemas energéticos típicos de los procesos industriales es otro factor a tener en consideración en la, esto es, eficiencia de su utilización.

Se estima que de aquí al año 2.000, el aporte de nuevas energías puede triplicarse frente a las necesidades de la Comunidad Europea, de modo que llegue entonces a situarse en el 5%. Así, la energía solar podría cubrir del 1 al 2% en dicho año, mediante las actuales tecnologías de aprovechamiento de la misma consistentes en sistemas térmicos de baja y alta temperatura, sistemas ciclónicos y fotovoltaicos.

En cuanto a proyectos de investigación de la Comunidad Europea, cabe mencionar que la energía representa un 10% del total de fondos destinados a los mismos, con una clara tendencia al incremento de los destinados a investigaciones relacionadas con las energías fósiles renovables o el ahorro energético. Para la mejora de gestión de recursos energéticos (temas de seguridad en relación con la energía nuclear de fisión, fusión termonuclear, energía renovable y ahorro energético) se destinaron casi la mitad -exactamente el 49,4% - de los medios atribuidos a la política comunitaria de investigación para el período 1984-87. Dentro del Programa Marco IDT (1987-1991) asigna para estos próximos años un total de 1752 Millones de ECUS, desglosados así: seguridad nuclear para energía de fisión 102 MECUS, pendiente de gasto del programa anterior y 440 MECUS comprometidos nuevos, fusión termonuclear controlada 389 y 611, respectivamente, y energía no nuclear y uso racional de la energía 88 y 122, respectivamente.

Las empresas mineras españolas deben aumentar sustancialmente su productividad para continuar siendo competitivas. Uno de los principales medios para combatir la disminución del rendimiento es el progreso tecnológico. Si no, ¿qué Empresa podría subsistir si tuviera que vender sus productos a los precios de hace más de 5 años?. Así, por ejemplo, en 1984 los

precios medios internacionales de los principales metales, excepto el cinc, retrocedieron a los valores correspondientes a los años siguientes: Cobre 1975, Plomo 1976, Estaño 1977, Plata 1978, Mercurio y Aluminio 1979.

El fuerte desarrollo tecnológico requiere un nuevo tipo de técnicos y, por ello, se conecta simbióticamente con la profunda renovación del modelo educativo en la ingeniería. Por ello, la Escuela de Minas de Madrid, ha optado por un cambio conceptual mediante la elección del modelo de ingeniero no enciclopedista, ha incrementado el carácter científico y de tipo formativo de las enseñanzas con la consiguiente disminución de los contenidos descriptivos.

La colaboración de la Escuela de Minas de Madrid con la Industria viene marcada por las dos características siguientes: un incremento importante del volumen de colaboración y aumento de las relaciones internacionales establecidas para intercambio de estudiantes y proyectos en común con numerosos Centros universitarios y de investigación de U.S.A., Francia, Reino Unido, Polonia, Bélgica, República Federal Alemana, etc.

Una creciente colaboración existe entre el sector minero y la Universidad, a través de la Escuela de Minas, en actividades conjuntas de investigación en temas de mecánica de rocas, robótica, testificación geofísica, modelización numérica, automatización y tratamiento informático, seguridad minera, energía alternativa, tratamiento de residuos, geoquímica, gestión de aguas superficiales y subterráneas, modelización de yacimientos petrolíferos, etc.

Dichas colaboraciones, que se han multiplicado en los últimos años, se traducen en importantes contratos con la industria con mútuo beneficio. Para la Universidad significa, al amparo de la L.R.U., la dotación de una infraestructura no alcanzable mediante los medios que permiten los presupuestos estatales y la potenciación de equipos humanos con claros incentivos económicos.

La vía europea para nuestro país y, en particular, para la minería pasa inexorablemente por el acercamiento y, en muchos campos, objetivos comunes con la Universidad. Esta contribuirá positivamente a la capacitación e innovación tecnológicas que se encuentran, sin duda, en la base de una política de progreso.

Cuando la Sociedad española en su conjunto ha cerrado un paréntesis de varios siglos de vivir de espaldas a los movimientos culturales y científicos europeos, nuestra Universidad, en general, y las Escuelas de Minas, en particular, en la búsqueda de su futuro, debe mirar a sus hermanas de continente. Y ciertamente, no le faltarán crisis ni conmociones donde mirarse, así como respuestas a comparar. Así, por ejemplo, la Escuela de Minas de París obtiene el 43,5% de sus recursos a base de contratos con la industria; con un presupuesto equivalente de más de 4500 millones de PTA. (ícomparen con el de una Escuela de Ingenieros española!), y su parte destinada a gastos ordinarios es de 21,8% y los fondos oficiales para investigación el 30,4% del total. Además el 43,5% de sus recursos los obtienen mediante contratos con la Industria. No resisten comparación los datos. O la vitalidad de Escuelas menos nombradas como, por ejemplo, la Escuela de Alès, que establecida como Escuela Nacional Superior, en 1965, ya mantiene Acuerdos de Colaboración con más de 30 países, o la revisión modelo de ingeniero en Gran Bretaña hacia otro con una mayor formación básica, o el sistema ambivalente alemán en la enseñanza técnica.

Estas comparaciones pueden y deben hacerse desde una óptica en la que se sitúa la Escuela de Minas de Madrid como avanzada en la colaboración industrial, prueba de ello son los más de 450 millones de pesetas contratados en colaboración o proyectos con la industria en el presente ejercicio.

De cuanto antecede debemos reiterar la rentabilidad para la industria nacional, y para el sector minero-energético en particular, de intervenir en proyectos de investigación en colaboración con la Universidad en esta parcela.

En coincidencia con dichos objetivos se producen cambios y mejoras día que nos permiten acercarnos a la formación de un técnico flexible, europeo y europeísta, con profundos conocimientos de economía y gestión, capaz de abordar con éxito labores de investigación aplicada o de desarrollo de productos industriales. Un ingeniero, en suma, capaz de afrontar el desafío que pesa sobre toda la Sociedad española. El desafío de la modernidad.

Finalmente, si analizamos someramente, las titulaciones universitarias que en este sector se ofertan en otros países comunitarios, rápidamente percibiremos que existen unas técnicas energéticas multidisciplinares que forman parte de numerosos planes de estudios sin constituir un título universitario específico, frente a otras enseñanzas que, por el mercado de trabajo y los desarrollos futuros a los que deben conducir los actuales esfuerzos investigadores sobre nuevas fuentes energéticas, sí dan lugar a una titulación específica. Tales son los casos de Economía de la Energía, Economía Petrolífera, Producción, transformación, control y utilización de la Energía, Fuel Science and Technology, o los títulos americanos de Ingeniero de Refinerías de Petróleo, Ingeniero Nuclear En cualquier caso, se encuentra una clara tendencia a titulaciones basadas en los recursos energéticos, y es por ahí por donde cabe una diversificación en la oferta universitaria por el proceso de reforma de Planes de Estudios y nuevas titulaciones del Consejo de Universidades. Una ingeniería energética, como nueva titulación nos homologa con otros países miembros de la Comunidad Europea. Si queremos ser competitivos debemos orientar esta titulación hacia los recursos energéticos y, como consecuencia de éstos, a las nuevas energías y las tecnologías más recientes de aprovechamiento de recursos tradicionales.

7.- NOTAS SOBRE LA FORMACION DE POSTGRADO

Es necesario matizar, en primer lugar, lo que entendemos por "formación de postgrado". Releyendo las comunicaciones presentadas en el Seminario que sobre este tema organizó la Fundación Universidad-Empresa en Segovia en Diciembre de 1987, sorprende la heterogeneidad en el alcance que se atribuye al concepto.

Así, Francisco Ros, Director de FUNDESCO, da por buena la taxonomía de Aníbal Figueiras, según la cual el postgrado es una formación avanzada destinada a suministrar un personal de élite que sirva tanto para garantizar la continuidad de los propios centros universitarios como para dotar al mundo empresarial de líderes tecnológicos que garanticen su competitividad y sean fuente constante de nuevas ideas y proyectos.

Considero distinto el enfoque de Jesús Galván, para quien el postgrado es una necesidad del sistema productivo para poder disponer, a coste razonable, de la mano de obra cualificada que necesita para su propio desarrollo, ya que la Universidad ha dejado de satisfacer esa necesidad. Y añade: Por otra parte, el propio sistema no cree en las posibilidades de la Universidad para ver satisfecho esta demanda.

Son dos visiones contrapuestas, pero lícitas y defendibles, de la formación de postgrado. La primera es evidentemente, universitaria, elitista e incluye el Doctorado. La segunda es, tal vez, más social, empresarial y, desde luego, pesimista respecto a la conexión entre universidad y sistema productivo.

Por mi parte, entiendo que la formación de postgrado, en su sentido más amplio, surge de la demanda de adecuación social de la enseñanza universitaria, que no está plenamente lograda; se cursa en multitud de centros públicos y privados, sin que exista una estructuración ni un reconocimiento oficializado, se financia en gran medida con los fondos del interesado y está en permanente transformación, siendo por tanto mucho más sensible a las demandas sociales que la enseñanza reglada.

En la siguiente Tabla se presenta una comparación entre las características de la enseñanza de postgrado y la formación universitaria de primer y segundo ciclo.

TABLA
CARACTERISTICAS DE LA ENSEÑANZA DE POSTGRADO
COMPARADA CON LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA
DE 1º Y 2º CICLO

CARACTERISTICAS	EN UNIVERSITARIA	POSTGRADO
- TIPO DE FORMACION	PROFESIONAL	OCUPACIONAL
- DEMANDANTE	SOCIEDAD EN CONJUNTO	EMPRESAS
- SE ESPERA DE ELLA	TITULACION RECONOCIDA	CAPACITACION PROFESIONAL.
- RECONOCIMIENTO	OFICIAL	PRESTIGIO SEGUN RESULTADOS.
- CENTROS QUE SE IMPARTEN	UNIVERSIDADES	CENTRO PRIVADOS Y UNIVERSIDADES
- FINANCIACION	FUNDAMENTALMENTE OFICIAL	FUNDAMENTALMENTE PRIVADA.
- ORGANIZACION	EXTENSA Y RIGIDA	DESTRUCTURADA Y FLEXIBLE
- ENSEÑANZA	TRADICIONAL	RENOVADORA
- CONEXION CON LA INDUSTRIA	CASI INEXISTENTE	PERMANENTE

La sociedad, a la cual sirven todos los esfuerzos de formación (reglada o no, continúa), de investigación, etc. está cambiando de modo acelerado. En el caso de nuestro país, el cambio es tanto más rápido y evidente cuanto más queremos aproximarnos a los países de cabeza. Es decir, la tecnificación, la sociedad del ocio, la estructura de la educación, el cambio de los patrones sociales alcanza tanto a los países desarrollados como a los del Tercer Mundo, pero en muy distinta medida España, que es un país intermedio, tiene que sumarse al cambio general, y además pretende avanzar puestos es decir, incorporarse a los países con mayor tecnología.

Este cambio afecta a todos, pero nos centraremos en cómo afecta a los universitarios. Dichos titulados, en la sociedad de hace 20 años, estaban llamados a integrarse en una administración conservadora, en general burocratizada o en empresas, generalmente pequeñas, con un mercado local, o a veces grandes, apoyadas por la Administración Central, a veces monopolísticas (Telefónica, Campsa, Tabacalera, etc.).

En los últimos diez años el escenario ha cambiado radicalmente, y es de prever que el cambio que se va a producir en los próximos diez años va a ser igualmente espectacular.

En efecto, por citar sólo algunos indicadores del cambio: A la Administración Central hay que sumar 17 Administraciones Autonómicas; Las empresas monopolísticas han dejado de serlo, y se enfrentan, o habrán de hacerlo, a la competencia abierta del exterior, (los recientes cambios en las estructuras de la Banca privada son un ejemplo); aspectos desconocidos hasta hace poco de las empresas extranjeras, nos invade y condiciona la informática omnipresente, la robótica, la ofimática, los nuevos sistemas de gestión, de control, de seguridad, el diseño asistido por ordenador, el marketing y, sobre todo, la difusión y almacenamiento de la información, son aspectos que hace diez años no existían o estaban en sus balbucesos en España, y hoy suponen una exigencia para las empresas grandes y, cada vez más, también para las pequeñas, etc.

Ante este cambio, la Universidad constituída mayoritariamente por funcionarios, se enfrenta con el desafío de modificar continuamente su estructura, su profesorado, sus contenidos, y asignaturas para adaptarse a esta sociedad en cambio continuo.

Este cambio continuo no es posible, ni siquiera deseable, pues hay graves inconvenientes en el hecho de cambiar continuamente los planes de estudio. Esto no entra en contraposición con el hecho de que los objetivos y los contenidos de las asignaturas que se imparten en las carreras se modifiquen, asimilándose a las exigencias más modernas de la industria, como se ha analizado en profundidad anteriormente en este texto.

Se observa, sin embargo, como absolutamente precisa para el ingeniero o el licenciado o el arquitecto de hoy la formación continua, como un complemento y adaptación permanente de sus conocimientos, o como una especialización en determinados aspectos de la misma, o bien como una satisfacción personal en conocer campos no tratados en su profesión, y que ocupan parte de su ocio.

La exigencia es doble: por una parte la sociedad (empresas, centros de investigación, etc.) precisan de profesionales en renovación constante. Por otra parte, los mismos titulados universitarios precisan renovar sus conocimientos para progresar en su profesión, especializarse, cambiar eventualmente de trabajo y hasta disfrutar mejor de su tiempo de ocio.

En función de lo anterior se plantean varias preguntas: ¿Qué materias deben impartirse en la formación continua?. ¿Con qué profundidad deben darse?. Es decir: ¿es conveniente un conocimiento superficial y rápido, o es preferible una profundización en los temas, que exige inevitablemente más tiempo y esfuerzo?. ¿Quién debe impartir esta formación continua, y cómo se puede estructurar la asistencia de los titulados?.

Los estudios de postgrado, encaminados a la formación continua de licenciados o ingenieros y arquitectos deben ser breves, concretos porque el técnico no dispone de mucho tiempo y sobre temas actuales y que puedan ser

de su interés. Esto supone que se traten con preferencia:

- Áreas en que haya que elevar el nivel científico o tecnológico nacional (por ejemplo, medio ambiente, tecnologías de la información, etc.).
- Tecnologías de evolución muy rápida, que no se recojan en los planes de estudio (Diseño asistido por ordenador, transmisión de datos, etc.).
- Tecnologías nuevas, que hayan surgido en los últimos años y que no sean conocidas por los técnicos con una cierta antigüedad en la profesión (informática básica, ofimática, control de gestión, etc.).
- Campos que precisen los técnicos que aspiren a puestos directivos en sus empresas, y que no son desarrollados extensamente en la carrera. (Por ejemplo: Dirección de proyectos, planificación, gestión comercial, mercados internacionales, aspectos legales o laborales, etc.).
- También deben considerarse los campos que contribuyan a la satisfacción personal o al mejor uso del ocio, pero estos campos son muy diversos así como las Instituciones en las que se desarrolla esta formación (idiomas, relaciones humanas, dinámica de grupos, etc.).

Deben ser impartidos por personal de empresas que estén desarrollando estas técnicas, pero que reúnan también las cualidades docentes que deben caracterizar a los profesionales de la enseñanza. Esto exige (una vez más, y por un motivo más) la más estrecha colaboración entre Empresa y Universidad. También deben ser continuados y sistemáticos, porque así se van autoevaluando y corrigen sus propios errores. Esto no supone, en modo alguno, que deban ser repetitivos. Por el contrario, han de estar dotados de la mayor agilidad y operatividad.

Según las características anteriores ¿quién debe ser el responsable de la formación continua: la Universidad, la Empresa, la Administración o entidades privadas especializadas?. Evidentemente, en la actualidad, hay ejemplos de todos los tipos y todos ellos valiosos.

Volvamos ahora sobre otra de estas preguntas que antes planteaba. ¿Con qué profundidad deben abordarse los temas que se desarrollen en los cursos de formación continua?. La respuesta no es fácil, y depende de los fines que se quieran conseguir. Así, empresas grandes, a veces multinacionales (IBM, por poner un ejemplo) tienen un amplio programa de cursos de formación permanente, dirigidos en parte a la capacitación de su propio personal, y en parte al posible cliente o usuario, perfectamente estructurados en módulos que van desde conceptos generales a especialidades muy monográficas (sobre lectoras ópticas de documentos mediante "scanning", o integración de imágenes, etc.). No todas las entidades que imparten cursos de formación permanente tienen la posibilidad de dar esta variedad a sus cursos. Normalmente, la amplitud del curso, o bien su carácter monográfico vendrá dado por una prospección de las demandas de mercado, es decir, por una captación previa de las necesidades de las empresas, o sea, por un proceso de "marketing" de conocimientos. Esto lleva de nuevo al requerimiento ya expresado de que los cursos se impartan por entidades estables y que los repitan modificándolos, porque sólo el ensayo y el error, llevan a ajustar los contenidos a la demanda, que además, es variables en el tiempo.

Los cursos de formación continua son caros, y su financiación puede resultar difícil. Hay por supuesto, la posibilidades de que sea la propia empresa, o entidad en la que trabaje el interesado, la que financie con cuotas el mantenimiento del curso, pero muchas veces esto es insuficiente, sea porque el curso va dirigido a un número reducido de alumnos, sea porque el profesorado (numeroso, extranjero, etc.) es muy costoso.

Si nos referimos a la situación actual, podríamos clasificar los cursos de formación permanente en tres grupos según su financiación:

- Los que se financian los propios interesados, por su interés en seguirlos, o por la carencia de medios o de interés de sus empresas.
- Los que pagan las empresas y centros de la administración en los que trabajan los interesados, en forma de cuotas de asistencia, o mediante la impartición de los cursos por sus propios medios.

- Aquellos que reciben su financiación total o parcialmente de centros oficiales o privados en forma de subvención (INEM, Instituto de Cooperación Iberoamericana, diversos Ministerios, becas, etc.).

Como criterio de evolución a corto plazo de estos tipos de financiación puede indicarse que, además de mantener, de forma general, la participación en los costes del interesado porque supone una motivación y un compromiso por su parte, la financiación por las propias empresas es una iniciativa muy positiva, y corresponde generalmente a empresas con una concepción clara de la importancia que tiene la formación permanente, (no siempre empresas grandes, y en este sentido es muy de valorar la actitud que han adoptado ciertas PYMES). El peligro es la atomización de cursos, la repetición de los mismos en miles de centros y con miles de criterios, y la pérdida de eficacia y calidad, al mismo tiempo que el bajo número de alumnos.

Parece que el método más eficaz para aprovechar los recursos financieros es montar los cursos en centros especializados, vinculados o no a Universidades, que tengan una concepción moderna de la formación continua, una comunicación ágil con las empresas y técnicos, para conocer la demanda, y un acceso más fácil a las subvenciones de todo tipo que existen, pueden buscarse y deben incrementarse.

Por lo que se refiere a la actitud de la Administración respecto a la financiación de los cursos de formación permanente, es progresivamente más receptiva. En otros países se dedica un pequeño porcentaje del volumen total de facturación, o PIB si es el Estado, a incrementar la investigación, y, dentro de ello, a promocionar cursos de formación continua. La política decidida de la Comunidad Europea en sentido de favorecer la financiación de este tipo de cursos ha abierto nuevas vías de captación de recursos.

Es interesante efectuar un análisis comparado de este sistema. Así si acudimos a la formación de postgrado francesa, con cuyo modelo educativo por tradición y estructura es el más fácil para establecer analogías, dar pautas u obtener conclusiones, podemos indicar que el modelo francés es marcadamente universitario, bastante estructurado, elitista, pragmático, caro y,

al parecer, de muy buena calidad.

Es marcadamente universitario porque las iniciativas parten casi en la totalidad de los casos de las Universidades o de las Escuelas, si bien mediante vinculaciones con la Industria mucho más sólidas que en España, y con financiación parcial de entidades de producción.

También es bastante estructurado, al menos en comparación con la diversidad de iniciativas privadas que han proliferado en nuestro país. Conviene recordar aquí el esfuerzo de la "Conférence des Grandes Ecoles" por establecer un label común (el Mastère) para los cursos impartidos.

Se trata de un caso particular, aunque de extensión e importancia creciente, de formación complementaria de tercer ciclo o postgrado, impartido por las Escuelas Superiores, propuesto en fecha relativamente reciente (1985) por la Conferencia de Grandes Escuelas, y basado en contenidos relacionados fundamentalmente con la especialización técnica o el perfeccionamiento en el campo empresarial.

Los fines que han promovido esta iniciativa son : dar una presentación homogénea a gran parte de los cursos de postgrado de las Escuelas, favorecer las nuevas iniciativas de formación de postgrado y los intercambios internacionales de estudiantes y también homologar esta enseñanza con el Master in Engineering del modelo sajón.

Pueden acceder a cursar un Mastère, los estudiantes que hayan obtenido un título en una de las Grandes Escuelas de Ingeniería o de Gestión. También se accede desde la Universidad, pero es preciso estar en posesión de un D.E.A. o título equivalente. Una parte no desdeñable de estudiantes proceden de Escuelas extranjeras.

Se trata de cursos caros y cuya duración es de 4 trimestres y se desglosan de la siguiente forma: Mínimo de 250 horas lectivas, trabajos prácticos de aplicación (laboratorios, grupos de estudio, proyectos ...) y una estancia en una industria, seguida de un trabajo personal de investigación o

estudio que se plasma en una tesis.

El número total de Mastères impartido en Francia durante el curso 1988-89 ha sido de 153 (113 en ciencias y 40 en gestión), con un total de 1493 alumnos, de los que 261 eran extranjeros. Las cifras bajas, tanto en valores absolutos como relativos (menos de 10 alumnos por curso Mastère, como media) indican el carácter elitista de este tipo de enseñanza.

Es una enseñanza pragmática, la francesa de postgrado en general, como lo prueba su división en DEA (investigación) DESS (especialización) y Mastère (especialización o gestión), sin duda las tres demandas más evidentes. Otras pruebas de pragmatismo son la vinculación permanente con empresas financiadoras, la exigencia, en todos los casos, de estancias en la Industria, y el permanente sondeo de mercados que realizan para captar los cursos de mayor demanda.

Son cursos caros, con precios de mercado para Mastère que oscilan entre los 30.000 y 50.000 FF (en ocasiones mayores), aunque haya que decir que existen becas y ayudas por parte de empresas interesadas. Los cursos DEA y DESS son más económicos, y en muchas ocasiones se subvenciona al alumno con cantidades que oscilan entre 5.000 y 10.000 FF al mes.

Son, por último, de buena calidad, de la que se cuida, con normas estrictas, la Conférence des Grandes Ecoles, en el caso de los Mastères, y las Universidades, en los DEA y DESS.

Por tanto y comparando nuestra situación con la que acabamos de describir en Francia se observan notables diferencias. Por citar algunas, la formación de postgrado francesa es más dirigida que la española, que ha conseguido mejor una integración de las demandas de la Industria con las posibilidades de las entidades universitarias, y que se reserva para grupos minoritarios, tal vez porque la enseñanza universitaria de 1º y 2º ciclos satisface mejor las necesidades de la sociedad y de los propios estudiantes, y éstos no sienten la necesidad de complementar sus estudios.

8.- EVALUACION DE LA CALIDAD INSTITUCIONAL

La Universidad, como toda institución administradora de recursos humanos y materiales limitados puede plantearse legítimamente una pregunta crucial: "¿En qué forma se deben repartir los esfuerzos para optimizar el logro de los objetivos demandados por la sociedad?".

Cierto es, como afirmaba House en 1973, que evaluar un Centro universitario, partiendo de la realidad del marco socioeducativo en el que está ubicado y ciñéndose únicamente al mismo aparece como una tarea de una cierta complejidad pero realizable con garantías de validez.

Considerando a la Universidad como una empresa que fabrica titulados queda fácilmente expuesto que el producto no es totalmente medible, porque es difícil objetivizar la calidad de los titulados egresados. También los procesos de formación educativa son relativamente evaluables, más subjetiva que objetivamente. Y aunque hay algunos factores físicos medibles objetivamente, como por ejemplo los metros cuadrados de aulas, los medios de laboratorio, el número de volúmenes de la biblioteca, etc., estos factores físicos no necesariamente son condicionantes de la calidad de la Institución.

La Universidad no es una organización convencional - industrial o empresarial- más o menos compleja sino que tiene unas características diferenciales en las que cabe señalar como más importantes:

- La inestabilidad del personal. La incorporación de nuevos miembros de forma atípica con respecto a organizaciones no educativas- impide consolidar un sistema más racional y estable a la organización.
- La no existencia de un poder central único de quien dependa su funcionamiento, dado el alto grado de autonomía de los Departamentos.
- La ambigüedad a que se somete a los miembros de la organización, al tener que asumir en su actividad diversos roles en relación con los objetivos de la Universidad.
- Poca claridad de la tecnología específica. Todo el proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza de manera imprecisa, comparado con la tecnología que domina los procesos de producción en el mundo de la empresa.
- Los recursos le son asignados a través de decisiones políticas, frente a las organizaciones empresariales que generan sus propios recursos, hecho que reduce su capacidad de relacionarse con el entorno.
- Ausencia de criterios específicos para evaluar la eficacia de funcionamiento, dado que la actividad docente es un proceso complejo, con múltiples representantes externos e internos.
- Se invierte menos que en otras organizaciones en la formación de sus miembros y en introducir mejoras a fin de autotransformar su funcionamiento.
- La diferencia más clara que distingue este tipo de organizaciones es el objeto de referencia -los alumnos- que no pueden ser considerados exclusivamente como producto a manufacturar, ni como clientes.

A pesar de estas diferencias como afirma De Miguel, en la práctica las investigaciones sobre instituciones educativas han experimentado un proceso paralelo al que ha sucedido en el campo de las organizaciones, de tal modo que en el campo educativo se pueden reformular las teorías más representativas. No se puede hablar de un modelo evaluador único y generalizable, pudiéndose advertir en el enfoque actual de los mismos, una tendencia hacia concepciones de la institución educativa más próxima a enfoques sociales, abiertos, dinámicos y culturales pero sin desdeñar en absoluto los análisis más racionales y positivistas.

De todas formas existen puntos de similitud entre una concepción de los centros docentes como empresas que fabrican titulados y la idea tradicional de empresa: así, por ejemplo se puede destacar que:

- La empresa desarrolla la calidad en conexión con el mercado.
- La mejor estrategia empresarial es la sistematización de las ideas latentes internas.
- Los usuarios de los productos tienen una imagen de calidad a la que debe responder la empresa, siendo dicha imagen de calidad diferente colectivos de usuarios.
- La medida de la calidad de un producto industrial puede pasar por la medida de diferentes variables de producto y diferentes variables de proceso, pero siempre deberá atender a la opinión de los usuarios.

En el caso de la Universidad, los usuarios son colectivos muy diversos, que observan con mayor o menor atención relativa cada uno de los siguientes criterios de calidad.

La actividad investigadora es un criterio de calidad percibido fundamentalmente por el mundo de la empresa y por el mundo universitario, tanto nacional como extranjero.

La proyección internacional es un criterio percibido fundamentalmente por las empresas, universidades y organismos extranjeros, que se basa en cierta medida en actividades tales como congresos, publicaciones, etc. y que también está influenciada por la actividad investigadora pero que, cada día más, al tener en cuenta la próxima homologación de titulaciones en la Comunidad Europea deberá ser tenida muy en cuenta.

La actividad docente es un criterio de calidad en primera instancia percibido por el ámbito universitario. Pero además la calidad de la actividad docente, es un criterio que a largo plazo siempre será el que determine la calidad y nivel del resto de criterios (atracción empresarial, proyección profesional, proyección internacional, etc.). Dicha actividad docente ofrece dos vertientes diferentes, aún cuando complementarias, a saber, la docencia reglada (correspondiente a las titulaciones tradicionales) y la docencia optativa (cursos masters, cursos especializados merecedores de diplomas, etc.). La docencia optativa puede tener una gran proyección, no sólo a nivel nacional sino también internacional; piénsese en el posible interés para alumnos egresados de Universidades Latinoamericanas con idioma común.

El nivel de atracción empresarial es buena medida del grado en que la empresa, concebida en término amplio, es decir, considerando empresa, por ejemplo, la Administración, prefiere contratar titulados salidos de la Universidad en cuestión a otros de similar titulación salidos de otras instituciones de enseñanza. Es pues un criterio de calidad evidente.

La atracción inicial es un criterio de calidad al que fundamentalmente atienden los estudiantes (y sociedad en general, a través de padres de estudiantes) en situación de elección de carrera.

En todos los casos los diversos criterios de calidad mencionados, realizando un análisis más profundo, están interrelacionados unos con otros, pudiendo decirse, por ejemplo, que el grado de atracción empresarial puede estar influenciado, por ejemplo, por el nivel de calidad de la actividad investigadora o por el nivel de calidad de la docencia reglada, etc, etc. Ello no es óbice para poder diferenciar en cierto modo unos criterios de otros. Así tenemos que, por

ejemplo, al hablar de la docencia reglada su imagen será observada especialmente por los estudiantes ya captados; si nos referimos a la atracción empresarial los observadores principales serán los empresarios; cuando nos referimos a atracción inicial los observadores serán los estudiantes posibles clientes; al hablar de la proyección internacional estamos teniendo en cuenta a los observadores extrajeros, tanto estudiantes como profesionales y organizaciones; por último se considera que la actividad investigadora es observada, en una u otra forma, por toda la sociedad.

Expresadas las ideas anteriores de otra forma, cada criterio pone el acento en un observador diferente que esquemáticamente es: La Docencia reglada en estudiantes ya captados y el mundo universitario, la Docencia optativa en profesionales con deseos de especialización y el mundo universitario, la Atracción empresarial en Empresas, la atracción inicial en estudiantes preuniversitarios posibles clientes, la proyección internacional en extranjeros y la actividad investigadora en la sociedad en general.

La evaluación de los anteriores criterios de calidad se puede realizar por medio de encuestas que por un lado ponderan entre sí los diferentes criterios (en porcentaje relativo de importancia) y por otro valoran diferentes factores de calidad. La ponderación y valoración de factores tiene como última consecuencia la valoración de los criterios de calidad.

La investigación evaluativa actúa como una herramienta potenciadora de la calidad de la enseñanza.

El hecho de ponderar unas opiniones, más o menos cualificadas, para obtener un valor de la calidad sería infructuoso si el ejercicio se diera aquí por terminado, ya que la evaluación de la calidad de una institución docente sólo tiene sentido cuando permite realizar una identificación de factores de mejora, que, debidamente jerarquizados, pueden constituir la base formal del establecimiento de un Plan Estratégico de la Institución universitaria.

Es en este sentido como pueden aprovecharse con mayores frutos los datos aportados por la encuesta, ya que una vez valorados y ponderados los factores de calidad estamos en disposición de jerarquizar en orden de carencias de calidad todos los factores determinantes de cada criterio de calidad.

De esta forma, del total de factores de calidad que conforman los criterios, se pueden determinar los factores estratégicos sobre los que la Universidad debe actuar a corto y medio plazo.

Estos factores pueden ser agrupados en los siguientes programas del Plan Estratégico, que se plantean como posibles de un modo absolutamente general:

- Programa de Dotaciones físicas.
- Programa de Recursos humanos.
- Programa de Organización y coordinación interna.
- Programa de Formación.
- Programación de Marketing.
- Programa de Financiación externa adicional.
- Programa de Actividades externas.

Es importante resaltar que, si bien hay facetas subjetivas que conllevan la metodología de valoración, dicha metodología es totalmente válida por que de lo que se trata en último extremo es de identificar y jerarquizar los puntos débiles de la Universidad con el fin de mejorarlos mediante la adopción de un Plan Estratégico. Este plan puede ser revisable anualmente y proporciona una herramienta útil a la hora de definir los objetivos a alcanzar en cada período escolar.

9.- SOBRE EL SISTEMA RETRIBUTIVO DEL PROFESORADO

La puesta al día de la Universidad no es tarea breve ni de un sólo texto legislativo. Requiere una férrea voluntad y suficiente paciencia para construir una nueva estructura competitiva en una dimensión científica y de vinculación social impensable hasta hace pocos años, cuando la transmisión de conocimientos y creación de la ciencia en ámbitos modestos y para reducidas élites podía parecer suficiente. Hoy no, hoy viene condicionada por la calidad y el compromiso social de acercar la formación de nuestros jóvenes a la realidad profesional del mercado de trabajo. Para ello, se deben establecer los mecanismos y poner los medios oportunos.

En estos últimos años, desde la promulgación de la L.R.U., existe una mayor profesionalización de la carrera docente y la actividad investigadora, un aumento de las plantillas universitarias, unos incrementos razonables de los presupuestos de las Universidades públicas (aunque estén aún en desventaja en comparaciones europeas)..... Pero, sobre todo, se ha iniciado el desarrollo, con la L.R.U., de una época de mayor relación Sociedad-Universidad. Para amplios sectores de ésta (no todos), significa una magnífica ocasión de generar fondos para infraestructura y equipamiento, junto con complementos económicos, a veces considerables, para el personal docente e investigador participante en contratos de investigación y desarrollo.

Pero no era suficiente con que la Administración permitiese el libre juego anterior, cuyo motor es la iniciativa particular de los Departamentos y profesores universitarios. Por ello, y en el marco de la Ley de la Función Pública, donde se introduce la productividad como base de diferenciación retributiva, a lo largo del año 1989 ha sido negociado entre el Ministerio de Educación y Ciencia y las Centrales Sindicales un nuevo sistema retributivo del profesorado universitario. En el acuerdo alcanzado en Junio y ratificado el 23 de Agosto al hablar del nuevo sistema, dice que se logre un instrumento de compensación económica que incentive la labor docente e investigadora de forma individualizada, a lo largo de la vida activa del profesor.

La labor docente establece el Decreto que será evaluada en cada Universidad de acuerdo con los criterios generales que al respecto establezca el Consejo de Universidades. Asignar esta responsabilidad a cada Universidad es lógico y coherente con la autonomía universitaria. Pero, sin duda, es un desafío. Muchos desconfiarán de la respuesta evaluadora que de un modo local de cada Universidad. Ejercerla de forma rigurosa es una obligación que nos marca la tantas veces reivindicada autonomía de la Institución. La Universidad, en ocasiones excesivamente tutelada, en ocasiones endogámica, no posee aún soltura en reclamar y practicar un comportamiento autónomo, y tiende con excesiva frecuencia a que otras instancias con actitudes paternalistas tomen sus propias decisiones. En otras coordenadas (mundo empresarial, por ejemplo) asumir esta responsabilidad se consideraría de simple lógica.

A diferencia del aspecto docente, la valoración de la investigación la efectuará una Comisión Nacional y, al respecto, hace unos meses decía Javier Solana que hemos pensado que éste era el mejor sistema, puesto que no se trata de una concurrencia estricta de cada Universidad.

Parece evidente que por coherencia científica esta evaluación no debe realizarse por separado en cada Universidad. Lo cual no debe confundirse con primar exclusivamente la investigación básica, relegando el desarrollo tecnológico y la investigación aplicada por su mayor facilidad en acudir a la vía del Artículo 11 de la L.R.U. No es un problema de mayor número de artículos

publicados en revistas, sino también de calidad en tareas innovadoras científicas o técnicas.

Con estas medidas se produce, en definitiva, una apertura del abanico salarial, permitiendo para aquéllos que acrediten su capacidad, alcanzar en el transcurso de su carrera docente, cotas remunerativas más altas y diferenciadoras respecto a aquéllos que opten por una actividad menor y una vida más plácida. El problema no es la remuneración inicial, sino las expectativas de futuro. Al comienzo, un profesor español tiene unos ingresos comparables con otros países del entorno, pero a medida que avanza su carrera profesional esa comparación le resulta completamente desfavorable. Todo está inventado, sólo se trasladan al mundo de la Universidad las premisas y condiciones de una Sociedad competitiva como es la nuestra. Es optar por un modelo; el otro ya lo conocemos y bien: junto a universitarios cuya vocación rompe los moldes de cualquier jornada laboral conviven otros: los de la clase rutinaria de todos los años y pocas horas más (muchas veces ocupadas lamentándose del estado de nuestra Universidad). Esto sí, para el Estado los dos a igual precio. Si por fin se acabara con eso

Es un primer y positivo paso en el ámbito de las evaluaciones universitarias. Esta es de carácter individual y dejará sentir sus efectos, aunque no a corto plazo, sobre la calidad de la labor docente e investigadora de cada profesor en particular. Digo que es un primer paso pues le deben seguir otros muy importantes. Más trascendentes quizás, aunque no tengan este tipo de influencia económica personal. Se trata de las evaluaciones institucionales, del análisis de la calidad científica y docente de Centros, Departamentos En definitiva, de estudiar el rendimiento no sólo de las personas, sino de los colectivos. Su optimización, su reordenación, sus mejoras, sus necesidades ... Es la etapa siguiente en el esfuerzo por la mejora de la calidad universitaria. Tiempo que llega.

En definitiva un instrumento al servicio de la eficacia. Porque la condición de eficaz debe ser recuperada también en el ámbito universitario con una de las esencias de su progreso. Como lo es también el optar por unos órganos de gobierno eficaces; es decir no burocráticos y lentos sino, al

contrario, ágiles operativos y democráticos con amplia participación de todos los estamentos. Responsabilidad y control. La gestión eficaz necesita un amplio margen de capacidad de acción. De una vez por todas el progreso debe incorporar como uno de sus valores más sustanciales a la eficacia. No caigamos más en la trampa de quienes en defensa de ésta combate aquel.

Con esta innovación retributiva se podría, al menos aceptemos el posibilismo, avanzar en la vía que permita pasar de la mediocridad uniforme de la Universidad actual a una diversidad competitiva donde prime sobre todo la calidad de la enseñanza como se formulaba como objetivo institucional hace ya más de cuatro años en el Consejo de Universidades.

10.- A MODO DE EPILOGO

Termino ya. Decía Aristóteles que la política es el arte de hacer posible lo necesario y necesario es para nuestra Universidad continuar y profundizar en su modernización.

La calidad y el compromiso social son las claves de tal modernización. En las páginas anteriores se han abordado las razones y exigencias de una renovación inaplazable, las componentes tanto en contenidos como en metodología de la calidad educativa y de forma concreta el caso de la formación de ingenieros. Una metodología, no la única, para la renovación del modelo educativo ha sido presentada; renovación como motor fundamental la investigación aplicada y la colaboración industrial, cuya expresión concreta en el sector minero energético ha sido desarrollado. No puede olvidarse en todo el edificio educativo el papel dinámico y versátil de la enseñanza de postgrado, ni como puede ayudar al esfuerzo de calidad la introducción de parámetros diferenciales en la retribución de profesorado por rendimiento. Finalmente unas someras nociones sobre evaluación de la calidad institucional completan la presentación que acabo de realizar sobre este apasionante tema.

El momento actual se corresponde con una ocasión histórica, de necesidad y de urgencia; la actualización y flexibilización de los planes de estudio y la diversidad de titulaciones así lo requieren. No puede quedar en un

mero cambio formal y perderse una oportunidad única. Hay que imponer el futuro. La realidad es muy tozuda, pero determinado tipo de obstáculos también. Si no se actúa a fondo podremos perder nuestro desafío europeo y, aunque a corto plazo la necesidad de técnicos y científicos que exige el mercado podrá enmascarar el error, a largo plazo el daño será grave. No se trata de alterar las formas, hay que cambiar los fondos.

Los universitarios de hoy forman un colectivo dinámico, en mutación. Una parte fundamental del mismo, los técnicos, los científicos o el mundo de la gestión y a economía constituye un grupo privilegiado al que le es permitido elegir en muchos casos, cual es la actividad que resulta más atractiva. Este privilegio sólo tendrá razón de ser en la medida en que vincule a través de la entrega y dedicación a los demás, a través de la generosidad en el esfuerzo con el compromiso social de ayudar a que los demás vivan mejor. Les hace privilegiados la oportunidad de participar en primera línea en la construcción de una sociedad más justa, más solidaria, con un aumento considerable en su calidad de vida y, además, competitiva en el horizonte europeo. Esa Europa, casa común de todos nosotros, donde la técnica es la primera moneda unitaria y una de sus principales esperanzas.

Muchas gracias.

**CONTESTACION
DEL
EXCMO. SR. D. EMILIO LLORENTE GOMEZ**

CONTESTACION

del

Excmo. Sr. D. Emilio Llorente Gómez

**Excmo. Sr. Dr. Presidente
Muy Ilustre Cuerpo Doctoral
Señoras y Señores,**

Es un grato honor y una satisfacción para mí, cumplir con la misión de dar contestación al Discurso de recepción pronunciado por el Dr. D. Francisco Michavila Pitarch. Honor por la persona y honor que me dispensa esta Real Academia.

Por mi extensa y profunda relación profesional con el Dr. Michavila, me resulta fácil dar opiniones objetivas sobre su trayectoria académica; al menos lo voy a intentar, pues no se oculta a nadie que esa relación, como es natural, se ha ido cimentando junto a una amistad sincera. De ahí mi satisfacción ante este acto.

La función de la Universidad, como adelantada en el saber, debería tener siempre y de forma continuada, una vocación renovadora, pero esto sabemos que no es así. La actual renovación que se pretende surge del acelerado y apasionante cambio y progreso tecnológico, que obliga y exige esta renovación, a quienes no desean perder el entorno europeo, al menos, tanto económico como cultural y social.

En el magistral discurso del Dr. Michavila, se profundiza en esta idea y se dan directrices, análisis, metodología y acciones concretas a desarrollar, por quien tiene tanto la juventud como la madurez profesional acrisolada y reconocida, lo cual le permite pasar de la forma e ir al fondo.

El Dr. Michavila tenía 22 años cuando en 1970 obtiene el título de Ingeniero de Minas, con el nº 1 de su promoción y calificación global de sobresaliente, en forma tan destacada que le conduce al Premio Nacional "Fin de Carrera", al Premio Agustín Marín, a la Cruz de Alfonso X "El Sabio" y al Víctor de Plata al Mérito Profesional.

Completa su formación en la Facultad de Ciencias de la Universidad de París, y bajo la dirección del Profesor G. Petiau, realiza su tesis doctoral, no sólo calificada de Sobresaliente cum Laude, sino realzada con el Premio Extraordinario de Doctorado. Su directa continúa y querida relación con Francia, le llevan actualmente a ser Presidente de la Asociación Hispano-Francesa de Cooperación Científica y Técnica.

Aunque completa su formación con la realización de cursos y obtención de diplomas, yo destacaría en él su capacidad de autoformación, pues es un estudioso continuo y profundo, de lo que obtiene éxito ante su capacidad y potencialidad intelectual. Este bagaje le lleva a impartir numerosos cursos, dirigir tesis doctorales, proyectos fin de carrera y proyectos de investigación.

Su dimensión le lleva a mantener relaciones asíduas con científicos españoles y extranjeros, así como participar en Conferencias y Congresos, destacando, como en todo puesto que ocupa, por su participación activa. Su prestigio le lleva a ser Presidente y Vocal de numerosos Tribunales o Jurados, como el del Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica.

En cuanto a sus publicaciones, los libros sobre su especialidad matemática y su próximo libro a aparecer sobre la base de su Discurso, pasan a través de numerosos artículos y comunicaciones presentados en Congresos y sesiones científicas. Su amplia presencia en artículos de prensa han dado difusión a su labor que, de alguna manera, se sintetizan en su actual Discurso, sobre cuyo tema haré después unos breves comentarios personales.

Becario, profesor y Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas ocupa diversos cargos, desde Miembro a Presidente de Comisiones, de Subdirector Jefe de Estudios a Director de la Escuela.. Un ejemplo del reconocimiento a su labor gestora es el Master de Oro del Forum de Alta Dirección que le fue otorgado, pues sus seis años de Director han estado llenos de actividad, de logros, con un claro objetivo de calidad y compromiso social.

El campo industrial tiene asumido que una de sus prioridades es la calidad. Se dice que la calidad industrial pretende vender mercancías que no van a ser devueltas, a clientes que sí que vuelven. En este sentido, el graduado tiene que ser aceptado por el mercado y cuando necesita de la formación permanente, contempla volver al Centro que lo supo formar, pues esta formación es propia tanto de la Universidad como de la Empresa. La optimización del proceso educativo e internacional, tanto el industrial como el educativo. Por otro lado, hacia cual debe ser ese mercado, también la Universidad tiene que ejercer su capacidad y prospectiva.

Si la calidad industrial tiene un diseño y desarrollo calculado, la educativa universitaria precisa de mayor imaginación creativa. Es todo un reto la creatividad, pero sus límites tienen que hacerse posibles y no imaginarios, pues lo que no es factible de realizar, no sólo conduce al fracaso material sino al de la motivación que no puede ni debe degradarse en una mente universitaria.

La marca de calidad, de la que nos habla el Dr. Michavila, pasa por dar oportunidad a las mejores cabezas de todo el sustrato social; sólo así la Universidad cumple con la apertura y con el compromiso que tiene ante la Sociedad. Cuando ésto ocurre hay rentabilidad de los recursos humanos y económicos utilizados.

Es evidente que la calidad pase por la formación y no por la información; ésta es parte secundaria de la formación, no es su eje. La formación generalista, de base, se impone, con planes de estudios flexibles, que tienden a que el alumno adquiera metodología y consiga objetivos como los de tener capacidad para analizar y sintetizar. Contenido y métodos, son los fines a conseguir, unidos, pues son inseparables si se desea cumplir con una calidad educativa. Acentuar el uso de métodos pedagógicos precisa de la didáctica, de la que huye el profesor que no tiene ni actitud ni aptitud ante el cambio cualitativo.

En un mundo tan interrelacionado, donde la cooperación internacional es ya un objetivo común, la formación en comunicación y trabajo en grupo es obligada, cuando casi no existe en el estamento universitario. Al mismo tiempo, se precisa que la formación científica y técnica sea completada con la formación económica y humanista.

La actividad investigadora es evaluable en forma más objetiva que la actividad docente, pero lo cierto y obligado es que ésta tiene que someterse a algún sistema evaluativo, aunque tenga un cierto grado de subjetividad, pues lo negativo es dejar que fluya sin el menor control.

Hay metodologías, como la aplicada actualmente por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas que, al detectar puntos fuertes y débiles, su Plan Estratégico permite saber la dirección y objetivos a cubrir para conseguir mejorar la calidad institucional, cumpliendo así con la obligación social de optimizar sus recursos.

Hay una tendencia y cooperación reconocida en el acercamiento entre Universidad y Empresa, al que también se refiere el Dr. Michavila, pero de tender a realizar y obtener hechos puede haber demasiada diferencia, siendo, un ejemplo positivo los avances conseguidos por el Plan de Estudios de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

Este acercamiento tiene que ser, tanto en el área docente como en la investigadora, pues el motor de la actualización científica de los contenidos es la investigación, que lleva consigo, al menos y no es poco, la formación en la innovación. Para esta cooperación investigadora, la Ley de Reforma Universitaria y la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, así como los estatutos de las Universidades, dan disposiciones que presentan mejoras sustanciales que, muy pronto, deberían ser aplicables también para los Organismos Públicos de Investigación, pues lo que es justo debe también ser legal.

Han pasado 20 años y el curriculum del Dr. Michavila se ha llenado de contenido relevante, pudiendo ser resumido diciendo que por su labor docente, investigadora y gestora de ambas, se ha destacado como un paladín de la Universidad Española. Este historial se le reconoce, por ejemplo, cuando se le concede el Premio de la Fundación de la Universidad Politécnica de Madrid a la labor científica e investigadora a lo largo de su vida académica. Por ello, para él, por la relevancia de esta Real Academia de Doctores y para esta Academia por el prestigio del nuevo académico de número, supone este Acto una alta congratulación mútua. Bienvenido.

**HOJA DE MERITOS
Y
RESUMEN BIOGRAFICO DEL
PROFESOR FRANCISCO MICHAVILA PITARCH**

Fecha de Nacimiento: 12 de Diciembre de 1948

ESTUDIOS

a) TITULOS:

- INGENIERO DE MINAS, por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, de la Universidad Politécnica de Madrid (1970).
 - . Número UNO de la promoción
 - . Calificación global de SOBRESALIENTE

- DOCTOR INGENIERO DE MINAS, por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, de la Universidad Politécnica de Madrid (1974), con la tesis: "FORMULACION DE ELEMENTOS FINITOS CURVOS EN ESPACIOS DE SOBOLEV", (dirigida por el Prof. G. PETIAU).
 - . Calificación SOBRESALIENTE CUM LAUDE
 - . PREMIO EXTRAORDINARIO DE DOCTORADO 1974.

- DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES MATHEMATIQUES APPLIQUEES OPTION ANALYSE NUMERIQUE, por la Faculté des Sciences de la Universidad Sorbona de París (1972).

- DIPLOMADO EN INGENIERIA NUCLEAR, por el Instituto de Estudios Nucleares de la Junta de Energía Nuclear (1971).

b) CURSOS REALIZADOS

- Curso de Ecuaciones Diferenciales, del Prof. M. DERRIDJ, Faculté des Sciences de París.
- Curso de Análisis Numérico General, del Prof. R. de POSSEL, Faculté des Sciences, París.
- Curso de Aproximación Numérica de las Ecuaciones Diferenciales del Prof. P. RAVIART, Faculté des Sciences, París.
- Curso de Control y Perturbaciones Singulares de problemas en los Límites, del Prof. J.L. LIONS, Faculté des Sciences, París.
- Curso de Biomatemáticas y Análisis Compartimental, del Profesor CHERRAULT, Faculté des Sciences, París.
- Curso de Variables Regionalizadas en el Centre de Morphologie Mathématique de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines, Fontainebleau.

c) BECAS

- Becario de la Fundación "JUAN MARCH" con beca de ampliación de estudios en París (de 1971 a 1972).
- Becario del Instituto de Estudios Nucleares.
- Becario de la Assotiation pour la Recherche et le Developpment de Méthodes et Processus Industriels (A.R.M.I.N.E.S.), en l'Ecole d'Eté de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines.

PREMIOS Y DISTINCIONES

- Premio Nacional "Fin de Carrera" (1970).
- Premio AGUSTIN MARIN de la Empresa Nacional ADARO (1970).
- Premio Extraordinario de Doctorado (1975).
- Master de Oro del Forum de Alta Dirección (1986).
- Premio de la Fundación de la Universidad Politécnica de Madrid a la labor científica e investigadora a lo largo de su vida académica (1988).
- Cruz de Alfonso X "El Sabio" (1971).
- Víctor de Plata al Mérito Profesional (1971).
- Académico Numerario de la Real Academia de Doctores (1989).

* * *

ACTIVIDAD DOCENTE

- a) En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, de la Universidad Politécnica de Madrid:

Profesor Encargado de Curso en la Cátedra de "MATEMATICAS", de las asignaturas de "Álgebra Lineal" y "Cálculo Infinitesimal" (1972-76).

- . Profesor Agregado Interino de la Cátedra de "MATEMATICAS", con dedicación plena (1976-77).
- . Profesor de las asignaturas de Doctorado (1972-1990).
- . Profesor Agregado Numerario de "Matemáticas (Cálculo Numérico e Informática)" (1977-80).
- . Catedrático de "CALCULO NUMERICO E INFORMATICA APLICADA A LA MINERIA".
- . Dirección del curso Master en "Simulación Numérica" de la Universidad Politécnica de Madrid (1989-1990).
- . Participación como Ponente en el Seminario sobre "La Formación Matemática de los Titulados Superiores de la Universidad Politécnica de Madrid" (1978-79).
- . Participación como Profesor en el Curso sobre "Control Optimo con el Profesor Bernhard (1979-80)".

b) En Otras Universidades

- . Profesor del Curso "Aplicación del Método de Elementos Finitos" (1981-82) en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad de Zaragoza.
- . Profesor y responsable de los Cursos de Doctorado:
 - . "Método de Elementos Finitos: Teoría y Aplicaciones". en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Canarias (1982-83).

- . "Profundización en el Método de Elementos Finitos" en la E.T.S. de Ingenieros Industriales, de la Universidad Politécnica de Canarias (1983-84).
- . "Análisis Numérico de las Ecuaciones en Derivadas Parciales", en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Canarias (1984-85).
- . "Análisis Numérico de las Ecuaciones en Derivadas Parciales II: Aplicación a la Mecánica de la Fractura" en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Canarias (1985-86).
- . "Métodos Numéricos para el Estudio de Singularidades. Aplicación a la Mecánica de la Fractura" en la Universidad Politécnica de Canarias (1988-1989).
- . Profesor del Curso sobre "Mecánica de Fractura" en la II Escuela Hispano-Francesa. Universidad de Málaga,(1986).

* * *

ACTIVIDAD INVESTIGADORA

a) Dirección de Tesis Doctorales:

- . "Sobre la Aproximación por Elementos Finitos de las Ecuaciones Diferenciales Parabólicas", de D. Luis Gavete Corvinos (Leida en 1978).

- . "Una Aplicación del Método de Elementos Finitos al Estudio del Efecto Combinado de Conducción-Convección en Problemas de Transmisión de Calor para Fluidos Anisótropos", D. Carlos Conde Lázaro (Leída en 1983).
- . "Un Método de Elementos Finitos para la Resolución de las Ecuaciones que rigen el Comportamiento de un Fluído Bifásico en Medio Poroso", de D. Francisco Javier Elorza Tenreiro (Leída en 1985).
- . "Resolución de Ciertos Problemas Elípticos Bidimensionales Mediante el Método de Elementos Finitos Singulares", de D. Diego García Vera (Codirigida con D. Luis Gavete, leída en 1989).
- . "Métodos Numéricos Aplicados al Diseño Equipado de Pozos", de D. Alfredo Iglesias López (Leída en 1989).
- . "Sobre el Estudio y Tratamiento Numérico de Ecuaciones en Derivadas Parciales con Ciertas Singularidades en el Dominio. Aplicación a Problemas de Fisura", de D. Félix Díez Sacristán (En elaboración, tema presentado en 1984).

b) Líneas de investigación actuales:

- . Sobre el Estudio por Elementos Finitos de Singularidades para Problemas Gobernados por Ecuaciones en Derivadas Parciales.
- . Sobre el Estudio de Modelos Matemáticos para la Utilización Conjunta de Aguas Subterráneas y Superficiales.
- . Sobre el Desarrollo de un Banco de Programas de Informática Geotécnica.

Aplicación del Método de Partículas a Problemas de Mecánica de Flúidos.

c) Profesores o Investigadores de otros Centros con los que mantiene colaboraciones o contactos científicos asiduamente:

Espanoles: Prof. Valle (Universidad de Málaga), Prof. Alarcón (Universidad Politécnica de Madrid), Prof. Correas (Univesidad de Zaragoza), Prof. Bermúdez de Castro (Universidad de Santiago de Compostela), Prof. Maravall (Universidad Politécnica de Madrid), Prof. Oñate (Universidad de Oviedo), Prof. Elices (Universidad Politécnica de Madrid), Prof. García de Jalón (Universidad de San Sebastián), Prof. Winter (Universidad Politécnica de Las Palmas), Prof. Fernández Cara (Universidad de Sevilla), Prof. Gasca (Universidad de Zaragoza), Prof. Díaz (Universidad Complutense de Madrid), Prof. Moreno (Universidad Politécnica de Madrid), Prof. Liñán (Universidad Politécnica de Madrid), etc.

Extranjeros: Prof. Lions (College de France), Prof. Raviart (Ecole Polytechnique), Prof. Bernhard (INRIA-Sophia Antipolis), Prof. Pironneau (Universidad de París VI), Prof. Bernadou (INRIA-Rocquencourt), Prof. Whiteman (Universidad de Londres), y Prof. Papamichael (Universidad de Londres), Prof. Schnack (Universidad de Karlsruhe, Alemania), Prof. Aalto (Universidad de Helsinki), Prof. Thomas (Universidad de Pau), Prof. Nedelec (Ecole Polytechnique de París), Prof. Destuynder (Ecole Centrale de París), Prof. Sánchez Palencia (Universidad de París VI), etc.

d) Otras actividades de investigación.

Colaboración en el desarrollo de aplicaciones del Método de Elementos Finitos con el Institut pour la Promotion des Sciencies de l'Ingenieur (I.P.S.I., París) (1977-80).

- Director del Proyecto de Investigación: "MODELIZACION DE GRIETAS POR ELEMENTOS FINITOS. ESTUDIO DE DISTINTOS MODELOS DE LA ZONA SINGULAR Y DE LAS ZONAS DE TRANSICION. APLICACION EN ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES". Subvencionados por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Universidades e Investigación (1981-83).
- Responsable del Programa para la Formación y Perfeccionamiento de un Equipo Docente e Investigador en Métodos Numéricos Modernos de la Ingeniería, según acuerdo suscrito entre el INRIA y la U.P.M. (1981-85).
- Director del Proyecto de Investigación: "TRATAMIENTO DE PROBLEMAS CON SINGULARIDADES. APLICACIONES A LA FRACTURA DE MATERIALES". Subvencionado por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Universidades e Investigación (1986-89).
- Responsable del Proyecto de Investigación: "TRATAMIENTO MEDIANTE EL METODO DE ELEMENTOS FINITOS DE PROBLEMAS CON SINGULARIDADES CON APLICACIONES A LA MECANICA DE LA FRACTURA". Acción Integrada Hispano-Británica. Ministerio de Educación y Ciencia (1986-88).
- Responsable del Proyecto de Investigación: "METODOS DE PARTICULAS APLICADOS A LA FISICA DE PLASMAS Y SEMICONDUCTORES". Acción Integrada Hispano-Francesa. Ministerio de Educación y Ciencia (1987).
- Responsable del Proyecto de Investigación: "SINGULARIDADES Y MECANICA DE FRACTURA. Acción Integrada Hispano-Francesa. Ministerio de Educación y Ciencia (1989).

CONFERENCIAS Y CONGRESOS

a) De carácter científico:

- . Presidente de Sesión en:
 - . El I Congreso Iberoamericano de Métodos Computacionales en Ingeniería (1985).
 - . El I Symposium Internacional de Análisis Numérico (1985).
 - . El II Symposium sobre "Aplicación del Método de Elementos Finitos en Ingeniería". Barcelona, (1986).
 - . El III Encuentro del Grupo Español de Fractura. Sigüenza, (1986).
 - . Las I Jornadas Ibéricas de Fractura. Braga, Portugal, (1987).
 - . El IV Encuentro del Grupo Español de Fractura. Barcelona, (1988).
 - . El VI Encuentro del Grupo Español de Fractura. Sevilla, (1989).
 - . Presidente de Sesión en el Vth International Symposium on Numerical Methods in Engineering, Lausanne, (1989).
 - . Presidente de Sesión en el XI CEDYA. I Congreso de Matemática Aplicada. Málaga, (1989).
- . Comunicación sobre:
 - . "APROXIMACION DEL PROBLEMA ELIPTICO SINGULAR MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS ISOPARAMETRICOS DEGENERADOS" en la Sesión Científica de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1984).

- "EL TRATAMIENTO NUMERICO DE SINGULARIDADES TRIDIMENSIONALES" en la sesión Científica de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (1985).
- "TECNICAS DE ELEMENTOS FINITOS PARA LA RESOLUCION DE PROBLEMAS ELIPTICOS BIDIMENSIONALES CON SINGULARIDADES EN EL CONTORNO". I Congreso Iberoamericano de Métodos Computacionales en Ingeniería Madrid, (1985).
- "ON DIFFERENT NUMERICAL METHODS TO SOLVE SINGULAR BOUNDARY PROBLEMS". Simposium Internacional de Análisis Numérico (1985).
- "A NEW SINGULAR FINITE ELEMENT IN LINEAR ELASTICITY" con L. Gavete y F. Díez. Workshop on Singularities and Construtive Methods for Their Treatment. Universidad de Brunel. Londres, 1986.
- "SOME RESULTS IN TWO AND THREE DIMENSIONAL SINGULAR FINITE ELEMENTS WITH APPLICATION TO FRACTURA MECHANICS". IV International Simposium on Numerical Methods in Engineering, Atlant, USA, (1986).
- "A GENERAL SINGULAR FINITE ELEMENT FOR PLANE ELASTICTY PROBLEMS. Gavete, Michavila, y Jeras. Vth International Symposium on Numerical Methods in Engineering, Lausanne, (1989).
- Ponencia sobre:
 - "Métodos Numéricos y Sistemas de Información en la Ingeniería" en las Jornadas Hispano-Francesas sobre Métodos Numéricos celebradas en Madrid (1984).

- Conferencia sobre:

- . "PANORAMA GENERAL DE LOS METODOS NUMERICOS"
Universidad de Oviedo, (1985).
- . "DIFERENTES METODOS NUMERICOS DE RESOLUCION DE
PROBLEMAS DE CONTORNO SINGULARES". Seminario del
Departamento de Matemática Aplicada y Métodos Informáticos.
E.T.S.I. Minas (1985).
- . "SOME SINGULAR FINITE ELEMENTS FOR THE TREATMENT OF
BOUNDARY SINGULARITIES WITH APPLICATION TO FRACTURE
MECHANICS". Universidad de Karlsruhe. Alemania, (1987).
- . "ENSENYAMENT I INFORMATICA" Societat Castellonenca de
Matematiques. Octubre, (1987).
- . "METODOS DE ELEMENTOS FINITOS PARA LA RESOLUCION DE
PROBLEMAS DE CONTORNO CON SINGULARIDADES". Universidad
Politécnica de Valencia. Valencia (1988).
- . "METODOS NUMERICOS EN MECANICA DE FRACTURA". Curso
Postgrado. Renfe, (1988).
- . "ESTADO ACTUAL DE LA INFORMATICA". Curso sobre la Informática
y el Medicamento en la Real Academia de Farmacia, (1989).

b) De carácter general:

- Ponencia sobre:

- . "RENOVACION DEL MODELO EDUCATIVO EN LA INGENIERIA
DE MINAS". IV Centenario de la Universidad de Zaragoza
(1983).

- . "RENOVACION DEL MODELO EDUCATIVO EN LAS ESCUELAS DE INGENIERIA" en las I^{as} FAS-UPM (1984).
- . "ORGANIZACION, GESTION Y FINANCIACION DE LA FORMACION DE POSTGRADO". Seminario Universidad-Empresa "La Formación de Postgrado". Segovia, (1987).
- . "REFORMA DE LAS ENSEÑANZAS UNIVERSITARIAS Y EL FUTURO DE LAS ACTIVIDADES DE INGENIERO DE MINAS". VIII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia. Oviedo (1988).
- . "PRESENTE Y FUTURO DE LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA". Mesa Redonda en el Ciclo sobre Pasado y Futuro de la Universidad Española en la E.T.S.I. de Telecomunicación de la U.P. de Madrid. (1989).
- . "PRESENTE Y FUTURO DE LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA". Mesa Redonda en el ciclo sobre Pasado, Presente y Futuro de la Universidad Española en la E.T.S.I. de Telecomunicación de la U.P. de Madrid, (1989).
- . "ENSEÑANZAS DE POSTGRADO EN FRANCIA Y OTRAS EXPERIENCIAS". Jornadas sobre la Enseñanza de Postgrado en la Universidad Española. Organizadas por la Secretaria General del Consejo de Universidades en la U.P. de Valencia, (1989).
- Conferencia sobre:
 - . "EL MODELO EDUCATIVO DEL INGENIERO DEL FUTURO". Las Palmas de Gran Canaria. (1983).

- . "LA INVESTIGACION UNIVERSITARIA Y LA INDUSTRIA DESDE UNA PERSPECTIVA EUROPEA". Las Palmas de Gran Canaria (1985).
- . "LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA: REFORMA E INTEGRACION EUROPEA". Universidad del País Vasco E.U. Ingeniería Técnica Minera. Bilbao (1988).
- . "CONSIDERACIONES SOBRE INGENIERIA, ENSEÑANZA E INFORMATICA AL AMPARO DEL ACTUAL PROCESO DE REFORMA". Universidad de Oviedo (1988).
- . "INFORMATICA, ENSENYAMENT DE LES MATEMATIQUES A LES ESCOLES D'INGINYERS". Universidad Politécnica de Valencia - ICE. Valencia (1988).
- . "REFORMA UNIVERSITARIA E INTEGRACION EUROPEA". Las Palmas de Gran Canaria. (1988).
- . "ACCIONES POSIBLES PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DE ENSEÑANZA". Seminario sobre calidad de Enseñanza. Universidad Politécnica de Madrid. Toledo (1988).
- . "CALIDAD EDUCATIVA: UN ESFUERZO INNOVADOR CON DIMENSION EUROPEA". Conferencia inaugural del Plan de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia (1988).
- . "LA UNIVERSIDAD DEL MAÑANA; RENOVACION Y APERTURA". Conferencia en el Ateneo de Castellón, (1989).

OTRAS ACTIVIDADES

a) De carácter Académico y Científico.

- . Organizador de las I Jornadas sobre Métodos Numéricos en la Ingeniería (1983).
- . Responsable y Presidente del Comité Organizador de la III Escuela de Otoño Hispano-Francesa sobre Simulación Numérica en Física e Ingeniería". Madrid (1988).
- . Miembro del Consejo de Administración del Centro Europeo de Investigación y Formación Avanzada en Cálculo Científico (CERFACS) (desde 1988). Presidente del Comité de Redacción de CERES (Boletín de CERFACS. España).
- . Vocal de la Junta Directiva de la Asociación Hispano-Francesa de Cooperación Científica y Técnica (1987-1988).
- . Presidente de la Asociación Hispano-Francesa de Cooperación Científica y Técnica (desde 1989-).
- . Vicepresidente y miembro fundador de la Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería. (desde 1989-).
- . Miembro del Comité Científico de la Fifth International Conference on Numerical Methods in Engineering. Lausanne (1989).
- . Miembro del European Organising Council del Second World Congress on Computational Mechanics. Stuttgart (1990).
- . Miembro del Technical Advisory Panel de la Second International Conference on Computational Particity. Barcelona (1989).

- . Miembro del Comité Científico en la II Escuela de Otoño Hispano-Francesa sobre Simulación Numérica en Mecánica y Física. Málaga, (1986).
- . Padrino del Prof. J.L. LIONS en su investidura como Doctor Honoris Causa por la Universidad Politécnica de Madrid (1984).
- . Padrino del Prof. P.A. RAVIART en su investidura como Doctor Honoris Causa por la Universidad Politécnica de Madrid (1986).
- . Miembro del Jurado para el premio PRINCIPE DE ASTURIAS de Investigación Científica y Técnica (1986, 1987 y 1988).
- . Vocal representante del Ministerio de Educación y Ciencia en la Asociación de Investigación AITEMIN (desde 1983).
- . Miembro de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (M.E.C., 1984).
- . Socio de honor de la Societat Castellonenca de Matematiques (1987).

b) De carácter general:

- . Secretario de la Comisión Nacional Mixta de Docencia del Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas y la Asociación Nacional de Ingenieros de Minas (1975-1986).
- . Miembro de la American Society of Mechanical Engineers (1979).
- . Miembro fundador del Club SAP del I.P.S.I. (París).
- . Miembro de Número de la Asociación de Escritores y Artistas.

- . Miembro de la Comisión Evaluadora sobre Proyectos de Investigación de la C.E.E. DGXII (1986).
- . Vocal del Consejo General del Instituto Tecnológico y Geominero de España (1988).
- . Vocal del Consejo Rector del Instituto Español de la Energía (1989).

* * *

TRABAJOS PROFESIONALES

- . Ingeniero del Departamento Mecánico de la División de Energía de INYPSA (1972-74).
- . Coordinador General de INYPSA en el Proyecto de la Central Nuclear de Ascó (1974-75).
- . Jefe de la División de Energía de INYPSA (1975-76).
- . Jefe de la División Industrial de INYPSA (1976-77).

CARGOS DESEMPEÑADOS

a) En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

- DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE CALCULO NUMERICO E INFORMATICA APLICADA A LA MINERIA (1982-1984).
- DIRECTOR DEL "CENTRO DE CALCULO"
- PRESIDENTE de la Comisión de Laboratorios (1979-1982).
- SUBDIRECTOR JEFE DE ESTUDIOS (1982-1984).
- PRESIDENTE de la Comisión de Estudios (1982-1984).
- DIRECTOR de la Escuela (desde marzo de 1984).
- PRESIDENTE de la Comisión de Gobierno.

b) En la Universidad Politécnica de Madrid.

- MIEMBRO de la Comisión de Estudios (1982-1984).
- MIEMBRO del Claustro (desde 1986).
- MIEMBRO de la Junta de Gobierno (desde 1983).
- VOCAL del Consejo Social (1989-).

c) En otros Centivos docentes y de Investigación.

- PATRONO de la Fundación Benéfico-Docente "Gómez-Pardo" (1984-1985).

- **PRESIDENTE del Laboratorio Oficial J.M. Madariaga (desde 1984).**
- **PRESIDENTE del Laboratorio Oficial de Ensayos de Materiales de Construcción (desde 1984).**

PUBLICACIONES

a) LIBROS

1. ELEMENTOS DE TOPOLOGIA. INTRODUCCION A LOS ESPACIOS DE HILBERT Y BANACH. (Universidad Politécnica de Madrid, 1973).
2. ELEMENTOS DE ANALISIS MATEMATICO. (Estefanía y Michavila, 1974).
3. ELEMENTOS FINITOS CURVOS EN ESPACIOS DE SOBOLEV. (Colección de Ensayos no. 1 INYPSA, 1975).
4. MATEMATICAS ESPECIALES. (Estefanía, Aguinaga y Michavila, 1976).
5. ESPACIOS METRICOS. ESPACIOS VECTORIALES NORMADOS. (Monografía no. 1 de la serie "Análisis Numérico e Informática" Ed. AC, 1981).
6. EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS Y APLICACIONES. (Michavila), Winter y Elorza, Departamento de Publicaciones de la E.T.S. Industriales de la Universidad Politécnica de Las Palmas de Gran Canaria, 1984).
7. PROGRAMACION Y CALCULO NUMERICO. (Michavila y Gavete, Ed. Reverté, 1985) en la colección "Matemática Aplicada e Informática" bajo la dirección científica de F. Michavila.

8. FUNDAMENTOS DEL CALCULO NUMERICO 1: TOPOLOGIA METRICA (Ed. Reverté, 1986) en la colección "Matemática Aplicada e Informática" bajo la dirección científica de F. Michavila.
 9. METODOS DE APROXIMACION. (Michavila y Conde, Cuaderno no. 2, 3ª edición, 1987).
 - 10 CALIDAD Y COMPROMISO SOCIAL EN LA UNIVERSIDAD ESPAÑOLA. (a aparecer).
- b) ARTICULOS Y COMUNICACIONES PRESENTADAS EN CONGRESOS Y SESIONES CIENTIFICAS.**
11. INTRODUCCION A LAS DISTRIBUCIONES. (Gaceta Matemática, 1973).
 12. UTILIZACION DEL METODO DE ELEMENTOS FINITOS EN EL ANALISIS TERMICO DE ESTRUCTURAS. (Michavila y Gavete, Metales y Máquinas, 1974).
 13. RESOLUCION APROXIMADA DE UNA ECUACION DIFERENCIAL PARABOLICA PARTICULAR POR ELEMENTOS FINITOS. (Michavila y Gavete, Gaceta Matemática, 1978).
 14. APLICACION DE LOS PROCESADORES GRAFICOS EN LOS ESTUDIOS POR EL METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS. (Michavila, Gavete y Vega. Jornadas Minero-Metalúrgicas de Huelva, 1980).
 15. UNA APLICACION DE ELEMENTOS FINITOS ISOPARAMETRICOS EN LA MODELIZACION DE CIERTAS SINGULARIDADES QUE APARECEN EN PROBLEMAS DE GRIETAS. (Michavila, Gavete y Conde. Anales de Ingeniería Mecánica, año 0, no. 1, 1982).

16. ELEMENTOS FINITOS SINGULARES Y DE TRANSICION EMPLEANDO LA APROXIMACION CUADRATICA EN EL ESTUDIO DE PROBLEMAS DE FRACTURAS EN DOS DIMENSIONES. (Michavila, Gavete y S. de Vicente. I Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, 1982).
17. ON THE USE OF QUADRATIC TRANSITION ELEMENTS. (Michavila y Gavete. Third International Conference on Numerical Methods in Fracture Mechanics, Swansea, Marzo, 1984).
18. APROXIMACION DEL PROBLEMA ELIPTICO SINGULAR MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS ISOPARAMETRICOS DEGENERADOS. (Michavila y Gavete. Revista de la Academia de Ciencias, 1985).
19. LOS PROCESADORES GRAFICOS COMO BASE DE UN SISTEMA DE TRABAJO INTEGRAL. (Michavila y Gavete. Revista A.I.I. no. 55, Noviembre-Diciembre 1983).
20. MODELIZACION DE GRIETAS POR ELEMENTOS FINITOS. ESTUDIO DE DISTINTOS MODELOS DE LA ZONA SINGULAR Y DE LAS ZONAS DE TRANSICION. (Michavila y Gavete. Jornadas sobre Métodos Numéricos de la Ingeniería. Alcalá de Henares, Junio 1983).
21. PANORAMA GENERAL DE LOS METODOS NUMERICOS . (Cuestiones de Cálculo Numérico en la Ingeniería de Minas. Ed. Universidad de Oviedo, 1985).
22. SOBRE EL TRATAMIENTO NUMERICO DE SINGULARIDADES TRIDIMENSIONALES. (Michavila y Gavete. Revista de la Academia de Ciencias, 1986).
23. SOBRE CIERTOS METODOS NUMERICOS PARA EL TRATAMIENTO DE SINGULARIDADES EN PROBLEMAS DE ELASTICIDAD. (Conde, Gavete y Michavila, II Congreso Nacional de Mecánica de Fractura. Sigüenza, Abril de 1985).

24. TECNICAS DE ELEMENTOS FINITOS PARA LA RESOLUCION DE PROBLEMAS ELIPTICOS BIDIMENSIONALES CON SINGULARIDADES EN EL CONTORNO. (I Congreso Iberoamericano de Métodos Computacionales en Ingeniería, 1985).
25. ON DIFFERENT NUMERICAL METHODS TO SOLVE SINGULAR BOUNDARY PROBLEMS. (Ed. E. Ortíz. North Holland, 1986).
26. IMPLICIT AND EXPLICIT FINITE ELEMENT SCHEMES FOR SOLVING PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS. (Michavila y Gavete. Symposium Internacional de Análisis Numérico. Madrid, 1985).
27. SOBRE DIFERENTES METODOS NUMERICOS DE RESOLUCION DE PROBLEMAS DE CONTORNO SINGULARES. (Ed. Michavila. Departamento de Cálculo Numérico e Informática. E.T.S.I. de Minas, 1985).
28. NUEVAS TECNICAS DE TRATAMIENTO DE SINGULARIDADES EN CAMPOS ESCALARES Y VECTORIALES. (Díez, Gavete y Michavila. III Encuentro del Grupo Español de Fractura. Sigüenza, 1986).
29. SOME RESULTS IN TWO AND THREE DIMENSINAL SINGULAR FINITE ELEMENTS WITH APPLICATIONS TO FRACTURE MECHANICS. (Michavila y Gavete. IV International Symposium on Numerical Methods in Engineering. Ed. Springer Verlag, 1986).
30. OPTIMIZACION DE ALGORITMOS DE CALCULO NUMERICO. (Gavete, Michavila y Sánchez Tembleque. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Vol. 2,3 321-336, 1986).
31. EVALUACION NUMERICA DE UN NUEVO ELEMENTO FINITO SINGULAR EN PROBLEMAS DE FRACTURA EN MODO MIXTO. (Díez, Gavete y Michavila. I Jornadas Ibéricas de Fractura. Braga, Portugal Anales de Mecánica de la Fractura, 35.52, 1987).

32. GENERALIZATION OF THE MAPPING TECHNIQUE OF AALTO FOR PRODUCING FINITE ELEMENTS WITH SINGULARITIES. (Whiteman, Michavila, Gavete y Díez. MAFELAP-87. The Mathematics of Finite Elements and Applicatins VI MAFELAP-87. Edited by J.R. Whiteman, 541-554, Academic Press, 1988).
33. TWO DIFFERENT APPROACHS FOR THE TREATMENT OF BOUNDARY SINGULARITIES. (Michavila, Gavete y Díez. International Journal Numerical Methods for Partial Differential Equations. Vol. IV, 255-288, 1988).
34. A NEW SINGULAR FINITE ELEMENT IN LINEAR ELASTICITY. (Gavete, Michavila y Díez. Computatinal Mechanics 4,3 361-371, 1989).
35. ELEMENTOS SINGULARES PARA EL ESTUDIO DE DOMINIOS GEOMETRICAMENTE IRREGULARES (Simposium sobre Aplicaciones del Método de Elementos Finitos en Ingeniería. Ed. Universidad Politécnica de Catalunya, 1986).
36. ANALISIS DE GRADIENTES EN ELEMENTOS SINGULARES CUADRATICOS DE SERENDIPITY Y DE LAGRANGE. (Revista Internacional de Métodos Numéricos para el Cálculo y Diseño en Ingeniería. Vol. 3,2, 153-177, 1987).
37. METODOS NUMERICOS PARA EL ESTUDIO DE SINGULARIDADES EN ELASTICIDAD LINEAL (Michavila y Gavete, IV Encuentro del Grupo Español de Fractura, Barcelona 1988).
38. UN NUEVO ELEMENTO FINITO DE TRANSICION EN PROBLEMAS DE FRANTURA EN MODO MIXTO (Gavete, Michavila y Heras, IV Encuentro del Grupo Español de Fractura, Barcelona 1988).
39. STUDY OF SINGULARITIES IN GEOTECHNICAL PROBLEMS (Gavete, Heras y Michavila, VIII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia, Oviedo 1988).

40. A GENERAL SINGULAR FINITE ELEMENT FOR PLANE ELASTICITY PROBLEMS. (Gavete, Michavila y Heras, Vth International Symposium on Numerical Methods in Engineering, Lausanne, 1989).
41. ELEMENTOS SINGULARES DE ALTO ORDEN EN MECANICA DE FRACTURA ELASTICA LINEAL (Gavete, Michavila y Herranz, VI Encuentro del Grupo Español de Fractura, pp, 170-177, Sevilla 1989).
42. UTILISATION TAUX DE RESTITUTION DE L'ENERGIE DANS L'ANALYSE A DEUX ÉCHELLES DE L'ENDOMMAGEMENT D'UN JOINT COLLE (Destuynder, Michavila, Ausset y Santos, Compte rendue Academie Sciences Francia 1990), (en prensa).
43. NEW P-SINGULAR FINITE ELEMENTS IN FRACTURE MECHANICS (Gavete, Michavila, Herranz y Conde. MAFELAP-90), (en prensa).
44. A NEW APPROACH TO THE TREATMENT OF SINGULARITIES WITH APPLICATION TO 3D CRACK PROBLEMS (Michavila, Gavete y Kindelán, 2^o World 4 ongress on Computational Mechanics), (en prensa).
45. RESULTADOS DE REGULARIDAD Y ACOTACIONES DEL ERROR A PRIORI DEL M.E.F. RELACIONADOS CON LA MECANICA DE LA FRACTURA (Gavete, Michavila, de las Heras y Herranz, VII Encuentro del Grupo Español de Fractura), (en prensa) Sigüenza, 1990.
46. ON THE TREATMENT OF SINGULARITIES USING A GENERALIZATION OF STERN ELEMENTS. (García Vera, Michavila y Gavete, ECMI 90), (en prensa) Finlandia.

c) APUNTES Y MEMORIAS

- 47. CONTROL DE SISTEMAS GOBERNADOS POR ECUACIONES DIFERENCIALES. (Fundación Gómez-Pardo, 1976).
- 48. SEMINARIO DE ALGEBRA Y ANALISIS. (Cátedra de Matemáticas. Fundación Gómez-Pardo, 1976).
- 49. NUEVOS ASPECTOS DEL ANALISIS NUMERICO. (Fundación Juan March, 1975).

d) EDITOR DE

- 50. I JORNADAS SOBRE METODOS NUMERICOS DE LA INGENIERIA (junto a A. Valle, 1983).
- 51. Seminario de ANALISIS NUMERICO, 1985.
- 52. Seminario de ANALISIS NUMERICO, 1986.
- 53. COLECCION DE LIBROS DE EDITORIAL REVERTE, titulada "Monografías de Análisis Numérico e Informática" en la que hasta la fecha se han publicado tres libros.
- 54. Seminario de ANALISIS NUMERICO, 1987.
- 55. Seminario de ANALISIS NUMERICO, 1988.
- 56. III ESCUELA DE OTOÑO HISPANO-FRANCESA. (Editado con M. Bernadou), 1988.
- 57. Seminario de ANALISIS NUMERICO, 1989.

e) DE CARACTER DIVERSO

Artículos

58. RENOVACION DEL MODELO EDUCATIVO EN LA INGENIERIA DE MINAS. (Ed. Industria Minera, 1984).
59. LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMATICAS EN LAS ESCUELAS DE INGENIERIA. (Michavila y Ferragut, VII Congreso Internacional de Minería y Metalurgia. Barcelona, 1984).
60. RENOVACION DEL MODELO EDUCATIVO EN LAS ESCUELAS DE INGENIERIA. (Universidad Politécnica de Madrid, 1984).
61. ENSEÑANZA E INFORMATICA (1^{er}. Centenario de la E.P. de Cartagena, a aparecer).

Monografías

62. MONOGRAFIA SOBRE INVESTIGACION PEDAGOGICA. MODELO DE SEGUIMIENTO DE LOS ALUMNOS GRADUADOS DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID. (I.C.E. Universidad Politécnica de Madrid, 1980).

Artículos de Prensa y Conferencias publicadas.

Es autor de más de 25 artículos en prensa.