

CAPÍTULO 0

EL PAPEL DEL PROYECTO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA.

Propósito

Situar el proyecto fin de carrera dentro del proceso de formación del Ingeniero Informático.

Objetivos de aprendizaje:

Al completar este capítulo, el estudiante debe ser capaz de:

- Tener una perspectiva histórica de los estudios de Ingeniería Informática.
- Conocer las diferencias y analogías entre los distintos sistemas educativos universitarios en cuanto a la Ingeniería Informática y el papel que en ellos juega el Proyecto fin de carrera.
- Distinguir los proyectos académicos de los empresariales.

0.1 INTRODUCCIÓN

Los estudios universitarios tienen la obligación de evolucionar tanto de acuerdo con el avance científico-tecnológico, como con las demandas profesionales que se generan manteniendo los principios que justifican la existencia de la institución universitaria. Las posibles disfunciones que aquejan a los distintos sistemas educativos hunden sus raíces en lo más hondo de la historia de cada país. En el caso de Ingeniería informática, las causas son incluso más complicadas, por razón de la materia misma.

Aunque ahora sea un debate superado, durante mucho tiempo se discutió si se estaba ante una ciencia o se trataba simplemente de una técnica. El debate no era baladí, pues de él dependía en gran medida, el papel que se asignaría a las universidades y a la formación académica en la preparación de estos nuevos profesionales.

Tomando como ejemplo la situación en España, cuando la enseñanza informática se oficializó ya trabajaban en el sector decenas de miles de autodidactas, muchos de ellos sin titulación específica alguna, pero que realizaban una meritoria labor en su campo, después de años de constante esfuerzo personal. Surgió entonces el problema de las convalidaciones, que cobró una inusitada virulencia, ya que, tras el objetivo de conseguir un diploma, existían unos móviles justos y defendibles, como lo eran el salario y la carrera profesional.

0.2 UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

Según Luis Arroyo (Informática. Espasa-Calpe. 1991) los primeros en llegar a la profesión fueron los contratados para trabajar en las casas constructoras de ordenadores,

titulados superiores en su mayoría, que seguían un curso de formación intensiva de un mínimo de un año. Los encargados de impartir estas enseñanzas eran empleados o expertos procedentes de otras oficinas del fabricante en el extranjero. El papel que estas promociones de profesionales desempeñaron fue decisivo, pues sobre ellas recaía la formación de los clientes, nuevos usuarios de la informática, y la puesta en marcha de sus aplicaciones.

Ante el auge espectacular de la Informática, empezaron a proliferar los centros privados de enseñanza a los cuales acudían miles de jóvenes atraídos por un futuro que, entonces, imaginaban brillante y remunerador. Ingenieros industriales, en telecomunicaciones, físicos y matemáticos entre otros, por especialización dentro de su propia carrera, tuvieron acceso a tareas de tipo científico en las que pudieron familiarizarse con el uso del ordenador y con temas relacionados con la Informática, en consecuencia fueron los titulados que ocuparon estos primeros puestos de trabajo.

A lo largo de los años 60, el conflicto de los profesionales ya era importante y esta crisis tuvo también efectos positivos, en tanto que supuso un reforzamiento de los movimientos asociativos y una toma de conciencia sobre la profesión que los informáticos mantuvieron en épocas posteriores. En marzo de 1969 se crea un Instituto de Informática, dependiente del Ministerio de Educación y Ciencia, con sede en Madrid, y se regulan las enseñanzas de la misma.

En agosto de 1971 se publica la Orden Ministerial sobre la revalidación de títulos del Instituto de Informática para profesionales, sin embargo se trataba de una norma parcial e instrumentalista, que todavía no supuso la integración plena de la Informática en el sistema educativo español.

Después de años de aparente estancamiento, no exento de discusiones y enfrentamientos, se desarrolla la normativa que configura el marco legal para la docencia de esta profesión. La síntesis de esta normativa podría ser la siguiente:

En febrero de 1976 se publicó el Decreto sobre la estructuración de las enseñanzas dentro del actual sistema educativo. Se establece que las enseñanzas de Informática se desarrollen a través de la Educación Universitaria y de la Formación Profesional. En marzo del mismo año, se crearon las Facultades de Informática en Barcelona, Madrid y San Sebastián, y, en junio, se detalla la impartición de las enseñanzas en las Facultades de Informática.

Como ya hemos apuntado, en realidad, la enseñanza de la Informática no estaba ausente de la enseñanza universitaria, como materia o asignatura; así, por ejemplo, la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia, en su Plan de Estudios de 1975, ofertaba la especialidad de "Electricidad, Electrónica e Informática" dentro de la Licenciatura de Ciencias Físicas, adelantándose en un año a la creación de las primeras Facultades de Informática. Después de estas primeras medidas vendría el establecimiento de un título de grado medio, la Diplomatura de Informática que fueron los primeros estudios reglados en la materia que se pusieron en marcha en muchas universidades españolas.

Habría que esperar hasta el desarrollo de la Ley de Reforma Universitaria de 1983, (que en su artículo 28.1 dice: "El Gobierno, a propuesta del Consejo de Universidades,

establecerá los títulos que tengan carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, así como las directrices generales de los planes de estudio que deban cursarse para su obtención y homologación") para que los títulos de Informática pasaran de ser consideradas licenciaturas a serlo de Ingenierías y de Diplomaturas a Ingenierías Técnicas. Ello supuso el respaldo para la introducción de la figura del "Proyecto" como básico en la formación del futuro titulado. Este es un tema que vamos a tratar a continuación.

0.3 ASPECTOS DE ORGANIZACIÓN ACADÉMICA DE LOS PROYECTOS FIN DE CARRERA.

Aunque el término "Proyecto" no figura en las materias troncales de Ingeniería Informática en España (ver Apéndice), no es menos cierto que aparece la materia troncal *Sistemas informáticos*, con 15 créditos de carácter práctico, y con unos descriptores tan amplios como: *Metodología de análisis. Configuración, diseño, gestión y evaluación de sistemas informáticos. Entornos de sistemas informáticos. Tecnologías avanzadas de sistemas información, bases de datos y sistemas operativos. Proyectos de sistemas informáticos.*, por lo que no es extraño que la mayor parte de Universidades la hayan asimilado a un Proyecto Fin de Carrera, similar al existente en otras Ingeniería más tradicionales. La extensión de los descriptores de la materia y la adjudicación de créditos de carácter no teórico, indicaban esta intencionalidad del legislador.

Una análisis de los Planes de Estudio de las distintas universidades españolas y foráneas, confirma esta idea y, en consecuencia, aunque, en algunas no figure explícitamente como tal, la denominación de Proyecto Fin de Carrera, sí podemos afirmar que la Ingeniería Informática exige en España, en los países latinoamericanos, así como en los de habla no hispana, la realización de un "proyecto informático" como culminación de la formación universitaria en materia de Ingeniería Informática.

Quizás la razón de no utilizar el término "proyecto", sea evitar la confusión con el de "proyecto informático", que incluye una serie de destrezas profesionales que no son propias de un proyecto estrictamente académico y que también deben ser conocidas por un Ingeniero Informático. El objetivo del presente texto es desarrollar los elementos relacionados con el proyecto académico, sin que importe mucho que se le designe o no "Proyecto fin de carrera", por cada Universidad en particular.

Es curioso que esta misma ambigüedad formal en cuanto a la denominación del proyecto, se encuentra también en el ámbito anglosajón; así, el Computer Curricula 2001 de la ACM/IEEE, (Ref.) se refiere como componente final dentro de su modelo curricular de cuatro años de duración, con carácter cuasi-obligatorio, la inclusión del curso [CS490](#), que titula "Capstone Project", cuya traducción como Proyecto Fin de Carrera puede considerarse correcta.

Según señala este importante e influyente informe de la IEEE/ACM: "Este curso proporciona a los estudiantes la oportunidad de mejorar determinadas habilidades, que quizás no hayan sido desarrolladas del todo en el marco habitual de la enseñanza tradicional. Éste es el caso, del trabajo en equipo, la interacción con el usuario, el

desarrollo formal de especificaciones, la revisión de revistas de investigación, la construcción de prototipos y la capacidad para hacer presentaciones orales”. Como puede verse en sistemas educativos como el español, no estamos alejados de lo que viene haciéndose en otros ámbitos geográficos y culturales, tomados como referencia para los estudios de Informática.

0.3.1 Análisis comparativo de los estudios informáticos de los sistemas español y anglosajón

Los estudios universitarios de Informática están estructurados del siguiente modo:

Sistema español

- Estudios de Primer Ciclo:

Duración: 3 años

Titulación: Ingeniero Técnico de Informática de Gestión

Ingeniero Técnico de Informática de Sistemas

Proyecto Fin de Carrera: figura en los planes de estudio en la mayoría de las universidades.

- Estudios de Segundo Ciclo

Duración: 5 años

Titulación: Ingeniero Informático

Proyecto Fin de Carrera: en todas las universidades

Estudios de Doctorado: ·Tercer ciclo + Tesis.

Sistema anglosajón

- Estudios de Pregrado (“Undergraduate”)

Duración: 3 ó 4 años.

Titulación: Graduado.

Proyecto Fin de Carrera: Undergraduate Project **¿¿en todas las universidades??**

- Estudios de “Master” (“Postgraduate”)

Duración: 1 ó 2 años

Titulación: Master en alguna especialidad, propia de cada Universidad.

Proyecto: Postgraduate Project

- Estudios de Doctorado (Philodofical Doctor): Cursos avanzados + Tesis.

Desgraciadamente a nivel europeo no existe una visión común de las titulaciones universitarias, en general, ni de las de Informática en particular, por esta razón se firmo en Bolonia, en Junio de 1999, una declaración, que lleva el nombre de la

ciudad italiana, firmada por 29 países conducente a la construcción de un “Espacio Europeo de Enseñanza Superior”, con el horizonte de conseguir su aplicación en el 2010. Los seis objetivos de la declaración de Bolonia son:

- La adopción de un sistema fácilmente legible y comparable de titulaciones, mediante la implantación, entre otras cosas, de un Suplemento al Diploma.
- La adopción de un sistema basado, fundamentalmente, en dos ciclos principales, pregrado y grado. El título otorgado al terminar el primer ciclo tendrá que tener un valor específico en el mercado de trabajo Europeo. El Segundo ciclo llevará a la obtención de un Master y/o.
- El establecimiento de un sistema de créditos normalizado, como el sistema ECTS.
- La promoción de la cooperación Europea para asegurar un nivel de calidad para el desarrollo de criterios con metodologías comparables.
- La promoción de una necesaria dimensión Europea en la educación superior con particular énfasis en el desarrollo curricular.
- La promoción de la movilidad y remoción de obstáculos para el ejercicio libre de la misma por los estudiantes, profesores y personal administrativo de las universidades y otras Instituciones de enseñanza superior europea

En conclusión, y a la espera que la Declaración de Bolonia acabe estableciendo estas normas comunes para todas las universidades europeas, que permitirán la equiparación de títulos con el resto de países del mundo, hay que distinguir *tres tipos* de Proyectos Informáticos Académicos: *pregrado, postgrado y doctorado*.

0.3.2 El concepto de Master en el sistema anglosajón.

Con un cierto abuso del término, la mayor parte de este libro, que ha tomado como referencia un texto británico, se referirá al proyecto fin de carrera de la Ingeniería Informática, asumiendo que su nivel puede ser parecido, con todas las cautelas, al proyecto de Master para el caso inglés, cuyo grado son solo tres años, o al pregrado americano que suele tener 4 años.

En el sistema anglosajón, los títulos de nivel de Master en materias relacionadas con la informática se pueden clasificar (Referencia de web) en cuatro tipos: *conversión, intensificación, desarrollo profesional y dirigido a la investigación*.

- *Conversión* : se dirige a estudiantes que se han graduado en disciplinas afines, aunque distintas a la Informática, y que ahora desean centrarse en ella.

El proyecto de MSc de *conversión* normalmente permite al estudiante demostrar un conocimiento detallado de un área dentro del campo de la Informática. El proyecto a menudo abarcará el trabajo de varios de los módulos que el estudiante ha cursado durante el master, proporcionando un grado revisión del material estudiado y normalmente incluirá el desarrollo de un sistema, que tenga en

cuenta los desarrollos más recientes del área, llevando a un prototipo que sea ilustrativo de la investigación encargada, como por ejemplo, mostrando el potencial o evaluación del producto de una tecnología en particular. Se espera que los contenidos del informe demuestren la capacidad del estudiante en la práctica de solucionar problemas, incluyendo una apropiada investigación/análisis, diseño, síntesis y una valoración crítica del campo estudiado.

- *Intensificación*: es una ruta conducente a la especialización y a estar al día en una determinada área; no necesariamente supone el desarrollo de nuevas ideas o productos.

El proyecto de MSc de *intensificación* normalmente tiene como objetivo permitir que los estudiantes muestren gran conocimiento en un área concreta dentro del campo de la Informática. Igual que en el caso del proyecto de MSc de conversión, el proyecto a menudo abarcará el trabajo de varios de los módulos que los estudiantes ya han visto. Sin embargo, se espera que la profundidad de la investigación y evaluación sean mayores que en el caso de un proyecto de conversión. El informe debería por tanto demostrar una mayor profundidad en el entendimiento del contexto del campo de trabajo seleccionado y un claro conocimiento de los desarrollos recientes dentro del área. Se espera que contenga nuevos conocimientos en la forma de una evaluación de los desarrollos recientes que podrían contribuir a la solución del problema.

- *Desarrollo profesional*: va dirigido a los estudiantes que están en la empresa y que desean tener más conocimientos en las áreas en las que ya trabajan profesionalmente, pero que carecen de las cualificaciones oficiales.

El proyecto de MSc de *desarrollo profesional* normalmente tiene como objetivo permitir a los estudiantes incorporar su experiencia profesional a los conocimientos académicos cursados durante los módulos del Master. Se supone que en este campo, el participante en el master sabrá investigar sobre su tema y estará en condiciones de proporcionar una solución acertada a un problema, basada en su experiencia profesional. Se espera que el área de trabajo abarque los temas de varios de los módulos que el estudiante ha visto, y también que el estudiante pueda recurrir a sus experiencias del trabajo diario. El proyecto puede entonces estar basado en el lugar de trabajo normal, con el soporte de compañeros y empleados. Se suele esperar que la memoria adopte la forma de un prototipo de software, un análisis de las prácticas habituales actuales dentro de una empresa o industria (junto con recomendaciones de cambios), una especificación, etc.

- *Basados en la investigación*: son para aquellos que desean especializarse en un área concreta, para el que un entorno informático es un prerrequisito esencial; pensemos, por ejemplo, en lo que ocurre en la actualidad con la Bioinformática

El proyecto de MSc de *investigación* suele tener como objetivo que los estudiantes obtengan experiencia en dirigir un proyecto de investigación

significativo, en un área asociada a su nueva especialidad y documentar la investigación a través de un informe. Se espera que la memoria establezca el contexto de investigación, proporcione un análisis crítico del trabajo actual y demuestre un entendimiento profundo de temas de investigación específicos que están asociados al área del proyecto. Es esencial que el criterio de la evaluación se establezca antes del comienzo del proyecto. Es menos probable que el trabajo del proyecto dé como resultado un producto software.

0.3.3 Aportaciones de un Proyecto académico.

Después de todo lo dicho, debe quedar claro, que dejando aparte el proyecto de Tesis Doctoral, no se espera que en un proyecto académico se haga una contribución importante al mundo del conocimiento, aunque sí que se trabaje con los últimos conocimientos y con las herramientas más modernas y aceptadas, de forma que se garantice que la incorporación al mundo profesional del estudiante, se haga con unos conocimientos actualizados y con habilidades basadas en una formación sólida.

Podemos concluir este apartado indicando las novedades que se espera que incluya cada tipo de proyecto. La figura 4.3 trata de enfocar el contexto (me traigo este tema aquí) de lo que sería un proyecto de pregrado británico o de una Ingeniería Técnica, como se observa en él se combinan mas de un campo de trabajo, que se suponen que ya son conocidos. No interesa tanto el conocimiento original que se aporte, como la capacidad del estudiante de enlazar correctamente los distintos aspectos, mostrando un buen dominio de cada uno de ellos. Sólo se exige que el proyecto quede bien enmarcado en un contexto más bien amplio y que en él aparezcan apreciaciones personales y desarrollos correctos en el área elegida. Normalmente los examinadores de los proyectos de estos candidatos, se interesan por las ideas propias de cada estudiante, sus interpretaciones de lo que ha realizado y por la claridad de conceptos manejados en su trabajo.

Por su parte la figura 4.3, trata de esquematizar la perspectiva de un proyecto de segundo ciclo o de Master. Aquí no solo se espera que se enlacen los conocimientos y habilidades de un mayor número de campos de conocimiento, sino que se intente contribuir al conocimiento general, llenando un hueco que pueda existir y que el estudiante ha identificado. A lo largo del texto trataremos de concretar estos contenidos, que en cualquier caso serán, en buena parte, decisión, tanto de la universidad como del tutor. .

0.4 PROYECTO ACADÉMICO Y PROYECTO EMPRESARIAL

La Informática es como toda Ingeniería una titulación, con una fuerte orientación profesional ligada muchas veces a la actividad industrial. Como ya hemos señalado el “proyecto informático profesional” no coincide plenamente, ni se pretende, con el “proyecto académico”. El proyecto informático ligado a una empresa tiene unas componentes que ya se estudian a lo largo de la carrera y que precisa de habilidades y conocimientos que no coinciden con su homónimo académico y viceversa, aunque no es casual que en ambos casos aparezca el término “proyecto”. La razón de ser de este texto es precisamente insistir en las peculiaridades del proyecto académico. Existen otros textos en los se desarrollado el otro concepto de Proyecto (REFERENCIAS).

Como se insistirá en el próximo capítulo en el Proyecto Fin de Carrera se espera que el estudiante vea las cosas de una forma mucho más crítica y profunda que si estuviera realizando un proyecto no académico. A modo de ejemplo, considérese un proyecto estrictamente empresarial, en que el jefe de producción puede pedir el desarrollo de un programa de software para resolver un determinado problema o para mejorar la productividad en un área concreta. Puede que el ahora estudiante y futuro profesional, escriba un programa que funcione sin problemas y que lo instale en un plazo de pocos meses, dejando satisfecho a todo el mundo. Sin embargo, aunque el programa se adapte perfectamente a las necesidades de la empresa, académicamente el proyecto sería deficiente, por paradójico que pueda parecer.

¿Cuál es la razón? La principal es el propio sentido de esta nueva asignatura a la que se enfrenta el estudiante. Los proyectos académicos deben demostrar una comprensión profunda de lo que se está haciendo, cosa que a veces no es imprescindible para la totalidad de un equipo de desarrollo industrial, y requieren, además, alguna forma de justificación y de ubicación en el entorno del conocimiento relacionado con la Informática, en la cual se quiere investigar o hacer alguna aportación original. En el Proyecto Fin de Carrera, no solo se espera que el estudiante haga lo que se le ha dicho que haga, sino que, además, se aspira a que desarrolle sus propios pensamientos, argumentos, ideas y conceptos. Téngase en cuenta que limitarse a hacer sólo, aunque disciplinadamente, lo que se nos ordena no conduce a descubrimientos intelectuales y a contribuciones al mundo del pensamiento. Esto puede importar menos en un proyecto empresarial, donde existen otros objetivos a cubrir, mas allá de los estrictamente intelectuales.

Aunque el futuro profesional del Ingeniero en Informática pase por trabajar en una empresa como miembro de un grupo y de una estructura mas compleja, con responsabilidades mas repartidas, tenga el estudiante, la seguridad que la ejecución de un buen proyecto fin de carrera, es un ejercicio formativo importante, que le ayudara a ejercer su profesión futura, con mayor solvencia.

Empecemos señalando la amplia gama de proyectos académicos que existen y que incluso conducen a variados modelos de trabajo. En un extremo, estarían aquellos proyectos, que por semejanza con la actividad profesional, se plantean y llevan a cabo en equipo, como sería el caso de un proyecto en ingeniería del software para un sistema de información, realizado por un grupo de estudiantes que diseñarían una solución y, trabajando en equipo, la llevarían a la práctica conjuntamente, aunque luego presentarían independientemente su trabajo individual.

En el otro extremo, estarían los proyectos más alejados del sector privado, queo tienen una componente mayor de investigación individual, con mayor énfasis en la originalidad, la revisión de la bibliografía científica e incluso la posibilidad de llegar a hacer algún tipo de publicación mas formal.

Entre estos dos extremos se sitúan la totalidad de Proyectos Fin de Carrera en Ingeniería Informática.

Es importante señalar que en el informe del Computer Curricula 2001 se considera básico que los estudiantes de Ingeniería Informática acaben sus estudios con una cierta experiencia de trabajo en equipo como parte de su formación como futuros

profesionales. Esta experiencia puede adquirirse durante el Proyecto Fin de Carrera, o puede haberse ya adquirido en otros cursos de la carrera. Esta capacidad de trabajar en equipo, que es difícil de conseguir en proyectos no muy extensos como son los que nos ocupan, no tiene por qué darse necesariamente sólo entre informáticos, sino también debemos considerar la posibilidad de conseguirla en trabajos interdisciplinarios, como sería el caso de una colaboración con biólogos para abordar proyectos relacionados con la Bioinformática. Es importante, por tanto, que todo futuro Ingeniero Informático, que sólo excepcionalmente trabajará de forma aislada, conozca la dinámica propia de una participación efectiva en el seno de un equipo de trabajo, con sus problemas asociados.