



**Antonio Arenas Alonso**

Doctor, Ingeniero Industrial e Ingeniero Técnico Industrial (ICAI). Profesor jubilado del Departamento de Ingeniería Mecánica de la ETSI ICAI (UP Comillas).



**Luis García Pascual**

Doctor Ingeniero Electromecánico del ICAI (Promoción 1957). Diplomado en Organización Industrial. Profesor Emérito de la ETSI ICAI (UP Comillas).



**Juan José Balza Arrabal**

Doctor, Ingeniero Industrial e Ingeniero Técnico Industrial (ICAI). Maestro Industrial. Oficial Industrial. Profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica. Coordinador TCA. ETSI ICAI (UP Comillas).



**Isidro Conde Hernández**

Ingeniero en Organización Industrial. Ingeniero Técnico Industrial. Maestro Industrial. Oficial Industrial. Profesor. Director Residencia de Estudiantes (Colegios Salesianos de Atocha). Jefe de Estudios de TCA Zaragoza. ETSI ICAI (UP Comillas).



**Mariano Jiménez Calzado**

Ingeniero en Organización Industrial. Ingeniero Técnico Industrial. Formación Profesional Mecánica. Profesor Propio del Departamento de Ingeniería Mecánica. Coordinador TCA. ETSI ICAI (UP Comillas).



# TCA

## Una experiencia de enseñanza universitaria en alternancia en el ICAI de los años 90. Los resultados (II)

**Palabras clave:** Formación Técnica, Formación Profesional, Formación Profesional en Alternancia, Formación Profesional Dual.

**Key words:** Technical Training, Training, Training in Alternation, Dual Training.

### Resumen:

El gobierno actual ha hecho una fuerte apuesta por potenciar el modelo de Formación Profesional Dual, avalado por los aparentes buenos resultados obtenidos en Alemania. Conscientes del largo camino que le falta a este sistema para su implantación con éxito en España, apostamos por un mayor desarrollo de la formación en alternancia, formación esta que con mayor o menor peso del trabajo en la empresa ha estado siempre presente en nuestros planes docentes y, en concreto, queremos presentar una experiencia de Formación Técnica Universitaria realizada en la Universidad Pontificia Comillas en los años 90 del siglo pasado. Esta experiencia conocida como TCA fue realizada en Zaragoza en colaboración con la Caja de Ahorros de la Inmaculada (CAI) y para los autores de este trabajo puede considerarse como prototipo de formación en alternancia. El trabajo se ha dividido en dos partes: **La organización y los resultados**. Publicada ya la parte relativa a la organización, el presente artículo se refiere a los resultados obtenidos.

### Abstract:

Nowadays the Spanish Government is strongly committed to enhance the Dual Training Model, supported by the apparently good results in Germany. As we aware of the long road this system has to walk in order to achieve a successful implementation, we focus on the further development of alternate training which, with slight differences in the weight of internships, has always been present in our teaching plans. In particular we would like to introduce an experience technical training made at Universidad Pontificia Comillas in the late 90's of last century, known as TCA it was implemented in Zaragoza in collaboration with a savings bank (Caja de Ahorros de la Inmaculada, CAI) and to the authors of this work it can be considered as model for alternate training. The work has been divided into two parts: **The organization and The Results**. Published as part on the organization, this article refers to the results obtained.

## Período de existencia

En octubre de 1993 se inició el primer curso académico y, a lo largo de 8 años, finalizaron sus estudios 144 titulados en 8 promociones, siendo la última la correspondiente al período 2000-2003, por lo que el pasado año 2013 se cumplió una década desde la salida al mundo laboral de la última promoción de graduados TCA.

## Metodología docente

La metodología docente empleada fue la clásica en la docencia en el ICAI: teoría y práctica, con relevante importancia de esta última.

Así, el tiempo dedicado a teoría se impartía en el aula combinando la clase magistral con ejercicios de aplicación y resolución de problemas; el objetivo a alcanzar en este tiempo es el de entender los conceptos fundamentales con la ayuda del profesor; conceptos que posteriormente el alumno acabaría de madurar en su trabajo personal en casa.

En las asignaturas de inglés se contó con un laboratorio de idiomas, equipado con los medios habituales en las escuelas de idiomas, consiguiéndose unos resultados francamente satisfactorios, pues todo aquel que intentó proseguir estudios en Inglaterra (cerca de la mitad de los titulados TCA) consiguió superar la entrevista previa en inglés a que fueron sometidos, logrando titularse allí en Bachelor; tal como se detalla más adelante.

En las clases de Expresión Gráfica, el dibujo industrial aplicado a ambas especialidades fue concebido como una herramienta clave de comunicación, se apostó desde el principio por aplicaciones CAD y su personalización según fuese su aplicación en instalaciones industriales o en planos técnicos de fabricación.

El tiempo dedicado a práctica se impartió en el laboratorio, trabajando sobre los equipos en grupos de 2 a 4 alumnos según el tipo de experimento a realizar; aunque normalmente el trabajo sobre máquinas-herramienta y estaciones de diseño y fabricación asistidas por ordenador era individual. En este sentido, el objetivo a alcanzar no era sólo la realización de experimen-

tos que ayudaran a la comprensión de los conceptos vistos en la teoría, sino **adquirir habilidades en el manejo de equipos y en el diagnóstico y resolución de problemas.**

El trabajo de conjunto se elaboraba de forma individual por cada alumno y normalmente se realizaba en la misma empresa en la que habían realizado las prácticas en los dos cursos anteriores. Ya que el tutor de la empresa se integraba en el tribunal que valoraba dicho trabajo, éste normalmente era un defensor entusiasta de lo que el alumno les había aportado a la empresa.

## Profesorado

El equipo docente que impartía las diferentes materias estaba formado por profesionales de la industria y la educación de Aragón, que aportaron a la formación del graduado el equilibrio necesario entre los enfoques universitario y profesional, como valor añadido en la formación.

El claustro de profesores lo formaron durante su período de existencia 60 profesores, de los cuales 18% eran doctores, 42% titulados superiores y 37% ingenieros técnicos. Por actividad, el 48% ejercía en el mundo académico y el 62% en el mundo profesional.

## Alumnos

Durante la corta vida de los estudios, ingresaron 180 alumnos, de los cuales 86 lo hicieron en la especialidad de Fabricación y 94 en la de Instalaciones.

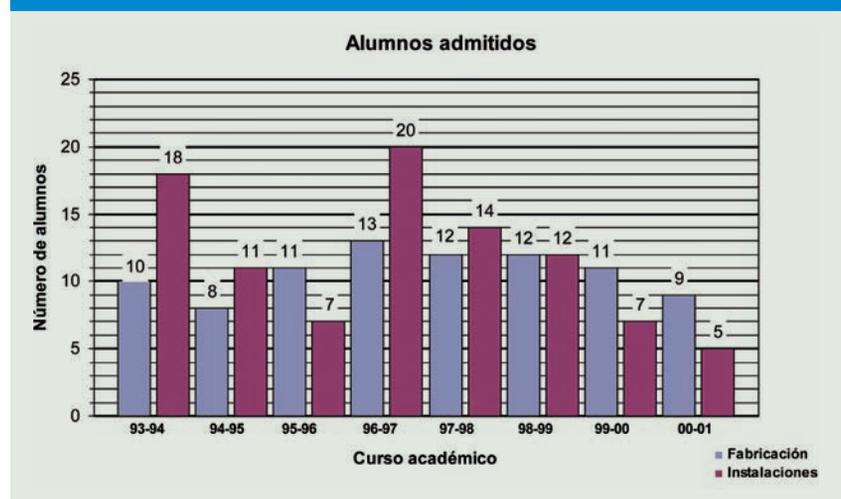
En las Figuras 1 y 2 se muestra, respectivamente, la evolución de los alumnos ingresados y egresados en los diversos cursos académicos y de especialidades. En ellos se observa que el número de alumnos admitidos alcanzó su máximo en el curso 1996-1997, comenzando un descenso casi permanente hasta el curso 2000-2001, en el que se decidió la supresión progresiva de estos estudios.

La Figura 3 muestra la distribución de los alumnos admitidos en las dos especialidades según los estudios que les daban acceso al TCA. En el gráfico se aprecia que la mayoría de los alumnos admitidos provenían de la línea Bachillerato (COU) frente a los que provenían de la línea Formación Profesional.

Es necesario resaltar que no pocos de los alumnos que provenían de la línea Bachillerato (COU) habían iniciado estudios oficiales en alguna universidad, pero su falta de motivación en unos casos y otras circunstancias adversas, les llevaron a abandonar aquellos a favor de nuestros estudios TCA. Es aquí donde la metodología docente ya explicada, y principalmente el período de prácticas en empresas, jugó un importante papel en devolver a estos alumnos motivación e ilusión por el estudio y la búsqueda de una perspectiva profesional de sus vidas.

Esto quedó demostrado por el alto índice de éxito escolar, finalizando los estudios con éxito el 80% de los

Figura 1. Evolución de los alumnos que iniciaron estudios en las dos especialidades



alumnos admitidos. La Figura 4 muestra detalles del proceso de abandono a lo largo de los diversos cursos y especialidades, totalizado a lo largo de los 8 años de vida de los estudios.

Algunas reflexiones que consideramos dignas de resaltar:

- El número de abandonos (15 de los 86 admitidos en Fabricación, 17%; 21 de los 94 admitidos en Instalaciones, 22%) fue suficientemente bajo, como para que finalizaran sus estudios el 83% de los admitidos en Fabricación y el 78% de los admitidos en Instalaciones.

- La mayoría de los abandonos se produjo en el primer curso (93% en la especialidad de Fabricación y 77% en la especialidad de Instalaciones). Este hecho de establecer las condiciones para que los alumnos decidan la continuidad de estudios en el primer curso es característico del ICAI, de forma que no se malgastan ilusiones y recursos innecesariamente.

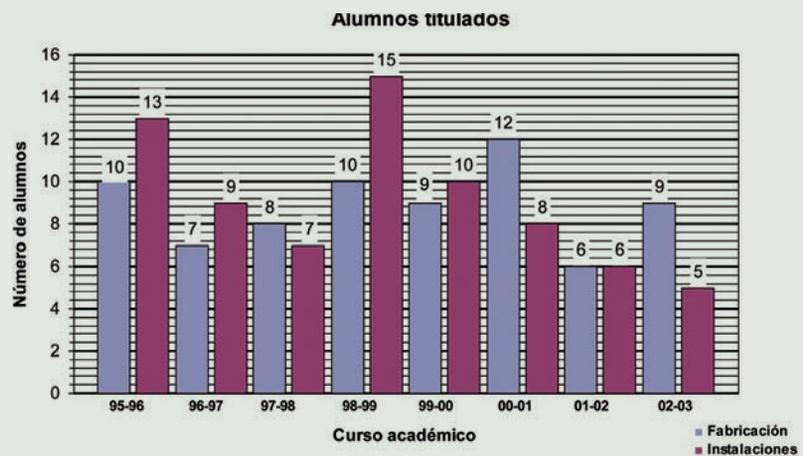
- El número de alumnos repetidores resultó suficientemente bajo, puesto que únicamente 10 alumnos repitieron curso en Fabricación y 7 en Instalaciones.

Como ya se ha indicado, estos resultados fueron debidos a la motivación de los alumnos que encontraron en estos estudios un gran estímulo para el trabajo y para el desarrollo de la responsabilidad personal.

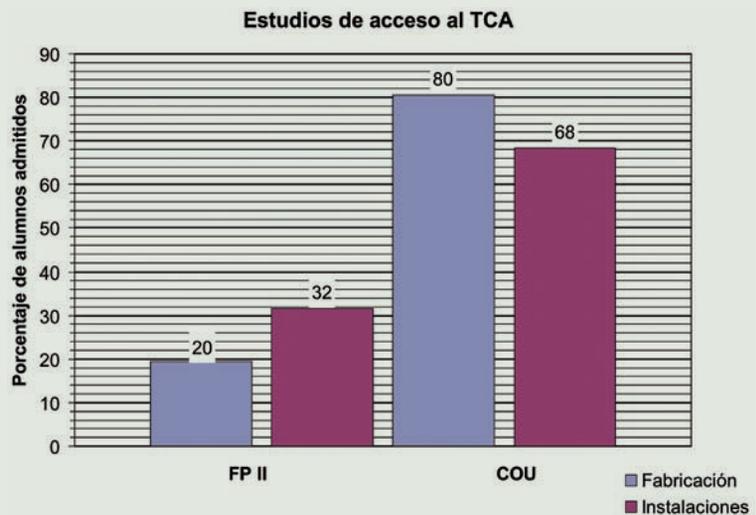
### Prácticas en empresas

Como se ha dicho anteriormente, las prácticas en empresas se realizaban mediante el establecimiento del oportuno acuerdo entre la empresa y la universidad, durante los meses de febrero y marzo, en horario laboral y con jornadas de 8 horas. El alumno realizaba un período de formación de 320 horas y estaba siempre cubierto por el seguro de estudiante y por seguros adicionales que de forma específica contrataba la universidad. Los términos del acuerdo eran de ausencia de remuneración al alumno por parte de la empresa, aunque nos consta que en algunos casos existieron gratificaciones (premios-becas) por parte de la empresa.

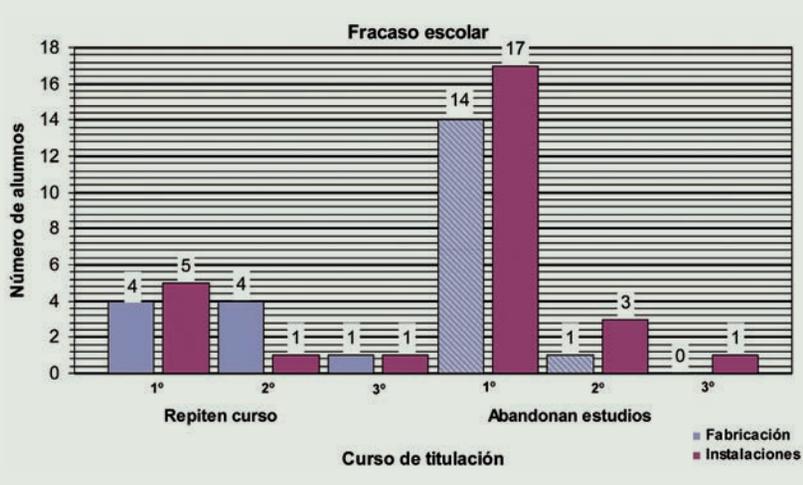
**Figura 2. Evolución de los alumnos que finalizaron estudios en las dos especialidades**



**Figura 3. Distribución de los alumnos admitidos según los estudios que les daban acceso a los estudios de TCA**



**Figura 4. Evolución del fracaso escolar de los alumnos que finalizaron estudios en las dos especialidades**



Se formalizaron convenios de colaboración con más de 100 empresas de los sectores de fabricación de bienes y equipos de consumo e instalaciones industriales, ubicadas en el entorno de Zaragoza y en el amplio abanico que va desde multinacionales hasta pequeñas empresas familiares.

Durante el período de prácticas, el alumno contaba con un tutor en la empresa que se responsabilizaba de su actividad en la misma. El Jefe de Estudios y los Coordinadores de Especialidad realizaban su seguimiento desde el punto de vista académico, centrando su actividad en visitar varias veces a las empresas en las que había alumnos y manteniendo un contacto fluido con el tutor de empresa.

Se pretendió siempre que los alumnos realizaran sus períodos de prácticas en la misma empresa, aunque no siempre se pudo conseguir por muy diversas razones.

Los objetivos de estas prácticas eran distintos según el curso en el que se encontraba el alumno, así en el primer curso el objetivo principal era no tanto completar su formación técnica sino que el alumno viviera como un trabajador más el ambiente de empresa (horarios, disciplina, hábitos, etc.), de forma que no siempre le era asignada una actividad concreta sino que con frecuencia se le rotaba por diversos departamentos.

En el segundo curso el objetivo principal sí era la integración del alumno en el proceso productivo, de forma que su formación técnica quedara completada con las formas de hacer técnica en la empresa.

En el tercer curso no se establecieron específicamente prácticas en empresas, sin embargo, se pretendía que el alumno realizara su trabajo de conjunto integrado en la misma empresa en la que había realizado sus prácticas en los cursos anteriores. Además, el título y contenido del trabajo se fijaba de forma que éste tuviera un sentido real y respondiera a una necesidad concreta de la empresa.

En un momento de eclosión de aplicación en occidente de metodo-



logías basadas en Lean Management, algunos de nuestros alumnos llegaron a poner en marcha procesos de implantación de sistemas de gestión de la calidad, JIT-Just In Time, 5s, SMED, TPM, etc. Con frecuencia se quedaban contratados en las empresas, en algunos casos entrando directamente como parte del equipo directivo. En conversaciones de seguimiento con representantes de las empresas alguno llegó a cuantificar en euros el ahorro que el trabajo del alumno les había supuesto.

Es de resaltar la gran motivación que representó para los alumnos la realización de estas prácticas, de forma que su actitud y motivación sufrían una clara transformación en dicho período, puede decirse que los alumnos volvían bastante más motivados de las prácticas, afrontando así su segundo período docente con más responsabilidad y madurez.

Si, ya de por sí, las características del plan de estudios TCA recuperaba tempranamente la motivación en alumnos capaces pero con experiencias de fracaso en secundaria y/o universidad, ésta se disparaba a niveles muy elevados tras la estancia en las empresas. Valga como ejemplo el caso de un alumno de la especialidad de Instalaciones, muy motivado por la informática pero que no sentía ninguna motivación por Termodinámica, Mecánica de Fluidos, ... Realizó las prácticas en empresas del primer

curso en un puesto aparentemente muy específico para su interés: ordenadores que controlaban múltiples variables en el proceso de conformación y montaje de piezas para la inyección de plástico. Se le abrió el mundo al darse cuenta de la cantidad de señales eléctricas, neumáticas y de todo tipo de transductores que intervenían. A pesar de las dificultades añadidas por una lesión física que le hizo perder clases, en el segundo cuatrimestre levantó todos los suspensos que llevaba y salvó muy dignamente el curso.

### Los frutos cosechados

En la fecha de elaboración de este trabajo (2013) han pasado 10 años desde que egresó la última promoción de titulados TCA (2003), y queremos ofrecer aquí un resumen no sólo de los titulados egresados en la breve historia de esta titulación, sino un resumen de las trayectorias profesionales de dichos titulados.

Una vez finalizado el tercer año, los alumnos graduados disponían de dos pasarelas para ampliar sus conocimientos, tenían la posibilidad de continuar estudios en las universidades inglesas de Humber y Hull con el objetivo de obtener el título de Bachelor, o bien enlazar con los títulos de Ingeniería Técnica Industrial en la ETSI-ICAI.

Así, de los 144 alumnos graduados, 13 de ellos siguieron estudios de In-

geniería Técnica Industrial en el ICAI, y 68 se trasladaron a Inglaterra para seguir los estudios de Bachelor. Algunos de estos últimos realizaron posteriormente estudios de Máster e incluso alguno llegó a conseguir el grado de Doctor.

No ha sido posible conocer con exactitud la situación profesional actual de todos ellos, pero de las informaciones obtenidas se puede concluir que los graduados TCA:

- en su mayoría han desarrollado su actividad profesional en áreas afines a su especialidad,
- ocupan puestos de responsabilidad al frente de grupos de trabajo,
- trabajan tanto en pequeñas empresas como en multinacionales,
- un número no pequeño está al frente de empresas familiares o creadas por ellos mismos.

La siguiente anécdota nos muestra uno de los éxitos alcanzados por nuestros alumnos:

*"Un profesor de impresionante currículum, directivo en una institución docente y directivo en una empresa que por circunstancias hubo de abandonar, tomó el relevo, del que había sido su alumno, como jefe de mantenimiento de un centro comercial de Zaragoza al dejar el alumno el puesto para ocuparse de la actividad a nivel nacional. El alumno que había comenzado como responsable de la puesta en funcionamiento de una tienda en dicho centro, pasó luego a la gestión de las instalaciones de todo el centro comercial, y fue requerido en otras provincias por su habilidad para poner en servicio instalaciones complejas de macrocentros comerciales en tiempo récord."*

## La reflexión particular del Jefe de Estudios

Transcurridos dos años desde el arranque del TCA, en el año 1995 se incorpora a la plantilla de Comillas el profesor Isidro Conde, con el cometido de ejercer la Jefatura de Estudios de esta titulación, tarea esta que hasta entonces había sido realizada por el profesor Francisco Sierra, del centro educativo San Valero, dentro del programa de colaboración que Comillas y la CAI establecieron con esta presti-

giosa entidad educativa profesional de Zaragoza.

Así pues, Isidro Conde, junto a los Coordinadores de Especialidad, José María Yusta Loyo, Jesús Casnova Agustín y Ana Brun de Buen, fue el responsable directo del programa TCA en Zaragoza, nadie como él ha vivido tan en directo el desarrollo de este programa, aunque siempre contó con el apoyo desde Madrid, permanente y directo de los directores del ICAI, Francisco Luis Pagola y Fernando Cuadra, así como de los coautores de este trabajo, Mariano Jiménez y Juan José Balza, y más ocasionalmente de los otros dos coautores, Luis García Pascual y Antonio Arenas. Isidro fue pues el corazón del TCA, y como tal tiene el recuerdo vivo de la experiencia, que se resume en el texto transcrito a continuación y que forma parte de una confesión personal al coautor Antonio Arenas.

*Cuando al ICAI se le encarga un plan de estudios y se nos da toda la libertad del mundo, lógicamente se luce y lo idea absolutamente a capricho.*

*Lo dota de un sistema de evaluación muy moderno, fundamentado en algunas experiencias consolidadas en Francia. Recupera la vieja seña de identidad del ingeniero ICAI, su sentido práctico que tanto prestigio nos dio en las empresas. Y se anticipa a la DUAL, tan en boga en este momento.*

*En esta misma línea, más sutil y difícil de apreciar, pero de gran potencia académica, resultó la recuperación del protagonismo del delegado de clase y la organización en Junta de Delegados. Ello permitió unas sinergias y una fuerza ambiental que robusteció muchísimo el acto docente, el rendimiento académico, la satisfacción personal y grupal, la convivencia entre compañeros y con sus profesores, etc.*

*Un año en universidades inglesas, junto a otras pasarelas mencionadas, aportó, entre otras cosas, oficialidad a la titulación. Fue insuficiente, no obstante, en el acceso al funcionariado español. Ahí jugó un papel importante la homologación por parte de la Diputación General de Aragón, como Técnicos Superiores en Producción por Mecanizado y Mantenimiento y Montaje de Instalaciones en la Indus-*

*tria y en la Edificación, respectivamente. De manera que varios alumnos han sacado sus oposiciones y se han incorporado al cuerpo de profesores del Estado.*

*EITCA sigue vivo por las relaciones entre compañeros y por tantos contactos con profesores y empresas como el TCA les dio. Aún, después de 8 años, un alumno que en su momento no pudo acceder a la Universidad Inglesa de Hull, ha podido hacerlo recientemente con grandes logros académicos y de satisfacción personal y familiar. Y, como dijo el sabio, "la amistad es inmune al paso del tiempo".*

## Agradecimientos

Los autores de este trabajo, participantes en mayor o menor grado en la experiencia TCA, quieren expresar su agradecimiento a quienes hicieron posible la experiencia, tanto a la alta dirección de la CAI y de Comillas por su apoyo institucional (Juan Grávalos, Francisco Río, Guillermo Rodríguez Izquierdo S.J.), como al personal de administración y servicios de ambas instituciones por su apoyo material, por su trabajo e ilusión. De forma especial queremos citar al ya fallecido P. Manuel Aranda, S. J., que desde su puesto de Vicerrector de la Universidad Pontificia Comillas fue el principal impulsor de la colaboración CAI-Comillas. ■

## Bibliografía

- BOE, 2002. Boletín Oficial del Estado, n.º 147, 20 de junio de 2002. Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y la Formación Profesional.
- BOE, 2006. Boletín Oficial del Estado, n.º 106, 4 de mayo de 2006. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- BOE, 2012. Boletín Oficial del Estado, n.º 270, 8 de noviembre de 2012. Real Decreto 1529/2012, de 8 de noviembre, por el que se desarrolla el contrato para la formación y el aprendizaje y se establecen las bases de la formación profesional dual.
- Gaceta, 1850. Gaceta de Madrid, n.º 5.900, 8 de septiembre de 1850. Decreto de Escuelas Industriales, Título VIII, artículo 47.
- Gaceta, 1924. Gaceta de Madrid, n.º 310, 5 de noviembre de 1924. Estatuto de la Enseñanza Industrial.
- Gaceta, 1928. Gaceta de Madrid, n.º 328, 28 de diciembre de 1928. Estatuto de Formación Profesional.
- Sanz de Diego, 2009. ICAI 1908-2008. Lo que fuimos, lo que somos. Rafael M.º Sanz de Diego, S. J. Universidad Pontificia Comillas. 2009.