

COMPARATIVE ANALYSIS OF UNIVERSITY EDUCATION FOR INDUSTRIAL ENGINEERS IN SPAIN: DEGREE IN INDUSTRIAL TECHNOLOGIES + MASTER IN INDUSTRIAL ENGINEERING

Tomás Balibrea, Luis-Manuel¹; Dieguez Elizondo, Pedro-Maria²

¹ Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España, ² Universidad de Navarra

The academic teaching and training system of university graduates has undergone a radical change in Spain. Industrial engineering has been no exception. In a few years, compared with over 160 years of existence of the degree, it has been a demanding, monolithic training and uniform in all the (few) Schools taught titration to a much more relaxed training acclimated educational centers and new educational methods. Regional centers have proliferated without experience, provided studies, diplomas and degrees in industrial engineering along with hundreds of self-proclaimed title "engineering". The current lineup of the future industrial engineer is very diverse and, like society, lax. The key question is: what should be the formation of an industrial engineer? Courses, programs, duration, level of demand... and how to fit the answers to these questions in the current legislative framework university teacher. Without fail we should approach this task. Meanwhile, it is possible to perform a comparative study between the (many) Curricula each other, which is presented in this paper along with a comparison of those with traditional training plans that industrial engineers have had to make a very few years back and how magnificent results for the profession, industry and society has achieved.

Keywords: Curriculum; Engineering programs; Industrial engineering

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA FORMACION EN INGENIERIA INDUSTRIAL: GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES + MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

La formación universitaria ha sufrido un cambio radical en España. La ingeniería industrial no ha sido una excepción. En pocos años se ha pasado de una formación exigente, monolítica y uniforme en todas las (pocas) Escuelas que impartían la titulación a una formación mucho más relajada, aclimatada a los centros docentes y a las nuevas modas educativas. Asimismo, han proliferado centros que, sin experiencia, imparten y expiden títulos de ingeniero industrial junto a otros cientos de títulos autodenominados "de ingeniería". La actual formación del futuro ingeniero industrial es variopinta y, al igual que la sociedad, laxa. ¿Cuál debe ser la formación del ingeniero industrial? Asignaturas, duración, nivel de exigencia, ... y cómo encajar las respuestas a estas preguntas en el actual marco legislativo docente universitario. Se precisa abordar esta tarea. Mientras tanto, es posible la realización del estudio comparativo, entre los (muchos) Planes de Estudio entre sí, que se presenta en este trabajo junto con la comparación de los citados planes con la formación tradicional que los ingenieros industriales hemos tenido hasta hace muy pocos años y que tan magníficos resultados para la profesión, para la industria y para la sociedad ha conseguido.

Palabras clave: Planes de estudio; Formacion; Ingenieria industrial

Correspondencia: Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España. C/ General Arrando, 38. Instituto de la Ingeniería. Pabellon de la Ingeniería Industrial. C.P. 28010. Madrid

1. Evolución histórica de los estudios de ingeniero industrial

España, en el primer cuarto del siglo XIX, sufría una situación de inferioridad de conocimientos científicos. Para intentar paliarlo el 6 de abril de 1829 se dictó una Real Orden pensionando a españoles para estudiar las técnicas industriales en las más prestigiosas escuelas extranjeras, siendo las elegidas principalmente L'Ecole Centrale des Arts et Manufactures de París y la Escuela de Lieja. La idea fue un acierto porque, no solo se pudieron así seguir en España los descubrimientos técnicos que con vertiginosa rapidez se sucedían en Europa, sino que de algunos pensionados surgió la idea de crear en España la carrera de Ingeniero Industrial y un centro superior para su enseñanza.

El Real Decreto de 17 de septiembre de 1845 [1], que organizó la Instrucción Pública, prácticamente sólo abordó los estudios clásicos, olvidándose de las enseñanzas de aplicación industrial. A subsanar dicha omisión vino el Real Decreto de 4 de septiembre de 1850 [2], regulando las diferentes clases de enseñanza industrial y las escuelas en las que había de impartirse, naciendo así la *Enseñanza Industrial Superior*, que tan solo podría ser impartida en Madrid en el *Real Instituto Industrial*, creado al efecto, y en el que se impartirían dos especialidades, *Mecánica* y *Química*, obteniendo tan solo el título de *Ingeniero Industrial* quienes hubieran logrado los títulos de ambas especialidades. Así es como se inició en España la formación de Ingenieros Industriales.

El Real Decreto de 20 de mayo de 1855 [3], que define el plan de las escuelas industriales, reglamentadas por el Real Decreto de 27 de mayo de 1855 [4], establece en el Real Instituto la *Escuela Central de Industria*, denominándose como *Ingenieros Industriales* a quienes cursaran el nuevo plan de cinco años, definido en dicho RD. Los alumnos debían elegir entre las especialidades de Mecánica o Química –dejando de ser requisito, como lo había sido hasta ese momento, realizar ambas–, pero también podían titularse como Ingenieros Industriales quienes, tras haber cursado enseñanza profesional en una de las Escuelas industriales de Madrid, Barcelona, Sevilla, Vergara o Valencia, realizaran los estudios de 4º y 5º en la Escuela Central; si bien los alumnos de ambas procedencias debían superar un examen final del carrera con los ejercicios de proyectos consiguientes.

La Ley de Instrucción Pública, de 9 de septiembre de 1857 [5], otorgó la categoría de Enseñanza Superior a los estudios de Ingeniero Industrial, si bien permitió emitir títulos, con el mismo derecho que el Real Instituto Industrial de Madrid –único autorizado hasta el momento–, a las Escuelas Superiores de Barcelona, Gijón, Sevilla, Valencia y Vergara. Ley que tuvo consecuencias nefastas ya que, aunque aparentemente enaltecía a las enseñanzas, al darle la categoría de *Superiores*, causó un gran daño pues la proliferación de escuelas no respondía a ninguna necesidad real. Para la aún incipiente industria de la época, un solo centro superior era muy suficiente, no tardando sus efectos en hacerse visibles. La Ley estipulaba que debían ser los Ayuntamientos y Diputaciones quienes sufragaran los gastos de las Escuelas. Sólo la Escuela de Barcelona recibió una cantidad digna del Ayuntamiento y de la Diputación. La Escuela de Gijón cerró en el año 1860, sin haberse iniciado en ella los estudios de los últimos cursos. Lo mismo le sucedió a la de Vergara, y la de Valencia sólo pudo lanzar tres promociones, desapareciendo en 1865. La de Sevilla, con cuatro promociones, cerró un año después.

El 30 de junio de 1867 [6] se suprimió de los presupuestos nacionales la asignación destinada al Real Instituto; su reducido número de alumnos y la escasez de recursos del Gobierno justificaron tal decisión. José de Alcover y Sallent, Ingeniero Industrial de la primera promoción del Real Instituto, escribía en 1867 en la Gaceta Industrial [7]: “*La concurrencia numerosa que acudió a la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid en los primeros años, la componían un núcleo brillante de jóvenes entusiastas, fiados unos en solemnes promesas que no se cumplieron en ninguna de sus partes; halagados otros por el porvenir que ofrecía en España la carrera industrial. Corrieron los años y no sólo dejan de*

cumplirse las promesas solemnemente hechas en distintas ocasiones, sino que la carrera, si no postergada por los que tenían el deber de realzarla y atacada sotto vice por aquellos a quienes hacía sombra, y encerrados entre el privilegio de los unos y monopolios de los otros, los ingenieros industriales se encontraron no ya coartados en el ejercicio de su profesión, sí que también sin derecho a dedicarse a los trabajos de su especialidad, pues se han necesitado más de doce años para conseguir que un Ingeniero Industrial pudiera proyectar y dirigir un establecimiento industrial. Entre la carrera que no ofrecía a los que la seguían provecho alguno y otras en que los candidatos empezaban a cobrar del Estado antes de salir de la Escuela, la elección no era dudosa”.

Parece muy claramente expresado que la proliferación de Escuelas, una falta de correlación entre las necesidades industriales y el elevado número de egresados, la degradación de las enseñanzas y la falta de atribuciones profesionales a punto estuvo de acabar con los Estudios Superiores Industriales en España. Y si no lo hizo fue gracias a que las aportaciones de la Diputación y el Ayuntamiento de Barcelona hicieron posible que perdurara la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona. Durante 32 años de -1867 a 1899- fue el único Centro existente en España en que, con un plan de cinco años, se mantuvieron las enseñanzas de Ingeniero Industrial.

En 1897 el Ayuntamiento y la Diputación de Bilbao acordaron solicitar el beneplácito ministerial para establecer una Escuela de Ingenieros. Por Real Decreto de 5 de enero de 1899 [8] se hizo realidad el proyecto, organizándose las enseñanzas de la carrera en aquella ciudad. Su plan difería bastante del que venía rigiendo para Barcelona: tras cursar cuatro años y aprobar el ejercicio de reválida se obtenía el título de Ingeniero Industrial, sin distinción de especialidad mecánica o química.

Tras reiteradas reivindicaciones de la *Asociación Central de Ingenieros Industriales* para que se reanudaran los estudios en Madrid, por Real Decreto de 17 de agosto de 1901 [9], tras 34 años, se restableció en Madrid la *Escuela Central de Ingenieros Industriales*. El Real Decreto de 14 de septiembre de 1902 [10] definió en su Reglamento un plan de cinco años sin especialidades, con 7 y 8 diarias de clase, entre mañana y tarde; sábados incluidos. Por Real Decreto de 6 de agosto de 1907 [11] se elaboró un nuevo Reglamento de la Escuela Central, fundamentalmente para modificar su plan de estudios. El nuevo, si bien mantenía las mismas asignaturas y horas de impartición, ampliaba la carrera a seis años, con las siguiente motivación: *“apenas tienen los alumnos tiempo libre para preparar en sus casas las lecciones del día siguiente, como no sea prescindiendo de aquellas horas de descanso y esparcimiento, más necesarias en la edad juvenil que otras, para que no decaiga el vigor físico ni se atrofie el mental. La experiencia acredita la imperiosa necesidad de la reforma puesto que hallándose repartidos en cinco años los estudios, no llega al diez por ciento el número de alumnos que logra rematar su carrera en ese periodo, y algunos lo realizan a costa de positivos quebrantos de su salud y futura robusted”*. El título de Ingeniero Industrial así obtenido capacitaba para desempeñar las especialidades Mecánica, Química y Eléctrica; esta última recién creada.

El Real Decreto de 11 de octubre de 1926 [12] promulga un Reglamento común para las Escuelas Especiales de Ingenieros Industriales, que define un plan de estudios único de seis cursos para todos los tres centros existentes, incorporando en sexto curso tres grupos de asignaturas definidas, correspondientes a un tipo de industria, a ser seleccionada por el alumno. No obstante se concedía libertad a las Escuelas para que pudieran definir ampliaciones de estudios específicos *“en atención a las características especiales de cada región”*. Para la obtención del título de Ingeniero Industrial, junto a la superación de las asignaturas del plan de estudios y de una reválida, pasó a incorporarse la exigencia de realizar un periodo de prácticas de 12 meses en la industria; si bien éstas podían realizarse en los tres últimos cursos. Es de destacar que el Reglamento establecía que determinadas asignaturas tan solo podían ser impartidas por profesorado Ingeniero Industrial ejerciente en

la industria. Por Orden de 19 de septiembre de 1931 [13] se publicó una modificación del Reglamento, alterando el plan de estudios con la finalidad principal de hacer desaparecer en sexto los tres grupos de asignaturas definidas, introduciendo en dicho curso dos asignaturas, a ser libremente fijadas en cada curso por cada Centro en función de *“las necesidades peculiares de cada región y las circunstancias del momento”*.

Lo que acabó derivando en que los egresados de los tres Centros no solo tuvieran formaciones diferentes, sino que éstas difirieran también entre las promociones del mismo. Lo que, junto a la lógica disparidad de criterios en los exámenes de ingreso, reválida y fin de carrera, motivó la promulgación de la Orden de 7 de mayo de 1940 [14], que reorganizó las Escuelas de Madrid, Barcelona y Bilbao, que pasaron a ser diferentes establecimientos de la *Escuela Especial de Ingenieros Industriales*, en los que los alumnos podían cursar cualquiera de las asignaturas, ya que se unificaron los exámenes de ingreso y reválida (que se realizaban solo en Madrid), las plantillas de profesores, los criterios de calificación y un único Director para las tres Escuelas. La Orden de 3 de julio de 1947 [15], *“en atención a la importancia adquirida por la Electrónica en la industria moderna”* procedió a incorporar al plan de estudios dos asignaturas de esta disciplina.

La unión de las Escuelas tan sólo duraría cuatro años ya que por Orden de 23 de julio de 1947 [16], considerándose alcanzado el objetivo de *“la identidad de conocimientos”*, pero manteniéndose únicas las pruebas de ingreso y reválida, con la finalidad de *“reconocer la personalidad de cada centro”*, las tres Escuelas pasaron a convertirse en centros independientes.

Por Decreto de 28 de mayo de 1948 [17] se implanta un nuevo plan de estudios para las tres Escuelas Especiales de Ingenieros, de seis años, en el que aparece la especialidad Textil, siendo cuarto y quinto los cursos de especialización, mientras que el sexto era común para todos los alumnos, impartándose en él asignaturas relacionadas con la Economía, la Administración de Empresas y el Derecho. Un nuevo Reglamento fue promulgado por Orden de 4 de marzo de 1950 [18] si bien el plan de estudios no sufrió modificaciones apenas.

España comenzó a prosperar industrialmente y, para paliar la escasez de ingenieros, se promulgó la Ley de 20 de julio de 1957 sobre ordenación de las enseñanzas técnicas [19], que creó las Escuelas Técnicas de Grado Medio y las Escuelas Técnicas Superiores. Como medidas más importantes destaca la sustitución de los exámenes de ingreso por dos cursos previos: *“el selectivo”*, común para todas las ingenierías, y el *“curso de iniciación”*, de materias relacionadas con la ingeniería a la que se aspirase, que se impartía en dicha Escuela. Después del curso de iniciación seguían cinco años más, siendo los tres últimos de especialización. Este plan, que buscaba fomentar la movilidad entre Escuelas, facilitando las convalidaciones, dio lugar a la aparición de los profesores de dedicación exclusiva, que si bien permitió que las Escuelas cobrasen vida, ya que hasta ese momento los profesores solo permanecían en ellas para dar sus clases marchando después a sus respectivas empresas, ya hubieron quienes entonces avisaron del peligro que podría suponer la incorporación de profesores a las cátedras sin haber pasado antes por puestos en la empresa. También creó la figura del Doctor Ingeniero, máximo peldaño en la carrera.

Para acelerar todavía más la formación de ingenieros surgió la Ley 2/1964 [20] que redujo los estudios superiores, de seis a cinco años, así como los de grado medio, de cuatro a tres, creando el título de Ingeniero Técnico. Los planes de estudios de las ETS vinieron fijados por las Órdenes de 2 de agosto de 1964 [21] y 29 de mayo de 1965 [22], caracterizándose por ser de ámbito nacional, con todas sus asignaturas establecidas, permitiendo un grado de optatividad y/o especialidad muy acotado, con la intención de mantener la uniformidad y la garantía de la formación impartida en las Escuelas que comenzaban a ir surgiendo. No obstante se afirmaba que, a propuesta de cualquier Escuela, existía la posibilidad de ser susceptible de modificación.

Con la finalidad de coordinar los estudios técnicos e integrarlos en la Universidad, el Decreto de 2 de agosto de 1966 [23] autorizó la agrupación de ETS en Institutos Politécnicos y en Universidades. El 4 de agosto de 1970 se promulga la Ley General de Educación [24], que, si bien, salvo excepciones, mantiene la duración de los estudios en las ETS en cinco años, supone un importante punto de inflexión por cuanto establece que *“los planes de estudio comprenderán un núcleo común de enseñanzas obligatorias y otras optativas universitarias serán elaborados por las propias Universidades, de acuerdo con las directrices marcadas por el Ministerio”*. Por Orden de 30 de julio de 1975 [25], con nuevamente el argumento de atender al volumen de disciplinas y a la exigencia de la elaboración de un proyecto fin de carrera, vuelve a ampliarse en un año la duración de las carreras en las ETS, que pasan de cinco a seis años; aunque nuevamente también sin aumento ni del número de asignaturas ni de horas. A partir del año 1979 el BOE comienza a publicar las modificaciones de los planes de estudios propuestos por las Universidades a resultas de esta ampliación.

Con la Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (LRU) [26], se inicia un proceso para la reforma de la Universidad y de la enseñanza superior en nuestro país. Por Real Decreto 552/1985, de 2 de Abril, [27] se aprueba el Reglamento del Consejo de Universidades, organismo al que se atribuye la competencia de propuesta al Gobierno de los títulos que tengan carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como de las directrices generales de los planes de estudio que deberán cursarse para su obtención y homologación. El Real Decreto 1497/1987, de 27 de Noviembre, [28] incorpora a la presente reforma las directrices comunes de los planes de estudio destacando: la incorporación a nuestro sistema del cómputo del haber académico por "créditos" –diez horas de enseñanza teórica o práctica-, una mayor apertura de los planes de estudio y una mayor flexibilidad en el curriculum del estudiante. Las materias pasan a clasificarse como troncales, no troncales (existiendo obligatorias y optativas) y de libre elección. Con el Real Decreto 921/1992, de 17 de Julio, [29] se establece el título universitario oficial de Ingeniero Industrial y se aprueban las directrices generales propias de los planes de estudio que deben cursarse para su obtención y homologación. Éstos debían articularse como enseñanzas de primer y segundo ciclo, con una duración entre cuatro y cinco años que, en global, no podían poseer menos de 300 créditos. En dichas directrices se relacionaban las materias troncales de obligatoria inclusión, con una breve descripción de sus contenidos, los créditos correspondientes a las enseñanzas, así como la vinculación de los mismos a una o más áreas de conocimiento. También en este Decreto establecía un plazo máximo de tres años para que las universidades que vinieran impartiendo enseñanzas objeto de regulación por dichas directrices, remitieran al Consejo de Universidades los nuevos planes de estudio conducentes al título oficial de Ingeniero Industrial para su homologación. A resultas de la LRU hubo un crecimiento exponencial de Universidades, con multitud de títulos, cada uno con sus propios planes. La homogeneidad y solidez tradicionales de los conocimientos de la ingeniería industrial dejó paso a una política académica mucho más flexible, que, lejos de aportar ventajas, inició un declive formativo.

La Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades [30] estableció un nuevo marco para posibilitar la integración de la Universidad española en el Espacio Europeo de Educación Superior, estructurando los estudios universitarios en tres ciclos e introduciendo como medida del haber académico el crédito europeo. Éste quedaría establecido por el Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, [31] que, junto a las horas de enseñanza, pasó a tener en consideración las horas de estudio y el trabajo que el alumno debía realizar para la superación de cada materia, quedando limitados los planes de estudio a un máximo de 60 créditos por curso. El Real Decreto 55/2005, de 21 de enero, [32] avanzaría en la estructura de las enseñanzas universitarias de en tres ciclos distinguiendo entre estudios de Grado, de entre 180 y 240 créditos, y de Posgrado (Máster y Doctorado). El Real Decreto 56/2005, de 21 de enero, [33] establecería para los estudios de Máster una duración de entre 60 y 120 créditos. Sorprendentemente el desarrollo normativo obligó a que, sin tener diseñados los

planes de estudios de las enseñanzas de Grado, hubieran de diseñarse los de Posgrado. Reales Decretos de muy corta vigencia, pues, por Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, [34] se modificó la Ley Orgánica 6/2001, que definió los tres ciclos de las enseñanzas en Grado, Máster y Doctorado, quedando ambos derogados por el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, [35], que nuevamente desarrollaría la estructura de las enseñanzas universitarias, concretando que los planes de estudios de Grado debía estar integrados por 240 créditos y estableciendo el año 2010 como fecha límite en la que debían encontrarse adaptadas todas las enseñanzas.

Toda esta legislación asignó a la ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación), fundación estatal adscrita al Ministerio de Educación, la competencia para establecer los procedimientos, protocolos y guías para la verificación y acreditación de los títulos oficiales. También estableció que las universidades, en el ámbito de su autonomía, serían las competentes para el diseño de sus planes de estudios -sin sujeción a un catálogo de títulos previo establecido por el Gobierno-; si bien los títulos habilitantes para el ejercicio de profesiones reguladas debían cumplir una serie de requisitos establecidos por el Gobierno, correspondiendo a las Universidades, incluso para ellos, realizar la propuesta de la denominación a otorgarles. La Resolución de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, [36] publicó el Acuerdo de Consejo de Ministros estableciendo las condiciones a las que deberían adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos habilitantes para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de Ingeniero. De lo que se derivó que para el ejercicio profesional como Ingeniero pasaba a ser requisito disponer de título de Máster, con una carga lectiva total entre Grado y Máster no inferior a 300 ECTS, de los cuales como máximo 120 corresponderán a estudios de Máster. La Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, [37] estableció los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habilitaran para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial, derivándose la posible existencia de planes de estudio con duraciones entre 66 y 120 créditos. Títulos cuyos planes, tras su aprobación por las Universidades, debían ser remitidos al Consejo de Universidades para su verificación. A dichos efectos éste requeriría de ANECA un preceptivo informe de evaluación, para fundamentar su resolución de verificación. Remitida por la Universidad al Ministerio de Educación la autorización de los estudios por parte de la CCAA y la resolución de verificación, éste elevará al Gobierno la propuesta para el establecimiento del carácter oficial del título y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT), que debe ser publicado en el BOE. El Real Decreto 1393/2007 resultaría parcialmente modificado por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, [38], entre otras razones, para posibilitar el reconocimiento de hasta el 15% de los créditos de una carrera por experiencia profesional y, fundamentalmente, para posibilitar la extensión de la habilitación para emitir el informe de evaluación en el procedimiento de verificación, además de a la ANECA, a las Agencias de evaluación de las CCAA –creadas al amparo de la Ley Orgánica 4/2007-. Los primeros estudios de Máster en Ingeniería Industrial inscritos en el RUCT se autorizaron por el Consejo de Ministros de 12 de noviembre de 2010 [39]. Su plan de estudios [40], de 90 ECTS, implantado en la Facultad de Ciencias de Lugo, donde nunca antes habían existido estudios de Ingeniería Industrial, ni disponía de los recursos humanos y materiales, permitió que en 2012 salieran los primeros titulados como Máster Ingeniero Industrial, habilitados para el ejercicio de dicha profesión; si bien tan solo precisaron para ello 4,5 años desde que iniciaron la realización de estudios universitarios. El Consejo de Ministros de 7 de octubre de 2011 [41] autorizaría el plan de estudios de Ingeniero Industrial de menor duración de toda la historia -al menos hasta el momento de redacción de esta comunicación-: el Máster en Ingeniería Industrial de la Universidad de Cantabria [42], con 72 ECTS, que habilita para el ejercicio de la profesión.

La situación actual de los estudios universitarios de Ingeniería Industrial es sumamente preocupante. Todos los diagnósticos apuntan a que no solo se reproducen las mismas problemáticas que acontecieron en la década 1857-1867, sino que se conjugan con una

plantilla de profesorado, resultado del cumplimiento de los peores augurios de algunos en 1957, en un sistema universitario cerrado sobre sí mismo, ante el que tan solo atreverse a rememorar alguno de los requisitos establecidos para el profesorado por el Reglamento de 11 de octubre de 1926, posiblemente, no distara en demasía de recibir la consideración de herejía. La existencia de más de 1.367 titulaciones de Grado y Máster, con denominaciones diferentes, sólo en el área de Ingeniería y Arquitectura, sin duda, motivaría la perplejidad de a quienes, en 1940, la simple inclusión de diferentes asignaturas optativas, les motivó a la urgente necesidad de emprender acciones para corregir la ausencia de “identidad de conocimientos”.

2. Objetivos

Precisamente este trabajo tiene como objeto principal concluir cuál es el grado de “identidad de conocimientos” de quienes, en el momento actual, se encuentran formándose como Ingenieros Industriales en las diferentes Escuelas de nuestro país con planes de estudios ya adaptados al EEES.

Para ello se han considerado los créditos europeos (ECTS) asignados a las materias, agrupadas por una cierta afinidad, definida a criterio de los autores, que configuran los planes de estudios conducentes a la titulación Máster en Ingeniería Industrial.

Cabrían otros tipos de análisis menos objetivos y más complejos, fundamentados en calidad docente o inserción en el mercado laboral, pero, al no existir aún datos significativos de promociones egresadas, dicho análisis no es susceptible de realización. Tampoco podemos obviar que si bien últimamente se maneja en el lenguaje docente una terminología novedosa (habilidades, destrezas, competencias, ...) en la práctica el coste de los estudios para un alumno se calcula en base a los créditos de las materias, por lo que la contabilización de créditos en un plan de estudios tiene una base real.

Esencial en toda comparación es el modelo de referencia. A la vista de los antecedentes históricos parece una obviedad mencionar que parece no haber existido un plan de estudios “ideal”. Pero si como ideal consideramos uno probado, contrastado con egresados que han impulsado la industria en nuestro país, así como prestigiados fuera de nuestras fronteras, los plan de 1964 y 1975 parecen presentar estas credenciales. Y dado que las diferencias entre ambos no parece excesivas nos decantamos por utilizar el de 1964.

Si bien el exceso de flexibilidad del modelo universitario actual posibilita variadas y variopintos perfiles de acceso a los estudios de Máster en Ingeniería Industrial (de Graduados especialistas del ámbito industrial, con y sin complementos; de Ingenieros Técnicos, con y sin complementos; siendo hasta posible para Graduados de otras disciplinas, con complementos cuya definición queda a potestad de la autonomía de la Universidad cuestión), motivando no solo una nada aconsejable heterogeneidad en el alumnado del Máster, sino a veces irresolubles problemas de organización docente, facilitaremos nuestro análisis considerando que los alumnos han seguido el camino formativo más idóneo; es decir, su formación de Grado previa es la correspondiente a haber cursado el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales en su misma Universidad. Formación recibida en el itinerario Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales + Máster en Ingeniería Industrial que comparemos con la derivada del plan de 1964.

3. Metodología

Se han recopilado los planes de estudio de los Grados en Ingeniería en Tecnologías Industriales actualmente en impartición en las Universidades de: A Coruña, Antonio Nebrija, Cantabria, Carlos III, Deusto, Girona, Jaume I, Juan Carlos I, Málaga, U. Navarra (San Sebastián), Oviedo, Ramón Llull, Sevilla, UNED, UPC Barcelona, UPTC Cartagena, UPM

Madrid, UPNa Pamplona, UPV Valencia, UPV Bilbao, Valladolid, Vigo y Zaragoza. Si bien se ha intentado priorizar como fuente de información el BOE o, en su defecto, el RUCT, en más ocasiones de las deseables ha tenido que finalmente recurrirse a la propia página web del centro docente.

Cada plan de estudios fue transferido a una hoja de cálculo Excel, en la que se listaron sus asignaturas con sus créditos asignados. Con posterioridad se pasó a realizar una de agrupación de las asignaturas por afinidad temática, intentando generar el menor número de bloques temáticos diferenciados posibles, de lo que se concluyeron los 21 bloques de materias referenciados en la Tabla 2. Ciertamente la definición de estos bloques de materias no está ausente de cierto grado de subjetividad al responder a un criterio de los autores.

A continuación, cada asignatura en cada plan fue asignada al bloque temático más afín. No habiéndose encontrado accesible, en la inmensa mayoría de las ocasiones, la Guía Docente de las asignaturas, para así poder verificar los contenidos temáticos incorporados, la asignación ha venido exclusivamente fundamentada en el nombre de la asignatura. Lo que si bien el algún caso pudiera haber dado lugar a algún error, en la mayoría de las situaciones la asignación de la asignatura parece no presentar duda alguna. En la Tabla 1 se muestra el ejemplo de la UPCT Cartagena en dónde, como puede observarse no hay duda alguna para situar la materia “Ecuaciones Diferenciales” en el bloque “Matemáticas”.

Tabla 1. Asignaturas, créditos y asignación a bloques temáticos. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. UPCT Cartagena

Asignaturas	Créditos	Asignación
Matemáticas	18	Matemáticas
Física	12	Física
Informática	6	Informática
Química	6	Química y Medio Ambiente
Expresión Gráfica	6	Dibujo
Estadística	6	Estadística
Empresa	6	Empresa
Ampliación de Matemáticas	12	Matemáticas
Ampliación de Estadística	6	Estadística
Mecánica de Fluidos	12	Energía y Fluidos
Ciencia e Ingeniería de Materiales	12	Materiales y Fabricación
Electrotecnia	12	Electricidad
Tecnología Electrónica	12	Electrónica
Automática	12	Automatismos y Control
Tecnología Medioambiental	6	Química y Medio Ambiente
Proyectos	3	Proyectos
Ingeniería Energética	15	Energía y Fluidos
Mecánica de Máquinas	12	Mecánica
Elasticidad y Resistencia de Materiales	7,5	Estructuras
Ingeniería de Procesos de Fabricación	12	Materiales y Fabricación
Ingeniería Química	6	Química y Medio Ambiente
Diseño Industrial	6	Dibujo
Mercadotecnia Industrial	6	Empresa
Idioma	4,5	Idiomas
Optativas	18	Optatividad
Trabajo Fin de Grado	6	Trabajo Fin de Grado
Total	240	

En la misma hoja de cálculo se totalizan los créditos de todas las asignaturas asignadas al mismo bloque, aportando los créditos que, a cada bloque, dedica el plan de estudios de un centro. Siguiendo con el ejemplo de la UPCT de Cartagena, en la Tabla 2 se visualiza el total de créditos del plan por bloque.

**Tabla 2. Créditos por bloques temáticos. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales.
UPCT Cartagena**

Créditos	Bloques de Materias
12	Automatismos y Control
12	Dibujo
0	Edificación, Construcción y Urbanismo
12	Electricidad
12	Electrónica
12	Empresa
27	Energía y Fluidos
0	Especialidad
12	Estadística
7,5	Estructuras
12	Física
0	Humanidades
4,5	Idiomas
6	Informática
30	Matemáticas
24	Materiales y Fabricación
12	Mecánica
18	Optatividad
3	Proyectos
18	Química y Medio Ambiente
6	Trabajo Fin de Grado

Operando de manera análoga para las restantes 22 Escuelas, se genera una matriz de 22 filas (21 bloques temáticos más una fila de totales de créditos) por 23 columnas (Escuelas) que se presenta en la Tabla 5.

Además del interés que la comparativa de los Grados en Ingeniería en Tecnologías Industriales pueda tener por sí misma, adicionando a éste las asignaturas que conforman el Máster en Ingeniería Industrial, con un proceso similar, obtendríamos la comparativa en la formación universitaria del Ingeniero Industrial (Grado+Máster).

Aplicando el proceso a las asignaturas del Máster Ingeniero Industrial de la Escuela ejemplo de Cartagena, con un procedimiento similar se generaría la Tabla 3.

La totalización de los créditos de los bloques temáticos de las asignaturas que conforman el itinerario completo de Grado y Máster, aporta la Tabla 4.

En el momento de la elaboración de este trabajo (Abril de 2014), no ha sido posible acceder a información oficial sobre la estructura y planificación de las enseñanzas del Máster en Ingeniería Industrial que va a ser impartido en algunas de las Escuelas anteriormente relacionadas con Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales implantado. Con la información disponible, de esas 23 Escuelas, solo 12 tienen inscrito su plan de estudios en el RUCT (A Coruña, Antonio Nebrija, Cantabria, Carlos III, Deusto, Girona, U. Navarra San Sebastián, Ramón Llull, UPC Barcelona, UPTC Cartagena, UPV Bilbao y Valladolid). Así mismo se ha incluido también el plan correspondiente a la UPNa (Pamplona) que, por la pertenencia de uno de los autores a la misma, se tiene constancia de haber resultado aprobado por su Junta de Escuela, estando en trámites de ser enviado a ANECA.

Operando de manera análoga al ejemplo comentado de la UPCT con los planes de estudio de las restantes Escuelas, se genera una matriz de 22 filas (21 bloques temáticos más una fila de totales de créditos) por 14 columnas (Escuelas más el plan 1964), que se presenta en la Tabla 6.

Créditos	Bloques de Materias
16,5	Automatismos y Control
12	Dibujo
12	Edificación, Construcción y Urbanismo
18	Electricidad
16,5	Electrónica
30	Empresa
36	Energía y Fluidos
0	Especialidad
12	Estadística
13,5	Estructuras
12	Física
0	Humanidades
4,5	Idiomas
6	Informática
30	Matemáticas
28,5	Materiales y Fabricación
18	Mecánica
48	Optatividad
6	Proyectos
22,5	Química y Medio Ambiente
18	Trabajo Fin de Grado
360	Total

Tabla 4. Créditos por bloques temáticos. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales más Master Ingeniería Industrial. UPCT Cartagena

Gestión de Proyectos Industriales	3	Proyectos
Sistemas Eléctricos de Energía	6	Electricidad
Máquinas Hidráulicas	3	Energía y Fluidos
Sistemas Electrónicos	4,5	Electrónica
Automatización Industrial	4,5	Automatismos y Control
Ingeniería de Procesos Químicos	4,5	Química y Medio Ambiente
Sistemas Integrados de Fabricación	4,5	Materiales y Fabricación
Gestión integrada en la empresa	6	Empresa
Proyectos y Urbanismo Industrial	6	Edificación, Construcción y Urbanismo
Teoría de Estructuras	6	Estructuras
Tecnología y Gestión Energéticas	6	Energía y Fluidos
Diseño de Transmisiones Mecánicas	3	Mecánica
Ruido y Vibración en Máquinas	3	Mecánica
Optativa1	4,5	Optatividad
Optativa2	4,5	Optatividad
Optativa3	4,5	Optatividad
Optativa4	4,5	Optatividad
Optativa5	3	Optatividad
Optativa6	3	Optatividad
Optativa7	3	Optatividad
Optativa8	3	Optatividad
Construcciones y Plantas Industriales	6	Edificación, Construcción y Urbanismo
Gestión de Procesos Industriales	6	Empresa
Ingeniería del Transporte	3	Empresa
Calidad en la Industria	3	Empresa
Trabajo Fin de Máster	12	Trabajo Fin de Grado
Total	120	

Tabla 3. Asignaturas, créditos y asignación a bloques temáticos. Máster en Ingeniería Industrial UPCT Cartagena

4. Resultados

En las Tablas 5 y 6 que explicitan los créditos, distribuidos por bloques temáticos, de los estudios del Grados en Ingeniería en Tecnologías Industriales para las 23 Escuelas que lo imparten y de los estudios del Máster en Ingeniería Industrial para las 13 Escuelas de las que se tiene documentación a fecha de elaboración del presente trabajo. La tabla 7 muestra las desviaciones de la formación integral como Ingeniero Industrial respecto al promedio.

Tabla 5. Créditos por bloques temáticos. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

	A Coruña	A. Nebrija	Cantabria	Carlos III	Deusto	Girona	Jaume I	Juan Carlos I	Málaga	Navarra (San Sebastián)	Oviedo	Ramón Llull	Sevilla	UNED	UPC (Barcelona)	UPCT (Cartagena)	UPM (Madrid)	UPNa	UPV (Valencia)	UPV-EHE (Bilbao)	Vigo	Valladolid	Zaragoza
Automatismos y Control	6	6	12	12	12	8	12	6	12	4,5	9	6	6	5	6	12	3	6	10,5	6	12	10,5	12
Dibujo	6	12	12	6	6	9	10,5	9	12	6	12	15	6	11	7,5	12	12	12	10,5	12	9	12	12
Edificación, Construcción	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4,5	0	0	0	0
Electricidad	12	12	18	12	12	13	18	13,5	12	15	12	16	10,5	10	12	12	9	18	15	21	24	18	24
Electrónica	12	12	18	12	18	9	6	10,5	6	10,5	12	5	4,5	10	7,5	12	4,5	12	10,5	6	12	10,5	6
Empresa	12	21	12	15	12	13	12	15	12	16,5	15	21	12	16	10,5	12	10,5	9	15	12	18	21	12
Energía y Fluidos	36	24	18	18	18	22	25,5	22,5	12	18	27	16	16,5	30	24	27	21	15	22,5	18	24	22,5	24
Especialidad	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	45	0	0	0	36	42	0	0	0	0	0
Estadística	6	6	0	6	6	6	6	6	6	12	6	6	4,5	6	13,5	12	9	6	10,5	6	0	6	6
Estructuras	6	6	6	12	6	11	12	10,5	6	15	12	17	6	5	10,5	7,5	7,5	6	10,5	12	12	10,5	12
Física	18	18	12	12	18	12	18	12	12	15	12	12	18	18	6	12	18	15	21	15	18	12	12
Humanidades	0	12	6	9	12	0	6	12	0	18	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Idiomas	0	0	6	6	0	0	6	6	0	0	0	3	0	0	0	4,5	18	0	0	0	0	0	2
Informática	6	18	12	9	18	10	12	6	12	15	6	15	6	11	10,5	6	6	6	10,5	6	6	6	6
Matemáticas	24	24	30	24	18	27	24	19,5	24	25,5	30	21	27	30	34,5	30	31,5	21	27	39	27	22,5	18
Materiales y Fabricación	12	18	6	21	18	23	22,5	21	12	15	24	25,5	9	15	13,5	24	18	15	13,5	6	30	15	18
Mecánica	6	15	18	6	12	16	12	16,5	6	19,5	24	15	6	16	22,5	12	13,5	12	10,5	27	12	16,5	12
Optatividad	30	0	24	36	30	31	6	24	30	9	12	10	34,5	25	21	18	0	18	19,5	36	6	6	28
Proyectos	6	6	6	3	6	4	6	6	6	3	6	3	4,5	5	12	3	4,5	6	6	6	6	10,5	6
Química y Medio Ambiente	24	18	12	9	6	10	13,5	12	6	10,5	9	16,5	12	16	16,5	18	15	9	10,5	18	12	28,5	18
Trabajo Fin de Grado	12	12	12	12	12	15	12	12	12	12	12	12	12	6	12	6	12	12	12	6	12	12	12
Totales	240	240	240	240	240	239	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	249	240	240	252	240	240	240

Tabla 6. Créditos por bloques temáticos. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales más Máster Ingeniería Industrial

	A Coruña	A. Nebrija	Cantabria	Carlos III	Deusto	Girona	Navarra (San Sebastián)	Ramón Llull	UPC (Barcelona)	UPCT (Cartagena)	UPNa	UPV-EHE (Bilbao)	Valladolid	Promedio	1964
Automatismos y Control	16,5	12,0	12,0	12,0	12,0	17,0	7,5	11,0	10,5	16,5	6,0	9,0	16,5	12,2	7,5
Dibujo	6,0	12,0	12,0	6,0	6,0	9,0	6,0	15,0	7,5	12,0	12,0	12,0	12,0	9,8	39,0
Edificación, Construcción y Urb.	21,0	15,0	15,0	6,0	7,0	14,0	15,0	15,0	7,5	12,0	6,0	3,0	15,0	11,7	7,5
Electricidad	16,5	18,0	23,0	18,0	12,0	18,0	19,0	15,0	18,0	18,0	18,0	25,5	24,0	18,7	15,0
Electrónica	16,5	18,0	23,0	18,0	22,0	9,0	13,5	5,0	12,0	16,5	12,0	10,5	16,5	14,8	18,0
Empresa	27,0	57,0	27,0	30,0	30,0	32,0	31,5	36,0	25,5	30,0	27,0	24,0	39,0	32,0	27,0
Energía y Fluidos	45,0	36,0	23,0	30,0	32,0	34,0	25,0	24,0	36,0	36,0	18,0	30,0	34,5	31,0	72,0
Especialidad	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,0	102,0	0,0	0,0	8,9	90,0
Estadística	6,0	6,0	0,0	6,0	6,0	6,0	12,0	6,0	13,5	12,0	6,0	6,0	6,0	7,0	15,0
Estructuras	9,0	12,0	6,0	21,0	11,0	11,0	15,0	17,0	15,0	13,5	6,0	15,0	10,5	12,5	15,0
Física	18,0	18,0	12,0	12,0	18,0	12,0	15,0	12,0	6,0	12,0	15,0	15,0	12,0	13,6	36,0
Humanidades	0,0	12,0	6,0	9,0	12,0	0,0	18,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0
Idiomas	0,0	0,0	6,0	6,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	1,5	12,0
Informática	6,0	18,0	12,0	9,0	18,0	10,0	15,0	15,0	10,5	6,0	6,0	6,0	6,0	10,6	0,0
Matemáticas	24,0	24,0	30,0	24,0	18,0	27,0	25,5	21,0	34,5	30,0	21,0	39,0	22,5	26,2	54,0
Materiales y Fabricación	16,5	24,0	11,0	30,0	23,0	29,0	21,0	30,5	16,5	28,5	15,0	9,0	18,0	20,9	0,0
Mecánica	13,5	24,0	23,0	15,0	17,0	21,0	26,5	20,0	31,5	18,0	12,0	30,0	22,5	21,1	33,0
Optatividad	30,0	0,0	24,0	36,0	48,0	61,0	9,0	26,0	61,5	48,0	30,0	75,0	6,0	35,0	0,0
Proyectos	6,0	6,0	6,0	3,0	6,0	4,0	3,0	3,0	12,0	6,0	6,0	12,0	10,5	6,4	6,0
Química y Medio Ambiente	28,5	24,0	17,0	15,0	11,0	15,0	10,5	21,5	21,0	22,5	12,0	21,0	34,5	19,5	27,0
Trabajo Fin de Grado y Máster	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	30,0	42,0	24,0	18,0	30,0	30,0	30,0	24,0	27,7	0,0
Totales	330,0	360,0	312,0	330,0	333,0	359,0	330,0	360,0	360,0	360,0	360,0	372,0	330,0	345,8	474,0

Tabla 7. Diferencias, respecto del promedio, de créditos por bloques temáticos. Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales más Máster Ingeniería Industrial

	A Coruña	A. Nebrija	Cantabria	Carlos III	Deusto	Girona	Navarra (San Seba	Ramón Llull	UPC (Barcelona)	UPCT (Cartagena)	UPNa	UPV-EHE (Bilbao)	Valladolid
Automatismos y Control	4,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	4,8	-4,7	-1,2	-1,7	4,3	-6,2	-3,2	4,3
Dibujo	-3,8	2,2	2,2	-3,8	-3,8	-0,8	-3,8	5,2	-2,3	2,2	2,2	2,2	2,2
Edificación, Construcción	9,3	3,3	3,3	-5,7	-4,7	2,3	3,3	3,3	-4,2	0,3	-5,7	-8,7	3,3
Electricidad	-2,2	-0,7	4,3	-0,7	-6,7	-0,7	0,3	-0,7	-3,7	-0,7	-0,7	6,8	5,3
Electrónica	1,7	3,2	8,2	3,2	7,2	-5,8	-1,3	-9,8	-2,8	1,7	-2,8	-4,3	1,7
Empresa	-5,0	25,0	-5,0	-2,0	-2,0	0,0	-0,5	4,0	-6,5	-2,0	-5,0	-8,0	7,0
Energía y Fluidos	14,0	5,0	-8,0	-1,0	1,0	3,0	-6,0	-7,0	5,0	5,0	-13,0	-1,0	3,5
Especialidad	-8,9	-8,9	-8,9	-8,9	-8,9	-8,9	-8,9	5,1	-8,9	-8,9	93,1	-8,9	-8,9
Estadística	-1,0	-1,0	-7,0	-1,0	-1,0	-1,0	5,0	-1,0	6,5	5,0	-1,0	-1,0	-1,0
Estructuras	-3,5	-0,5	-6,5	8,5	-1,5	-1,5	2,5	4,5	2,5	1,0	-6,5	2,5	-2,0
Física	4,4	4,4	-1,6	-1,6	4,4	-1,6	1,4	-1,6	-7,6	-1,6	1,4	1,4	-1,6
Humanidades	-4,8	7,2	1,2	4,2	7,2	-4,8	13,2	0,2	-4,8	-4,8	-4,8	-4,8	-4,8
Idiomas	-1,5	-1,5	4,5	4,5	-1,5	-1,5	-1,5	1,5	-1,5	3,0	-1,5	-1,5	-1,5
Informática	-4,6	7,4	1,4	-1,6	7,4	-0,6	4,4	4,4	-0,1	-4,6	-4,6	-4,6	-4,6
Matemáticas	-2,2	-2,2	3,8	-2,2	-8,2	0,8	-0,7	-5,2	8,3	3,8	-5,2	12,8	-3,7
Materiales y Fabricación	-4,4	3,1	-9,9	9,1	2,1	8,1	0,1	9,6	-4,4	7,6	-5,9	-11,9	-2,9
Mecánica	-7,6	2,9	1,9	-6,1	-4,1	-0,1	5,4	-1,1	10,4	-3,1	-9,1	8,9	1,4
Optatividad	-5,0	-35,0	-11,0	1,0	13,0	27,0	-26,0	-9,0	26,5	13,0	-5,0	40,0	-29,0
Proyectos	-0,4	-0,4	-0,4	-3,4	-0,4	-2,4	-3,4	-3,4	5,6	-0,4	-0,4	5,6	4,1
Química y Medio Ambiente	9,0	4,5	-2,5	-4,5	-8,5	-4,5	-9,0	2,0	1,5	3,0	-7,5	1,5	15,0
Trabajo Fin de Grado	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	-3,7	2,3	14,3	14,3	-3,7	-9,7	2,3	2,3	-3,7

La cuestión de la optatividad o especialidad requiere alguna aclaración. Se considera especialidad (o intensificación o mención o cualquier otro vocablo equivalente) a una optatividad de carácter obligatorio y elegible por el alumno, en la que éste debe escoger una serie de asignaturas que conforman dicha especialidad. Si el alumno no tiene obligación de elegir especialidad, la asignatura será considerada como optativa.

En el Grado, de 23 Escuelas, sólo 4 tienen especialidad:

- Madrid (38 créditos). 7 Especialidades: Eléctrica, Electrónica y Automática, Mecánica, Construcción, Materiales, Técnicas Energéticas, Químicas
- Sevilla (45 créditos). Especialidades 11: Eléctrica, Automática, Electrónica, Materiales, Mecánica y Construcción, Mecánica y Máquinas, Medio Ambiente, Organización, Producción, Química Industrial, Energética
- Málaga (42 créditos). Especialidades 8: Automática, Electrónica, Electricidad, Térmica e Hidráulica, Mecánica y Máquinas, Estructuras y Materiales, Organización, Proyectos
- Pamplona (entre 42 y 60 créditos). Especialidades 3: Mecánica, Electricidad, Electrónica

En el Máster, de 13 Escuelas, sólo 3 tienen, o pueden tener, créditos de especialidad:

- Ramón Llull (14 créditos). 6 Especialidades: Tecnología Mecánica, Tecnología Eléctrica, Tecnología Energética, Tecnología Química, Tecnología de Materiales y Dirección de Empresas
- Bilbao dispone de 30 créditos optativos que el alumno, si los escoge en bloque, puede configurar una de las siguientes 10 especialidades: Ingeniería de Control y Automatización, Ingeniería Química, Diseño y Fabricación de Producto, Ingeniería de Materiales, Ingeniería Hidráulica, Ingeniería Termoenergética, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Nuclear y Radiológica, Ingeniería de Estructuras y Construcción, Ingeniería Mecánica
- Pamplona (60 créditos). Tras ser el Grado con más créditos especialistas (entre 42 y 60), dedica los primeros 30 créditos del Máster a lo que se podría llamar la especialidad anti-especialidad: se obliga a los alumnos que en el grado han cursado una especialidad a cursar 30 créditos, en el Máster, de las otras especialidades del Grado. Posteriormente, dentro del Máster, el alumno vuelve a tener obligación de cursar otros 30 créditos de especialidad. Este plan aún no está aprobado por ANECA.

5. Conclusiones

Los resultados que se derivan de las Tablas 6 y 7 resultan bastante autoexplicativos.

En opinión de los autores, destaca, más que la total ausencia de “identidad de conocimientos”, su completa disparidad. Aun habiendo seleccionado el mismo Grado para acceder al Máster, los números de créditos totales varían entre 312 y 372. Una diferencia de 60 créditos, que no puede ser considerada menor, por cuanto representa un curso académico completo. Cualquier bloque temático presenta unas diferencias del 200% o del 400% entre planes de distintos centros.

No resulta difícil imaginar las desviaciones que resultarían caso de poder modelizar los accesos al Máster si pudiéramos considerar el verdadero itinerario académico por el que los diversos alumnos han conseguido acceder al Máster. Y todo ello sin que sea posible olvidar que nos encontramos ante una titulación que habilita para el ejercicio de una profesión regulada con atribuciones profesionales legisladas.

¿A qué es debido este hecho? ¿Adaptación a la realidad industrial y al tejido productivo del entorno del centro docente? Desgraciadamente nos tememos que –salvo alguna honrosa excepción– no será ésta su justificación.

Una explicación podría estar fundamentada en que el propio exceso de centros docentes habría promovido la inexistencia de profesorado verdaderamente cualificado para la impartición de las materias que otorgaron en el pasado al Ingeniero Industrial esa formación completa, compleja, profunda y generalista, cimentada sobre una amplia base científico-tecnológica que tanto lo caracterizó, en la que primaban los conocimientos sobre los aspectos puramente utilitaristas. Su superación, que requería grandes dosis de esfuerzo y superación personal –valores casi hoy sometidos a persecución–, permitía estructurar mentes con una capacidad esencialmente desarrollada para aportar soluciones rápidas ante situaciones desconocidas y sobrevenidas. Lo que combinado con conocimientos económicos y de gestión, aportaba ese perfil de *Project Manager*, tan demandado, tanto en nuestro país –a nadie se le escapa que, todavía hoy, la Ingeniería Industrial aparece siempre en las primeras posiciones de los rankings de titulaciones universitarias demandadas por el sector privado– como internacionalmente.

El Catedrático de Ingeniería Mecánica de la ULP GC Roque Calero Pérez, Dr. Ingeniero Industrial, en su estudio “Un nuevo enfoque en los estudios de ingeniería” [43] aporta, con

claridad meridiana, otra explicación que perfectamente puede complementar a la anterior: *“la endogamia en la definición de las titulaciones académicas y en la definición de los planes de estudio refleja en muchos casos más las situaciones personales y los intereses del profesorado y las cúpulas de poder dentro de las universidades que las necesidades reales de la industria y del modelo de desarrollo de la sociedad a la que tales estudios han de servir, aun cuando todo ello se presente en un marco justificativo formal aparentemente impecable”*.

Lo que parece indudable es que las reformas universitarias, emprendidas con posterioridad a la 1964-1975, y especialmente con la degradación a la que han sido sometidas las enseñanzas de estos estudios universitarios en su adaptación al EEES, está poniendo en serio peligro el que sus egresados puedan seguir manteniendo ese perfil multidisciplinar y versátil, que los ha caracterizado, origen de su alta empleabilidad.

Los cambios derivados de la estructuración de la formación a un modelo de Grado+Master, en donde los Grados en Ingeniería de la rama industrial [*Grado en Mecánica; Grado en Electricidad; Grado en Química; Grado en Electrónica*] habilitan para al ejercicio de profesión de *Ingeniero Técnico Industrial, en el ámbito de una especialidad*, no solo han supuesto una alteración en la estructura racional de asimilación de conocimientos de un *Ingeniero Industrial*, sino que ésta ha derivado, como se evidencia en la *Declaración de la Real Academia de la Ingeniería “La Educación y la Formación de los Ingenieros”* [44], en una reducción drástica de contenidos y en el desplazamiento hacia más adelante de determinados contenidos básicos de los primeros cursos de carrera, ante la necesidad de dejar paso a asignaturas más utilitaristas, imprescindibles para un ejercicio profesional de la *Ingeniería Técnica Industrial en la especialidad* para la que habilitan.

Los hechos evidencian que dichos contenidos básicos, que desempeñaban un papel muy relevante en la formación, ante las dificultades para ser abordados, tanto para los profesores como para los alumnos una vez que éstos se han adentrado previamente en asignaturas más utilitaristas, han ido rebajándose, cuando no progresivamente desapareciendo.

Como la orientación de las asignaturas no básicas es consecuencia de los conocimientos básicos del alumno, las deficiencias en las básicas están condicionando enormemente la orientación de las restantes asignaturas en las que, cada vez, se imparten contenidos más utilitaristas ante las dificultades para su fundamentación.

No resulta difícil entender la situación que está aconteciendo en la formación del Ingeniero Industrial si hacemos la traslación a que sería lo equivalente a haber implantado *Grados en Cardiología, Dermatología, Oftalmología*, etc., para posteriormente, a través de un *Máster en Medicina*, haber pretendido aportar a los estudiantes las competencias requeridas para el ejercicio de la profesión regulada de *Médico*.

Si bien para intentar paliar la situación, a la que los responsables educativos abocaron a las ETSII, se creó el *Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales*, sin atribuciones profesionales, como vía óptima para quienes desearan adquirir las competencias del Ingeniero Industrial a través de los estudios de *Máster Ingeniero Industrial*, la autonomía universitaria, combinada con un exceso en la flexibilidad del modelo, una proliferación de Universidades -en donde toda aquella que se preciara precisaba incorporar en la oferta a su entorno local unos estudios de Ingeniería Industrial-, la competencia entre las Universidades por captar alumnos de los entornos próximos -sobre la base de ofertar los estudios de la menor duración y coste posible-, y con los mecanismos de accesos más relajados posibles, han derivado en que en el primer curso del Máster de Ingeniería Industrial confluyan perfiles de estudiantes, absolutamente dispares entre sí, motivando que, en la realidad, sea materialmente imposible que los contenidos, ya afectados por los problemas derivados de la estructuración anteriormente comentados, puedan planificarse para obtener el máximo

aprovechamiento de las capacidades de los estudiantes procedentes del *Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales*.

Por no hablar de aquellas Universidades, que las hay, que han decidido no apostar por la implantación de este Grado, nutriendo sus estudios de *Máster Ingeniero Industrial* desde Grados Especialistas; incluso sin complementos de formación alguno. Y no citar las que directamente permiten un acceso directo, sin complemento de ningún tipo, de *Ingenieros Técnicos*, con independencia, además, de su especialidad.

Paradójicamente, Itinerarios tan distintos, en duración y contenido, curiosamente acaban todo ellos por igual, posibilitando la emisión de un mismo título que habilita para el ejercicio de la profesión de *Ingeniero Industrial*, no solo con las mismas atribuciones profesionales, sino también con igualdad de derechos. Entre ellos se encuentra la obligación que la legislación impone a los Colegios Profesionales de colegiar en su seno a cualquier *Ingeniero Industrial* con título habilitante para el ejercicio de dicha profesión obtenido en cualquier Universidad Española. Lo que deriva en que curiosamente sean las organizaciones profesionales, y no las Universidades en las que los estudiantes se han formado, quienes, encima, ahora se ven obligadas a tener que asumir la responsabilidad civil subsidiaria resultante del ejercicio profesional de quienes, con independencia del itinerario seguido, han conseguido llegar a poseer un título de *Máster Ingeniero Industrial*.

La reducción drástica en contenidos, duración y calidad formativa de los actuales egresados de estudios de Grado + Máster, respecto a los licenciados, ingenieros o arquitectos preBolonia, lleva a concluir que la formación universitaria española está alcanzando niveles inadmisibles, alejándose, cada vez más, del nivel de rigor, calidad y excelencia requeridos por cualquier país con verdaderas pretensiones de promover un cambio de modelo productivo basado en la I+D+i. Aspecto al que en nada contribuye la extensión de medidas ya implementadas en Formación Profesional, demostradas como completamente ineficaces para promover capacidades de superación personal basadas en la cultura del esfuerzo, como lo es el reconocimiento de una titulación universitaria en base a años de ejercicio profesional.

En los albores del Proceso de Bolonia algunos ya advertimos que determinadas estructuras no eran compatibles con los requerimientos formativos de nuestra profesión. No faltaron entonces aquellos que tuvieron la osadía de acusar de mentalidades decimonónicas, a quienes, modestamente, con nuestro quehacer cotidiano, evidenciábamos una de las mayores implicaciones en los avances y progresos de nuestra sociedad. Ahora, lamentablemente, en todas las exploraciones diagnósticas, tanto académicas como profesionales, se aprecia el desarrollo una enfermedad, donde antes era inexistente, como así refleja la capacidad de resistencia a los virus de quienes, pese a las condiciones climatológicas tan adversas, hoy continuamos con nuestra actividad laboral sobrellevando esta epidemia de resfriados. Pero el problema radica para quienes no han crecido con hábitos tan saludables. Nos encontramos en ese momento crucial en el que todos los expertos, no solo han identificado y localizado el origen de la enfermedad, sino que hasta existe coincidencia en el tratamiento a aplicar si se desea evitar su conversión en crónica. Éste, ni presenta complejidad, ni coste adicional; lo que, si bien los ingenieros tenemos normalmente presente, en situaciones como las actuales, con mayor razón. Por el contrario, si perseveramos en no programar una actuación urgente, asistiremos al colapso de los cimientos que se sustentan el ya de por sí frágil edificio de nuestra industria española.

6. Bibliografía

- [1] España. Sección de Instrucción pública.- Real decreto aprobando el plan general de estudios para la instrucción pública del reino en la parte relativa á las enseñanzas

- secundaria y superior. Ministerio de la Gobernación. Gaceta de Madrid núm. 4029, de 25/09/1845
- [2] España. Real decreto creando escuelas industriales y señalando las diferentes clases de enseñanza. Ministerio de Comercio, Instrucción y O. Públicas. Gaceta de Madrid núm. 5900, de 08/09/1850, pp. 1 - 2.
- [3] España. Real decreto estableciendo el plan de las escuelas industriales. Ministerio de Fomento. Gaceta de Madrid núm. 871, de 22/05/1855, pp. 1.
- [4] España. Real decreto mandando se observe y cumpla el reglamento formado para la ejecución del plan de las escuelas industriales que se expresa á continuación. Ministerio de Fomento. Gaceta de Madrid núm. 877, de 28/05/1855, pp. 1-2.
- [5] España. Ley de Instrucción pública autorizada por el Gobierno para que rija desde su publicación en la Península é Islas adyacentes, lo que se cita. Ministerio de Fomento. Gaceta de Madrid núm. 1710, de 10/09/1857, pp. 1-3.
- [6] España. Ley de presupuestos para el del año económico de 1867 á 1868. Ministerio de Hacienda. Gaceta de Madrid núm. 181, de 30/06/1867, pp. 1-6.
- [7] España. La Gaceta Industrial, 1867, BETSEIB, pp 229-231
- [8] España. Real decreto estableciendo en Bilbao una Escuela de Ingenieros industriales. Ministerio de Fomento. Gaceta de Madrid núm. 6, de 06/01/1899, pp. 51-52.
- [9] España. Real decreto reformando los estudios de segunda enseñanza y las enseñanzas técnicas del Magisterio, Agricultura, Industria, Comercio, Bellas Artes y Artes industriales. Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Gaceta de Madrid núm. 231, de 19/08/1901, pp. 790-795.
- [10] España. Real decreto aprobatorio del reglamento para la Escuela Central de Ingenieros industriales. Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Gaceta de Madrid núm. 266, de 23/09/1902, pp. 1252-1258.
- [11] España. Real decreto aprobatorio del adjunto Reglamento de la Escuela Central de Ingenieros industriales de Madrid. Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes. Gaceta de Madrid núm. 223, de 11/08/1907, pp. 613-620.
- [12] España. Real decreto aprobando el Reglamento provisional para la aplicación del Estatuto de Enseñanza industrial a las Escuelas de Ingenieros Industriales. Ministerio de Trabajo, Comercio e Industria. Gaceta de Madrid núm. 292, de 19/10/1926, pp. 339-349.
- [13] España. Orden disponiendo que para el próximo curso en las Escuelas de Ingenieros Industriales rija el plan de estudios que se indican. Ministerio de Economía Nacional. Gaceta de Madrid núm. 263, de 20/09/1931, pp. 1925-1926.
- [14] España. Orden sobre reorganización y funcionamientos de las Escuelas de Ingenieros Industriales. Ministerio de Educación Nacional. Boletín Oficial del Estado núm. 133, de 12/05/1940, pp. 3262-3263.
- [15] España. Orden de 3 de junio de 1947 por la que se dispone la inclusión en el plan de estudios de la Carrera de Ingenieros Industriales de la asignatura de "Electrónica industrial, primero y segundo curso". Ministerio de Educación Nacional. Boletín Oficial del Estado núm. 199, de 18/07/1947, pp. 4033.
- [16] España. Orden de 23 de julio de 1947 por la que se concede el carácter de Centros de enseñanza independiente a las tres Escuelas de Ingenieros Industriales de Madrid, Barcelona y Bilbao. Ministerio de Educación Nacional. Boletín Oficial del Estado núm. 210, de 29/07/1947, pp. 4280.
- [17] España. Decreto de 28 de mayo de 1948 sobre reforma de estudios de la carrera de Ingeniero Industrial. Ministerio de Educación Nacional. Boletín Oficial del Estado núm. 164, de 12/06/1948, pp. 2444-2445.
- [18] España. Orden de 4 de marzo de 1950 por la que se aprueba el Reglamento de las Escuelas de Ingenieros Industriales. Ministerio de Educación Nacional. Boletín Oficial del Estado núm. 105, de 15/04/1950, pp. 1642-1650.

- [19] España. Ley de 20 de julio de 1957 sobre ordenación de las enseñanzas técnicas. Jefatura del Estado. Boletín Oficial del Estado núm. 187, de 22/07/1957, pp. 607-614.
- [20] España. Ley 2/1964, de 29 de abril, sobre reordenación de las Enseñanzas Técnicas. Jefatura del Estado. «BOE» núm. 105, de 1 de mayo de 1964, pp. 5581-5583
- [21] España. Orden de 20 de agosto de 1964 por la que se establecen las enseñanzas de los dos primeros cursos de las Escuelas Técnicas de Grado Superior, de acuerdo con la Ley de 29 de abril de 1964. Ministerio de Educación Nacional. «BOE» núm. 202, de 22 de agosto de 1964, pp. 11082-11083
- [22] España. Orden de 29 de mayo de 1965 por la que se establecen las enseñanzas de los cursos tercero, cuarto y quinto de Escuelas Técnicas Superiores, de acuerdo con la Ley 2/1964, de 29 de abril. Ministerio de Educación Nacional. «BOE» núm. 132, de 3 de junio de 1965, pp. 7989-7994
- [23] España. Decreto 209/1966, de 2 de febrero, por el que se autoriza la Agrupación de Escuelas Técnicas Superiores en Institutos Politécnicos y en Universidades. Ministerio de Educación Nacional. «BOE» núm. 29, de 3 de febrero de 1966, pp. 1286
- [24] España. Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. Jefatura del Estado. «BOE» núm. 187, de 6 de agosto de 1970, pp. 12525-12546
- [25] España. Orden por la que se amplía el número de cursos académicos de los Planes de Estudios de las Escuelas Técnicas Superiores. Ministerio de Educación y Ciencia. «BOE» núm. 183, de 1 de agosto de 1975, pp. 16336
- [26] España. Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria. Jefatura del Estado. «BOE» núm. 209, de 1 de septiembre de 1983, pp. 24034-24042
- [27] España. Real Decreto 552/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Consejo de Universidades. Ministerio de Educación y Ciencia. «BOE» núm. 101, de 27 de abril de 1985, pp. 11698-11702
- [28] España. Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen directrices generales comunes de los planes de estudio de los títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Ministerio de Educación y Ciencia. «BOE» núm. 298, de 14 de diciembre de 1987, pp. 36639-36643
- [29] España. Real Decreto 921/1992, de 17 de julio, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero Industrial y la aprobación de las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél. Ministerio de Educación y Ciencia. «BOE» núm. 206, de 27 de agosto de 1992, pp. 29816-29818
- [30] España. Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Jefatura del Estado. «BOE» núm. 307, de 24 de diciembre de 2001, pp. 49400-49425
- [31] España. Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. «BOE» núm. 224, de 18 de septiembre de 2003, pp. 34355-34356
- [32] España. Real Decreto 55/2005, de 21 de enero, por el que se establece la estructura de las enseñanzas universitarias y se regulan los estudios universitarios oficiales de Grado. Ministerio de Educación y Ciencia. «BOE» núm. 21, de 25 de enero de 2005, pp. 2842-2846
- [33] España. Real Decreto 56/2005, de 21 de enero, por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Posgrado. Ministerio de Educación y Ciencia. «BOE» núm. 21, de 25 de enero de 2005, pp. 2846-2851
- [34] España. Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Jefatura del Estado. «BOE» núm. 89, de 13 de abril de 2007, pp. 16241-16260

- [35] España. Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Ministerio de Educación y Ciencia. «BOE» núm. 260, de 30 de octubre de 2007, pp. 44037-44048
- [36] España. Resolución de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros, por el que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de Ingeniero. Ministerio de Ciencia e Innovación. «BOE» núm. 25, de 29 de enero de 2009, pp. 9885-9886
- [37] España. Orden CIN/311/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial. Ministerio de Ciencia e Innovación. «BOE» núm. 42, de 18 de febrero de 2009, pp. 17187-17191
- [38] España. Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Ministerio de Educación. «BOE» núm. 161, de 3 de julio de 2010, pp. 58454-58468
- [39] España. Resolución de 22 de noviembre de 2010, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 12 de noviembre de 2010, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Máster y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos. Ministerio de Educación. «BOE» núm. 305, de 16 de diciembre de 2010, pp. 103863-103887
- [40] España. Resolución de 14 de febrero de 2011, de la Universidad de Santiago de Compostela, por la que se publica el plan de estudios de Máster en Ingeniería Industrial. Universidades. «BOE» núm. 60, de 11 de marzo de 2011, pp. 27722-27723
- [41] España. Resolución de 13 de octubre de 2011, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 7 de octubre de 2011, por el que se establece el carácter oficial de determinados títulos de Máster y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos. Ministerio de Educación. «BOE» núm. 264, de 2 de noviembre de 2011, pp. 114636-114643
- [42] España. Resolución de 8 de mayo de 2013, de la Universidad de Cantabria, por la que se publica el plan de estudios de Máster en Ingeniería Industrial. Universidades. «BOE» núm. 122, de 22 de mayo de 2013, pp. 38835-38836
- [43] Calero, R. (2013, Febrero). Un nuevo enfoque de los estudios de ingeniería. El caso de España. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España
- [44] Real Academia de Ingeniería (2012). La educación y la formación de los ingenieros: una declaración de la Real Academia de Ingeniería. Madrid, España.