

Metodología para el diseño de un plan de estudios basada en competencias previas y aportadas

M^a Ángeles D. Fondón, Miguel R. Albizu, Juan R. Pérez, Aquilino J. Fuente, M^a del Carmen S. Torrente, M. Asunción Lubiano, Covadonga Nieto, Javier de Andrés, Cándida Luengo, Daniel F. Lanvín, José E. Labra

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica en Informática de Oviedo
Universidad de Oviedo
c/ Calvo Sotelo, s/n. 33007 Oviedo
{fondon , albizu}@uniovi.es

Resumen

La incorporación al EEES con la definición de títulos de grado y máster implica el inminente diseño de planes de estudios para todas las titulaciones. El proceso de diseño de un plan de estudios resulta sumamente complejo, por lo que parece muy conveniente la definición de una metodología de trabajo que estructure los pasos a seguir en el proceso de elaboración y que asegure un resultado de calidad.

De la experiencia en el desarrollo de un plan de estudios de máster así como en el análisis de las dependencias entre asignaturas de la titulación actual, se ha podido establecer una estrategia para el diseño de planes de estudios basada en el desarrollo de competencias que tenga en cuenta, además, las dependencias entre competencias, y asegure la coherencia del plan de estudios resultante.

En este artículo se describe en detalle dicha metodología.

1. Introducción

El proceso iniciado en 1999 con la declaración de Bolonia [10] ha ido quemando etapas en nuestro país durante todos estos años. Prácticamente sólo quedan un par de pasos que dar, con los que se culminará todo el proceso: la definición de los títulos que cada universidad impartirá y la elaboración de los planes de estudios correspondientes.

Todos aquellos que se han enfrentado a la elaboración de un plan de estudios conocen las dificultades que ello comporta, derivadas muchas veces de la falta de una metodología que guíe el proceso.

Recientemente se han publicado varios trabajos [4][5][9][12] donde se intenta cubrir esta carencia, describiendo un método o guía que puede dirigir el proceso.

En casi todos los casos estos métodos se basan, una vez determinadas las competencias que debe proporcionar la titulación a los alumnos, en repartirlas entre distintas asignaturas y éstas en los distintos cursos de los que consta la titulación, asegurándose de que todas las competencias quedan cubiertas por una o más asignaturas.

Sin embargo, este reparto y la estructuración por asignaturas y cursos están envueltos en un cierto halo de misterio, dado que en este punto, fundamental en la elaboración del plan de estudios, no suele haber un criterio bien definido para llevarlo a cabo, sino que se deja a opinión y experiencia de los expertos en cada área.

Otro aspecto fundamental que no se suele contemplar es plasmar claramente qué competencias previas debe tener el alumno que curse una asignatura. Una vez más, se deja a la experiencia de los profesores encargados de impartirlas el indicar, una vez realizado y puesto en marcha el plan de estudios, qué conocimientos previos debe tener el alumno para poder cursar con ciertas garantías cada asignatura.

Teniendo en cuenta estas carencias, se presenta una nueva metodología, basada en las actuales, pero teniendo como eje del proceso de diseño no sólo las competencias que debe aportar cada asignatura, si no también las competencias previas en las que apoyar el desarrollo posterior de la misma.

Esta metodología constituye una revisión de la diseñada y utilizada para la realización del plan de estudios del máster oficial de Ingeniería Web de la

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica en Informática de Oviedo. A esta experiencia se une el trabajo de revisión y elaboración del mapa de la titulación del plan de estudios actual de Ingeniero Técnico en Informática llevado a cabo por la Comisión de Calidad de la misma Escuela.

2. Cuestiones previas

La metodología que más adelante se propone está orientada a la realización de planes de estudios nuevos y de calidad.

Para hacer esto posible, es fundamental tener presente las posibles amenazas a la calidad que pueden enturbiar el proceso. También hay que tener claro, por otro lado, los requisitos que debe cumplir el nuevo plan.

2.1. Amenazas a la calidad del plan de estudios

A la hora de afrontar la elaboración de un plan de estudios siempre están presentes una serie de peligros que pueden condicionarlo [4]:

- Utilización de criterios no académicos. Es muy frecuente que cuestiones políticas o de luchas de poder condicionen el diseño de un plan de estudios.
- Revisión del plan de estudios existente. Es habitual, en ocasiones como consecuencia de lo anterior, que cuando se afronta el diseño de un plan de estudios nuevo lo que se haga en realidad sea reformar lo mínimo posible (lo justo para encajarlo en el nuevo marco legal) el plan existente.

La metodología que aquí se propone puede ayudar a evitar este tipo de peligros, al llevar a cabo un desarrollo desde cero y siguiendo criterios exclusivamente académicos.

2.2. Requisitos de diseño

Una cuestión que debe quedar claramente establecida antes de empezar a confeccionar el nuevo plan, son las características que van a condicionar el desarrollo del mismo.

De estos requisitos podemos señalar los siguientes:

- Integración del ámbito académico con el profesional. Se debe elaborar un plan de estudios que permita la formación de profesionales con los perfiles demandados y con las competencias requeridas, según la sociedad del momento.

- Diseño de la titulación basado en competencias. Dentro del EEES se incide en el diseño de las asignaturas de modo que los objetivos de aprendizaje de las mismas se describan en términos de competencias.
- Inclusión de competencias técnicas y competencias transversales. El modelo formativo propuesto en el EEES incide en la inclusión en los programas formativos y de *manera explícita* del desarrollo de competencias transversales o genéricas, es decir, competencias necesarias para el buen ejercicio de la profesión, además de las competencias técnicas correspondientes.

3. Metodología de diseño

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, el proceso de creación de un plan de estudios puede estructurarse en diez pasos:

1. Establecer el perfil o perfiles profesionales que se proponen para la titulación.
2. Definir la lista de competencias profesionales (de Nivel 1) a desarrollar dentro de cada perfil.
3. Definir un segundo nivel de competencias (de Nivel 2) asociadas a las de nivel 1.
4. Agrupar las competencias entorno a materias dentro de las cuales se estructurarán asignaturas.
5. Definir asignaturas dentro de cada materia, asignando a cada una un subconjunto de competencias.
6. Desarrollar las competencias previas dentro de cada asignatura.
7. Añadir las nuevas competencias que surgen en el proceso de definición de competencias previas para incluirlas en la lista general de competencias.
8. Asignar las nuevas competencias a asignaturas existentes o crear nuevas asignaturas si se considera oportuno.
9. Ir al punto 6 hasta que todas las competencias sean aportadas por alguna asignatura o bien sean competencias previas al ingreso en la titulación.
10. Establecer el Mapa de Dependencias y analizar las relaciones jerárquicas entre asignaturas, asignando créditos y organizando temporalmente las asignaturas de la titulación.

En los siguientes apartados se detallan cada uno de estos pasos.

3.1. Establecimiento de perfiles profesionales

El primer paso para realizar el plan de estudios de cualquier titulación es determinar con exactitud los perfiles profesionales que se desea tenga el alumno cuando termine la carrera.

Para ello, se dispone de abundante documentación de obligada consulta, como el libro blanco de la Ingeniería Informática [1], el currículo de ACM [6], el informe Career Space [2] o la ficha técnica de propuesta del título de universitario de grado en Ingeniería Informática [3].

Así por ejemplo, el currículo de ACM establece 5 perfiles: Informática, Sistemas de Información, Ingeniería del Software, Ingeniería de Computadores y Tecnología de la Información.

Por su parte, en el Libro Blanco de la Ingeniería Informática se establecen únicamente tres perfiles: perfil de Desarrollo Software, perfil de Sistemas y perfil de Gestión y Explotación de Tecnologías de la Información.

Por lo tanto, deberá establecerse claramente cuál o cuáles perfiles se desea que tenga la titulación a definir.

3.2. Definición de competencias profesionales

Una vez establecidos los perfiles profesionales de la titulación habrá que detallar las competencias profesionales (que denominaremos *competencias de nivel 1*) que los caracterizan.

Habitualmente los documentos antes descritos ofrecen, aunque sea de manera somera, las competencias técnicas que cada perfil debe tener, si bien en ocasiones algunos grupos de trabajo [7] realizan estudios más detallados al respecto.

Estas competencias profesionales serán la base para la construcción del plan de estudios, con lo que deben ser estudiadas con detalle para comprobar que son exactamente las que los perfiles precisan.

A nivel nacional se han desarrollado documentos que identifican la lista de competencias que deben adquirirse para la obtención del grado o máster. En algunas titulaciones esto ya está completamente resuelto, en otras se trata de un borrador [3].

Es conveniente recordar que las competencias se organizan en dos grupos, las específicas o técnicas, que tienen que ver directamente con el

tema de la profesión y las genéricas o transversales, que constituyen destrezas adicionales. Habilidades como trabajo en grupo, organización y planificación del trabajo, liderazgo o aprendizaje autónomo, juegan un papel importante en el ejercicio de la profesión.

El proyecto Tuning [11] clasifica y describe con detalle este tipo de competencias, las cuales deberán ser seleccionadas e incluidas en el currículum del programa formativo a desarrollar.

3.3. Definir el segundo nivel de competencias

Las competencias de nivel 1 (o profesionales) suelen ser, en general, excesivamente genéricas para poder ser asignadas a materias o asignaturas.

Es por tanto preciso crear un segundo nivel de competencias que desglosen y detallen las competencias profesionales.

Así, cada competencia de nivel 1 podrá ser desglosada en un conjunto de competencias de nivel 2, de tal manera que con la suma de esas competencias se obtenga la competencia original. Además, ha de cumplirse que las competencias de nivel 2 asociadas a una de nivel 1 no se solapen. Dicho en términos matemáticos, las competencias de nivel 2 asociadas a una competencia de nivel 1 será una partición sobre la misma.

Así por ejemplo, en [7] se describe la competencia de nivel 1 "*Dirigir los grupos de desarrollo*" y se desglosa en varias competencias de nivel 2:

- *Controlar y gestionar el desarrollo de un proyecto informático.*
- *Garantizar que los procesos se realizan de acuerdo con los objetivos establecidos en el diseño.*
- *Controlar y hacer el seguimiento de plazos, indicadores económicos y de calidad.*
- *Asesorar a los programadores en los problemas que se les plantean.*
- *Revisar los planes, problemas y estado del proceso.*
- *Gestionar los recursos (humanos, financieros, técnicos, etc.)*

3.4. Agrupación de competencias entorno a materias

Una vez seleccionada la lista de competencias a adquirir, el siguiente paso sería asignar cada una a las materias en las que se ha de organizar la titula-

ción. Todas las titulaciones suelen tener algún documento de referencia. En Ingeniería informática, por ejemplo, [3] define como materias las siguientes: Fundamentos matemáticos de la Informática, Fundamentos físicos de la Informática, Gestión de las Organizaciones, Programación, Ingeniería del Software, Sistemas de Información y Sistemas Inteligentes, Ingeniería de Computadores, Sistemas Operativos, Sistemas Distribuidos y Redes y, por último, Aspectos Profesionales de la Informática.

Las competencias transversales se pueden manejar en un grupo aparte, puesto que no se identifican con ninguna materia en concreto, de ahí su transversalidad. Posteriormente se asignarán a varias asignaturas, en las que se llevará a cabo su desarrollo.

3.5. Definición de asignaturas

A partir de la agrupación de competencias por materias, un equipo de expertos en cada una deberá organizarlas en grupos homogéneos que den lugar a asignaturas. Es muy posible que la misma competencia aparezca asignada a más de una asignatura, puesto que puede ser abordada desde perspectivas diferentes o desde grados de adquisición distintos.

Así por ejemplo, en el diseño del máster de Ingeniería Web [4], en la adquisición de la competencia “*Integrar Aplicaciones en Internet*” se verán implicadas las asignaturas:

- Arquitecturas y diseño de sitios Web
- Servicios Web
- Usabilidad, accesibilidad y adaptabilidad de sitios Web
- Aspectos éticos y legales de la Web
- Modelos de negocio y Comercio electrónico en la Web
- Gestores de contenidos Web
- Sistemas de Seguridad en la Web
- Desarrollo e Integración de Aplicaciones
- Internet
- Desarrollo de software para dispositivos móviles (PDA's, Teléfonos)
- Administración de Sistemas de Persistencia de Objetos
- Proyecto Fin de Máster

Es importante aquí decidir también sobre las competencias transversales. Normalmente una misma competencia va a ser desarrollada por

varias asignaturas. Aquí los expertos en cada materia pueden identificar cuáles son las competencias que mejor se adaptan para ser tratadas.

A partir de aquí ya disponemos de una primera versión del diseño, en la que ya tenemos asignaturas y competencias asociadas. Sin embargo, es preciso asegurarse de que están contempladas todas las competencias. Para ello, pasaremos a la siguiente etapa del diseño.

3.6. Desarrollo de competencias previas

Organizados en equipos docentes, se hará una revisión de cada asignatura, analizando cuáles son las competencias previas precisas para llevar a cabo un aprendizaje óptimo dentro de la misma. Es importante este aseguramiento, puesto que el aprendizaje se construye sobre la base del conocimiento existente.

En ciertas asignaturas las competencias previas formarán parte del aprendizaje en una etapa anterior al ingreso en la titulación. Su descripción es importante como información para los potenciales alumnos de nuevo ingreso.

3.7. Adición de las nuevas competencias

Con la incorporación de las competencias previas en las asignaturas, algunas de ellas estarán ya recogidas en la “lista de competencias”, puesto que son aportadas por otras asignaturas. Sin embargo, aparecerán competencias nuevas producto de dos situaciones diferentes:

- Competencias que ya existían en la lista pero están formuladas de diferente manera (competencias equivalentes). En este caso, bastará reformular una de ellas para eliminar la ambigüedad.
- Competencias que surgen y no habían sido inicialmente consideradas, bien porque habían sido olvidadas en la lista inicial o bien porque son detalle de competencias de nivel 2.

Por ejemplo, en una asignatura puede necesitar una competencia previa de *Calcular valores estadísticos básicos: media, varianza, etc.* Sin embargo, la asignatura de Estadística provee la competencia de *Sintetizar y analizar descriptivamente conjuntos de datos.*

Si la competencia surgida no había sido contemplada en la relación inicial, simplemente se incluye en ella. Si se trata del segundo caso, se sustituye por la competencia de nivel 2 en la que

está incluida, para homogeneizar la granularidad de las mismas.

3.8. Asignación de las nuevas competencias

Las competencias que han surgido en el paso anterior deberán ahora ser asignadas como aportadas por alguna asignatura, ya que fueron añadidas porque habían sido definidas como previas de otra.

Es posible que esto simplemente implique la asignación a una asignatura ya existente, donde resulte más lógico su desarrollo.

Sin embargo también puede ocurrir que en esta fase el equipo de trabajo se percate de que faltaba alguna asignatura por definir, y se incluya una nueva asignatura a la que se asigne alguna de estas nuevas competencias que han aparecido.

3.9. Revisión del plan

Con la fase anterior se han podido crear nuevas asignaturas. Esto implica por tanto que hay que volver al paso 6, para analizar sus competencias previas.

Otra vez podrán aparecer nuevas competencias, por lo que se iterará entre los puntos 6 y 8 hasta que todas las competencias sean aportadas por alguna asignatura o bien sean competencias previas al ingreso en la titulación.

3.10. Creación y análisis del Mapa de dependencias

Llegados a este punto, y con la ayuda de una herramienta informática [8], será sumamente útil transformar la información generada correspondiente a competencias previas, asignaturas y competencias aportadas, en un grafo de relaciones que permita visualizar organizadamente todas las relaciones existentes.

La generación del Mapa permitirá localizar posibles errores respecto a lagunas (competencias previas no aportadas por ninguna asignatura) o solapamientos que hubieran pasado inadvertidos.

Por otra parte, con el Mapa se visualizan las asignaturas relacionadas entre sí, estableciendo los niveles de precedencia de las mismas. Por ejemplo Tecnología de la Programación se relaciona con Introducción a la Programación, que está antes en la jerarquía del grafo, puesto que aporta competencias consideradas previas en la primera.

A partir de esta jerarquización se establece de manera natural el orden temporal de impartición

en cuatrimestres o cursos, asegurando una correcta localización puesto que viene determinada por el grafo.

Otro aspecto del diseño que se establece a partir del Mapa es el número de créditos. La cantidad y grado de desarrollo de las competencias aportadas por cada asignatura contribuirá a determinar el número de créditos que deban ser asignados a la misma. El Mapa indica a través de las relaciones entre los nodos el número de competencias a aportar. Sin duda, a esto habrá que añadir la opinión del experto que conoce la dificultad de adquisición de dichas competencias.

Es por tanto en esta fase, y con la ayuda del Mapa de Dependencias, cuando se decide la distribución de créditos y temporalización de las asignaturas del plan.

4. Conclusiones

Se ha planteado una metodología de diseño de planes de estudios que se basa en la consideración de dos tipos de competencias en cada asignatura: competencias previas y competencias aportadas.

Partiendo de los perfiles profesionales elegidos para la titulación, y siguiendo un proceso de 10 etapas se obtiene un plan de estudios que cumple con criterios de calidad tales como coherencia, completitud o coordinación.

Entre los elementos más destacados del proceso está la elaboración del Mapa de Dependencias entre asignaturas y competencias. Se trata de una herramienta que permite detectar los posibles errores de diseño cometidos, posibilitando su corrección. La falta de errores constituye una evidencia de que el diseño es coherente, que todas las asignaturas tienen su razón de ser y que soportan el desarrollo de las competencias precisas, aportando la base para el aprendizaje de otras asignaturas o competencias del perfil al que va dirigido.

La existencia del Mapa de Dependencias, así como el propio proceso de realización del plan utilizando la metodología propuesta, constituyen evidencias que ayudan a certificar la calidad del plan de estudios en los procesos de acreditación y certificación de la titulación.

Referencias

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). *Libro blanco del título de grado en Informática* http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_informatica.pdf
- [2] *Career Space. Espacio de profesiones TIC.* <http://www.career-space.com>
- [3] Consejo de Coordinación Universitaria. *Ficha técnica de propuesta de título universitario de grado en Ingeniería Informática.*
- [4] M. Ángeles D. Fondón, Miguel R. Albizu, J. R. Pérez Pérez y Aquilino A. Juan Fuente. *Cómo afrontar el diseño de nuevas titulaciones dentro del marco del EEES: Estrategia de desarrollo.* En Actas de las XII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2006, pag. 427-434, Bilbao (Vizcaya), Julio 2006.
- [5] Jordi García, Fermín Sánchez y Ricard Gavaldá. *Cómo diseñar un grado en Informática.* En Actas de las XII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2006, pag. 443-450, Bilbao (Vizcaya), Julio 2006.
- [6] *IEEE/ACM Computing Curricula.* <http://www.computer.org/education/cc2001>
- [7] Aquilino A. Juan, Javier de Andrés, M. Ángeles D. Fondón et al. *Definición de Competencias Específicas y Genéricas del Ingeniero en Informática.* En Docencia Universitaria: Proyectos de Innovación Docente. Documentos ICE. Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. Septiembre 2006
- [8] Miguel R. Albizu, M^a Ángeles D. Fondón, Juan R. Pérez et al. *El Mapa de Dependencias como herramienta de validación de la calidad de un plan de estudios.* . En Actas de las XIV Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2008, Granada, Julio 2008.
- [9] Fermín Sánchez, Jordi García, Ricard Gavaldá, M. Ángeles D. Fondón, Miguel R. Albizu, J. R. Pérez Pérez y Aquilino A. Juan Fuente. *Estrategias de diseño para las titulaciones de Informática del EEES.* Revista Novática, nº187, pag. 45-48. Mayo-Junio 2007.
- [10] Unión Europea. *El Espacio Europeo de Educación Superior. Declaración conjunta de los ministros europeos de educación.* Junio 1999
- [11] Universidad de Deusto y Universidad de Groningen. *Tuning Educational Structures in Europe.* Informe Final. Bilbao. 2000.
- [12] Ferrán Virgós Bel y Edmundo Tovar. *Elementos a considerar en el diseño curricular del nuevo Grado en informática.* En Actas de las XI Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2005, pag. 155-162, Villaviciosa de Odón (Madrid), Julio 2005.