



Agència
per a la Qualitat
del Sistema Universitari
de Catalunya



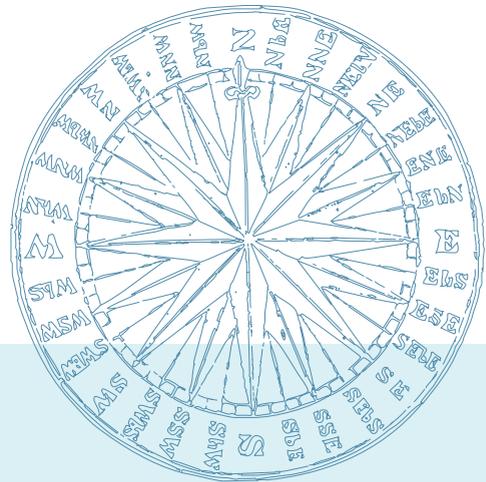
GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN EL **ÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



La calidad, garantía de mejora.



Agència
per a la Qualitat
del Sistema Universitari
de Catalunya



GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN EL **ÁREA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

Guía para la evaluación de competencias en el área de ingeniería y arquitectura

Bibliografía

I. Golobardes, Elisabet, ed.

II. Madrazo, Leandro, ed.

III. Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya

1. Enginyeria – Ensenyament universitari – Avaluació

2. Arquitectura – Ensenyament universitari – Avaluació

3. Competències professionals – Avaluació

378:62+72

© **Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya**

Via Laietana, 28, 5^a planta

08003 Barcelona

© Autores del ámbito de Ingeniería: **Elisabet Golobardes Ribé** (investigadora principal y coordinadora, ETSEEI La Salle, Universitat Ramon Llull); **Laia Cugota Florejachs** (ETSEEI La Salle, Universitat Ramon Llull); **Joan Camps Dausà** (EUETT La Salle, Universitat Ramon Llull); **Álvaro Garcia Piquer** (EUETT La Salle, Universitat Ramon Llull); **Albert Fornells Herrera** (ETSEEI La Salle, Universitat Ramon Llull); **José Antonio Montero Morales** (EUETT La Salle, Universitat Ramon Llull); **David Badia Folguera** (EUETT La Salle, Universitat Ramon Llull) y **August Climent Ferrer** (ETSEEI La Salle, Universitat Ramon Llull).

© Autores del ámbito de Arquitectura: **Leandro Madrazo Agudin** (coordinador, ETSA La Salle, Universitat Ramon Llull) y **Albert Vallverdú i Berges** (ETSA La Salle, Universitat Ramon Llull).

Coordinación de la colección: Sebastián Rodríguez Espinar y Anna Prades Nebot

Producción editorial: Àgata Segura Castellà

Diseño y maquetación: Josep Turon i Triola

Primera edición: junio 2009

Depósito legal: B-27.204-2009

Se permite la reproducción total o parcial del documento siempre que se cite el título de la publicación, el nombre de los autores y la Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya como editora.

Disponible en versión electrónica:

<www.aqu.cat>

SUMARIO

Presentación	5
Introducción	7
Un pequeño prólogo lleno de agradecimientos...	9
1. Competencias: concepto, clasificación y evaluación	11
1.1. Introducción	11
1.2. Aclarando conceptos	13
1.3. Posibles clasificaciones de las competencias	16
1.4. Aprendizaje y evaluación	17
1.5. Consideraciones finales	25
1.6. Definiciones del término <i>competencias</i>	26
2. Competencias en el ámbito de Ingeniería y Arquitectura	29
2.1. Introducción	29
2.2. Identificación de competencias	30
2.3. Estudios con respecto a competencias en general	32
2.4. Estudios con respecto a competencias en Ingeniería	36
2.5. Estudios con respecto a competencias en Arquitectura	44
3. Diseño de una titulación con competencias. Protocolo	55
3.1. Introducción	55
3.2. Pasos a seguir en el diseño de una titulación con competencias	56
4. Procedimientos de evaluación de competencias de un bloque formativo. Ejemplos	81
4.1. Introducción	81
4.2. Conceptos: ámbitos y herramientas de evaluación	82
4.3. Ingeniería. Ejemplos de aplicación de evaluación de competencias en asignaturas	84
4.4. Arquitectura. Ejemplos de aplicación de evaluación de competencias en asignaturas	121
Bibliografía	143

PRESENTACIÓN

Desde los inicios del proceso de convergencia europea, ha sido un objetivo de AQU Catalunya (Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya) poner a disposición de las universidades catalanas herramientas que ayuden a este proceso, como el plan piloto de adaptación de las titulaciones al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), o el documento *Herramientas para la adaptación de las titulaciones al EEES*. En esta línea, el año 2007 la agencia abrió una convocatoria para la concesión de ayudas para la elaboración de guías de evaluación de competencias en el marco de los procesos de acreditación de titulaciones universitarias oficiales en Catalunya (Resolución IUE/3013/2007, de 8 de octubre).

Esta iniciativa se sustenta en una doble motivación. Por un lado, todos los títulos adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior tienen que disponer de un perfil de formación en competencias, es decir, han formulado qué se espera de los graduados en términos de competencias específicas y transversales. Por otro lado, los estándares europeos de garantía de calidad (ENQA, 2005) establecen que los estudiantes tendrían que estar claramente informados sobre los métodos de valoración a los que estarán sujetos, sobre qué se espera de ellos y sobre qué criterios se aplicarán para valorar su rendimiento. Todo esto implica que el reto que ahora tiene el profesorado de nuestras universidades consista en encontrar cómo desarrollar y cómo evaluar de forma coherente estas competencias asumidas al perfil de formación.

Por otra parte, en un contexto de mayor autonomía en el diseño de los títulos, así como en los procesos para desarrollarlos, la atención a la rendición de cuentas, tanto en nuestro ámbito como a escala internacional, se centra en la certificación de las consecuciones. Así, es de esperar que los futuros procesos de acreditación estén cada vez más enfocados a verificar la consecución del perfil de formación. Y la evaluación de los aprendizajes es el momento en el que se constata esa consecución de los estudiantes.

Estas guías han sido elaboradas con el objetivo de que el profesorado disponga de unos recursos de referencias y de ejemplificaciones que le permitan poder diseñar, en coherencia con el perfil de formación de una titulación y los objetivos de las materias, las estrategias de evaluación de los aprendizajes de los estudiantes. Así pues:

- Hay propuestas diferentes según los ámbitos disciplinarios, partiendo de la hipótesis de que una guía general de evaluación de competencias no es tan útil como una guía elaborada desde el propio campo disciplinario del profesorado que lo tiene que aplicar.
- Las propuestas han sido elaboradas por profesorado de nuestro contexto universitario, por lo tanto son guías «realistas», no adaptaciones automáticas de buenas prácticas de contextos universitarios distantes al nuestro.
- Las guías proporcionan un marco de referencia de buenas prácticas que permiten escoger y diseñar pruebas evaluativas coherentes con los resultados de aprendizaje pretendidos, y una mayor transparencia sobre los métodos y criterios de valoración

Esperamos que el esfuerzo que han realizado los grupos de profesores y profesoras, a los que queremos expresar nuestro agradecimiento, les resulte útil y provechoso.

Las guías editadas por AQU Catalunya son las siguientes:

- *Guía para la evaluación de competencias en el área de Humanidades*, coordinada por Gemma Puigvert de la UAB;
- *Guía para la evaluación de competencias en el área de Ciencias Sociales*, coordinada por Joaquín Gairín de la UAB;
- *Guía para la evaluación de competencias en Educación Social*, coordinada por Judit Fullana de la UdG;
- *Guía para la evaluación de competencias en el trabajo de fin de grado en el ámbito de las Ciencias Sociales y Jurídicas*, coordinada por Joan Mateo de la UB;
- *Guía para la evaluación de competencias en el prácticum de Maestro/a*, coordinada por Montserrat Calbó de la UdG;
- *Guía para la evaluación de competencias en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, coordinada por Enric Sebastiani de la URL.
- *Guía para la evaluación de la competencia científica en Ciencias, Matemáticas y Tecnología*, coordinada por Mercè Izquierdo de la UAB;
- *Guía para la evaluación de competencias en los laboratorios en el ámbito de Ciencias y Tecnología*, coordinada por Maria Rosario Martínez de la UPC;
- *Guía para la evaluación de competencias en Medicina*, coordinada por Josep Carreras de la UB;
- *Guía para la evaluación de competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura*, coordinada por Elisabet Golobardes de la URL;
- *Guía para la evaluación de competencias en los trabajos de fin de grado y de máster en las Ingenierías*, coordinada por Elena Valderrama de la UAB;

Javier Bará Temes
Director de AQU Catalunya

INTRODUCCIÓN

Después de siglos de transmisión de conocimientos, la universidad europea está en un punto de replanteamiento y mejora de todo el sistema de la educación superior. Hasta hace poco, en muchos centros todavía se impartía una educación universitaria siguiendo los métodos provenientes de décadas pasadas. Con el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, algunos países han optado por seguir una política continuista y otros han aprovechado para llevar a cabo una reflexión profunda sobre su sistema educativo universitario.

Si el sistema de educación superior en el pasado se centraba en la impartición de los conocimientos que, desde el punto de vista exclusivamente académico, debía llevarse a cabo, la nueva propuesta se descentra del conocimiento por el conocimiento y toma como centro del proceso al alumnado. No se trata tanto de qué se enseña como de qué aprende el alumnado. Este cambio de punto de vista conlleva que, aunque los conocimientos siguen siendo imprescindibles y son la finalidad última de los estudios, se tenga en cuenta no sólo el aprendizaje de contenidos, sino también, y de forma muy importante, las capacidades y destrezas que el alumnado deberá trabajar paralelamente. Al nuevo profesional, la sociedad no sólo le reclamará unos conocimientos, sino que deberá ser competente según el perfil que habrá adquirido, fruto de haber cursado una titulación universitaria específica. Éste es un nuevo paradigma que plantea un alcance mucho más amplio de lo que hasta ahora era la formación superior. Partiendo del alumnado, éste tiene que continuar aprendiendo todo lo que aprendía pero, además, tiene que trabajar las competencias que se espera que adquiera al finalizar los estudios. Si hasta ahora se transmitían conocimientos y se evaluaba el grado de consecución del aprendizaje de estos contenidos, en el nuevo paradigma educativo también se debe explicitar la formación de la asimilación de las competencias esperadas y, en consecuencia, también se debe evaluar el grado de consecución.

No creemos que la tarea realizada hasta ahora por los centros universitarios haya sido insuficiente ni insatisfactoria. Se debe valorar todo el esfuerzo realizado para hacer posible la buena preparación de los actuales profesionales de nuestra sociedad. Aunque no se consideraba en los planes de estudios, cabe remarcar que el aprendizaje competencial ya ha existido, pero de forma implícita. También cabe decir que las competencias necesarias que no se habían trabajado en el ámbito universitario se acababan alcanzando en el ámbito profesional. Ahora se nos pide un paso más, llegar a explicitar tanto el aprendizaje como la evaluación.

Esta guía de evaluación de competencias es fruto de un trabajo intenso de recopilación y síntesis de aportaciones muy plurales. Enmarcado en este nuevo Espacio Europeo de Educación Superior y en la reflexión profunda sobre el modelo de enseñanza y aprendizaje de nuestra educación universitaria, este trabajo aporta una propuesta consistente de metodología para la evaluación de las competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura. Se trata de una metodología que comprende tanto la evaluación de cada competencia dentro de un módulo, materia o asignatura, como la evaluación de cada competencia dentro

de la globalidad del plan de estudios. Es una propuesta realista y adaptable que integra los diversos tipos de bloques formativos –módulos, materias o asignaturas- a fin de cubrir las necesidades de evaluación que pueda tener cada una.

Esperamos que esta guía de evaluación de competencias facilite el trabajo de los centros universitarios de Ingeniería y Arquitectura en el marco de los procesos de acreditación de titulaciones universitarias en Catalunya.

Miquel Àngel Barrabeig i Dols
Director general de Ingeniería y Arquitectura La Salle
Universitat Ramon Llull

Barcelona, 10 de marzo de 2009

UN PEQUEÑO PRÓLOGO LLENO DE AGRADECIMIENTOS...

El encargo de redactar una guía para evaluar las competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura nos planteó inicialmente algunas dificultades metodológicas. El primer problema tiene que ver con la amplitud y la variedad de los estudios realizados en estas áreas, con planes de estudios y titulaciones muy diversos que no siempre comparten objetivos y metodologías pedagógicas. Debido a la imposibilidad de estudiar en profundidad todas y cada una de las titulaciones de ambas áreas —que aunque comparten ámbitos de conocimiento mantienen también sus características propias—, optamos, por una parte, por tratar las cuestiones más genéricas y transversales de las diferentes titulaciones y, por otra, por identificar los rasgos distintivos que puedan diferenciar los estudios de un y otro área.

El hecho de redactar una guía para evaluar unos planes de estudios que en este momento se empiezan a implantar, presenta otros tipos de dificultades. Aunque los objetivos educativos —modelo de aprendizaje centrado en el alumnado— y los conceptos pedagógicos —habilidades, competencias, resultados de aprendizaje— que propone el Espacio Europeo de Educación Superior hayan sido definidos a partir de diversos estudios —Tuning, descriptores de Dublín— haría falta pasar primero por un proceso de asimilación y aplicación de la nueva metodología para poder elaborar una guía de evaluación de las competencias a partir de esta experiencia. Esto no ha sido posible porque los nuevos planes de estudios se están empezando a implantar.

La guía que presentamos debe entenderse como el rastro que se deja después de explorar y analizar durante un año el sentido y las consecuencias de transformar los estudios actuales para adaptarlos a un nuevo modelo educativo. Lo que proponemos, por lo tanto, no es ninguna norma ni ningún modelo que se deba seguir para evaluar las competencias, sino indicaciones y sugerencias que puedan servir tanto de orientación para aquellos que inicien su camino como de referencia para los que ya lo hayan empezado.

Este estudio se estructura en cuatro capítulos más los anexos. El capítulo 1 es común en todas las guías publicadas en esta serie y ha sido facilitado por AQU Catalunya (Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya). En este primer capítulo se sintetizan los objetivos y conceptos pedagógicos fundamentales del modelo educativo en el que se basa el modelo de Bolonia. El capítulo 2 es un estudio comparado de las competencias que, desde diversos estudios, se han identificado en las áreas de Ingeniería y Arquitectura. Este estudio ejemplifica las dificultades que comporta identificar y describir las competencias en un área de estudios. En el capítulo 3 se propone un protocolo para diseñar un plan de estudios basado en competencias. El diseño de un nuevo plan de estudios, o la adaptación de uno existente, es un prerrequisito para poder aplicar un modelo de evaluación de las competencias adquiridas. En el capítulo 4 se proponen ejemplos de los procedimientos de evaluación que pueden aplicarse en algunas de las materias más representativas de los

estudios de Ingeniería y Arquitectura. Finalmente, los anexos facilitan documentación que complementa los contenidos de los diferentes capítulos.

Para llegar a conocer los contenidos, objetivos educativos y criterios de evaluación ha sido necesario contar con la colaboración y participación de los docentes implicados en las diversas materias. A causa de la limitación de tiempo —el estudio se ha llevado a cabo en un año—, no ha sido posible implicar a docentes de otras universidades en este proceso de trabajo, como habíamos planteado inicialmente. A pesar de ello, hemos intentado concentrarnos en los aspectos educativos que puedan ser compartidos por todas las instituciones.

AGRADECIMIENTOS

Han sido muchos los docentes que han hecho posible la elaboración de esta guía poniendo su granito de arena. Queremos agradecerles a todos su desinteresada participación, aunque podemos no mencionar a alguien —pedimos disculpas por adelantado—, ello no significa que lo hayamos olvidado; sin embargo, creemos que es de justicia explicitar algunos nombres.

Queremos agradecer la participación del profesorado del ámbito de **arquitectura** de Ingeniería y Arquitectura La Salle de la Universitat Ramon Llull que ha colaborado en este estudio: Francesc Alías, David Badia, Miquel Àngel Barrabeig, Pau Bergadà, Ester Bernadó, Joan Camps, Xavier Canaleta, Mireia Castanys, August Climent, Albert Cubeles, Laia Cugota, Albert Fornells, Francesc X. Francesch, Álvaro García, Carles Giol, Tristana Giraud, Elisa Martínez, David Miralles, José Antonio Montero, M. Antonia Mozota, Joan Navarro, Francisco Javier Pajares, Joan Ramon Regué, David Riu, Juan Pablo Rodríguez, María del Mar Roselló, Francesc Teixidó, David Vernet, Lluís Vicent, Eva Villegas y de todo el profesorado que participó en las diferentes encuestas que les pasamos.

Asimismo, queremos agradecer la participación del profesorado y de los colaboradores del ámbito de **ingeniería** de Ingeniería y Arquitectura La Salle de la Universitat Ramon Llull, que han colaborado en este estudio con sus respuestas y sugerencias a las encuestas que les facilitamos: Rafael Alcayde, Juan Briz, Carles Campanyà, Josep Crespo, David Fonseca, Aleix Gimeno, Mariana Guibourg, Mario Hernández, Lisa Kinnear, Núria Martí, Miquel Mateu, David Miralles, Josep Olivé, Anton Pàmies, Enric Peña, Pau Pérez, Arcadi Pla, Aran Prades, Isabela de Rentería, Kris Scheerlinck, Sergi Serra, Robert Terradas, Kees Vangorsel, Montserrat Villaverde y Mireia Vinyoles.

Buena parte de la recogida y del procesado de los datos no hubiese sido posible sin la colaboración tanto del secretario académico como del Centro de Servicios Informáticos de Ingeniería y Arquitectura La Salle de la Universitat Ramon Llull. Queremos agradecer especialmente a Javier Ancín, Francesc X. Francesch, Jordi Margalef (secretario académico) y Albert Seco su participación.

Finalmente, también queremos agradecer la paciencia de Sara Catalán en la revisión del documento.

1. COMPETENCIAS: CONCEPTO, CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El proceso de convergencia en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) implica, entre otros temas, un cambio en la concepción pedagógica, en el sentido de que se pasa de un modelo de enseñanza-aprendizaje enfocado hacia la enseñanza a un modelo enfocado hacia el aprendizaje basado en el trabajo del estudiante y en el establecimiento de las condiciones idóneas a fin de que se puedan conseguir y dominar con éxito los objetivos propuestos. En el Comunicado de Berlín (2003), los ministros europeos animaban a que todos los países europeos describieran las calificaciones de sus sistemas de educación superior en términos de resultados de aprendizaje, competencias y perfil.

El informe del proyecto Tuning (2003) señala tres grandes factores que explican el interés de desarrollar las competencias en programas educativos:

- La necesidad de mejorar la ocupabilidad de los graduados en la nueva sociedad del conocimiento (rápida obsolescencia del conocimiento, necesidad de aprendizaje a lo largo de la vida, etc.).
- La creación del Espacio Europeo de Educación Superior: necesidad de establecer referentes comunes para las titulaciones (descriptor de Dublín para *bachelor* y *máster*), etc.
- Un nuevo paradigma educativo: centrado en el aprendizaje de los estudiantes, y que hace más hincapié en los resultados u objetivos de la enseñanza.

Se han utilizado numerosos términos para describir los resultados de los procesos de aprendizaje, como *habilidades*, *destrezas*, *capacidades*, *competencias*, etc., sea como sinónimos o como términos con matices diferentes. El grupo de trabajo que ha elaborado este documento define la competencia como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que se tienen que integrar para hacer una tarea específica.

El desarrollo de la capacidad de gestionar los conocimientos eficientemente es tan o más importante que almacenar muchos conocimientos, especialmente con relación a los contextos de la realidad donde se tendrán que aplicar. La nueva educación orientada al desarrollo competencial de los estudiantes implica modificar profundamente no tan sólo los planteamientos evaluadores, sino también nuestro pensamiento sobre formación, instrucción y docencia.

En los últimos diez años se han producido un conjunto muy importante de cambios en la misma naturaleza de la evaluación de los aprendizajes que están afectando al pensamiento actual con respecto al binomio enseñanza-aprendizaje y el papel de la evaluación. A continuación señalamos los cambios que consideramos más importantes.

1.1.1. Cambios en el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje: del énfasis en la enseñanza al aprendizaje

Otorgar más importancia a los procesos de aprendizaje que a los de enseñanza significa que el centro de gravedad se sitúa en los *outputs* más que en los *inputs*. Se cumple con eso uno de los principios básicos del nuevo paradigma organizativo de la educación, el de la primacía de las finalidades (Hutmacher, 1999), según el cual la acción se orienta de manera prioritaria a la consecución de los objetivos establecidos. La propuesta curricular y la actividad docente se organizan, se estructuran y se caracterizan alrededor y dependiendo de este nuevo elemento.

1.1.2. Cambios en los contenidos objeto de evaluación

Posiblemente, el cambio más profundo se ha producido con referencia a la naturaleza de los aprendizajes. La calidad de un aprendizaje ya no se basa exclusivamente en el hecho de conocer más sobre un dominio concreto, sino en nuestra capacidad de utilizar de forma holística nuestros conocimientos, habilidades y actitudes con el fin de aplicarlos de manera activa y eficiente sobre tareas específicas. Con todo eso nos referimos al proceso conocido como desarrollo competencial y el problema radica en el enfoque de los procesos de evaluación sobre este nuevo tipo de aprendizaje.

1.1.3. Cambios en la lógica de la evaluación

Finalmente, el tercer gran cambio hace referencia a la nueva lógica que orienta los procesos evaluadores. La evaluación educativa, históricamente, se había centrado en el control de los resultados del aprendizaje. Posteriormente desplazó su preocupación a los procesos de petición de responsabilidades (*accountability*), lo cual significaba implicar a toda la comunidad educativa en la responsabilización de la consecución de la calidad de los procesos y los resultados educativos. Es básicamente en la última década cuando se descubre el enorme potencial de la evaluación como herramienta para gestionar los mismos aprendizajes y garantizar la calidad de los mismos. Se establece definitivamente la importancia de asociar los procesos evaluadores a los de desarrollo y potenciación de nuestra capacidad para aprender.

Además, hay que señalar que la evaluación de las competencias alcanzadas por el estudiante no tan sólo tiene el punto de vista de la evaluación de los resultados individuales del aprendizaje, sino que también adopta el punto de vista institucional; es decir, la calidad de una institución está asociada al grado en el que alcanza que sus graduados sean competentes en aquello descrito en el perfil de formación.

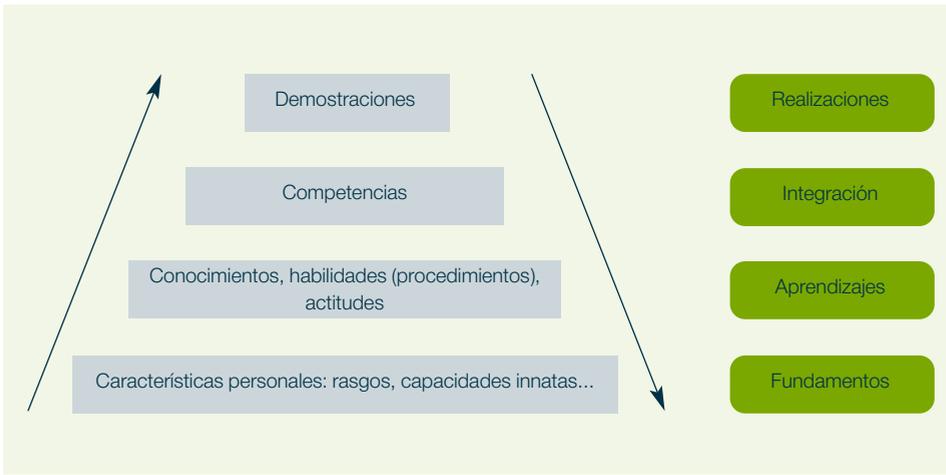
1.2. ACLARANDO CONCEPTOS

Anteriormente se ha señalado que términos como habilidades, conocimientos, capacidades y competencias se han utilizado a menudo de manera intercambiable. La figura 1 muestra la estructura jerárquica de estos conceptos y permite establecer las diferencias.¹ De esta manera:

- Los **rasgos** y las **características personales** son los cimientos del aprendizaje, la base innata desde la que se pueden construir las experiencias subsiguientes. Las diferencias en rasgos y características ayudan a explicar por qué las personas escogen diferentes experiencias de aprendizaje y adquieren diferentes niveles y tipologías de conocimientos y habilidades.
- Los **conocimientos**, las **habilidades** y las **actitudes** se desarrollan a partir de las experiencias de aprendizaje, que, si se definen de una manera amplia, incluyen tanto la escuela como el trabajo, la familia, la participación social, etc.
- Las **competencias** son combinaciones de conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas. Se desarrollan a partir de experiencias de aprendizaje integrativas en las que los conocimientos y las habilidades interactúan con el fin de dar una respuesta eficiente en la tarea que se ejecuta.
- Las **demonstraciones** comportan la aplicación de las competencias aprendidas, en contextos específicos.

¹ Esta conceptualización procede del trabajo realizado por el Council of the National Postsecondary Education Cooperative (NPEC) y su Working Group on Competency-Based Initiatives, patrocinado por el NCES (National Center for Education Statistics). Referencia: NCES (2002). *Defining and Assessing Learning: Exploring Competency-Based Initiatives*. Disponible en: <http://inces.ed.gov/publicsearch/> [consultado septiembre de 2008].

Figura 1. Jerarquía de resultados de aprendizaje



Fuente: NCES (2002).

Al final de este capítulo hemos recogido diferentes definiciones sobre el constructo de competencias que se han utilizado recurrentemente y que son coherentes con el concepto asumido en este capítulo.

Puesto que las competencias son el resultado de combinar conocimientos y habilidades, es evidente que en un proceso formativo complejo como el de la educación superior, de duraciones largas, las competencias no se desarrollarán de manera más o menos completa hasta los momentos finales de este proceso. De esta forma, puede ser útil diferenciar las competencias de otros conceptos vinculados al proceso de enseñanza y aprendizaje con los que conviven, como los objetivos o los resultados de aprendizaje:

<p>Objetivos</p>	<p>Son afirmaciones relativas a la docencia, redactadas desde el punto de vista de aquello que intentará cubrir el profesorado con un determinado bloque de aprendizaje (módulo, materia, asignatura, etc.). Están escritos desde el punto de vista del profesor.</p> <p>Pueden incluir conocimientos y habilidades de manera aislada.</p>
<p>Resultados de aprendizaje</p>	<p>Son afirmaciones sobre las que se espera que un estudiante pueda conocer, comprender y ser capaz de demostrar después de haber completado un proceso de aprendizaje (módulo, asignatura, materia, curso, etc.). Se centran en lo que el estudiante ha alcanzado en vez de cuáles son las intenciones del profesor. Se centran en aquello que puede demostrar el estudiante al finalizar la actividad de aprendizaje.</p> <p>Pueden incluir conocimientos y habilidades aisladamente. De la misma manera que los objetivos, se pueden describir al finalizar cualquier unidad (módulo, asignatura, etc.).</p>

Competencias Implican el uso integrado de conocimientos, habilidades y actitudes en la acción. Por su naturaleza, sólo se podrán alcanzar en estadios finales del proceso educativo (prácticum, trabajos final de carrera, etc.).²

A continuación se ofrece un ejemplo de redacción de cada uno de estos niveles:³

- **Objetivo de aprendizaje:** que el estudiante conozca y describa las diferentes fuentes de coste económico y su ponderación dentro de un proyecto.
- **Resultados de aprendizaje:** identificar dentro de un proyecto de Ingeniería las diferentes fuentes de coste económico.
- **Competencia asociada:** evaluar la viabilidad económica de un proyecto industrial de Ingeniería Química.

Tal como se observa en la tabla siguiente, los objetivos de aprendizaje y los resultados de aprendizaje son dos caras de una misma moneda, pero mientras que los objetivos no son observables, los resultados identifican acciones del estudiante que permiten evaluarles, tal como podemos ver a continuación:

Ejemplo de redacción de objetivos	Ejemplo de redacción de resultados de aprendizaje
<p>El objetivo del módulo, la materia o la asignatura es que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Conozca los diferentes instrumentos utilizados en procesos de selección de personal en cada una de sus fases. ■ Comprenda... 	<p>En acabar el módulo, la materia o la asignatura, el estudiante tendrá las capacidades siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Identificar los instrumentos utilizados en cada una de las fases de un proceso de selección. ■ Comparar los instrumentos utilizados en... (análisis de similitudes y diferencias) ■ Valorar, de acuerdo con criterios de relevancia, coste, etc., la idoneidad, en un proceso de selección determinado, de cada uno de los posibles instrumentos de selección... ■ Aplicar...

² Por ejemplo, la competencia de análisis de muestras reales en un laboratorio, que corresponde a una competencia del perfil de formación de un químico, se podrá alcanzar en un laboratorio de prácticas del último curso del programa de formación, pero en cursos anteriores el estudiante habrá llevado a cabo análisis de muestras simples que no requieran tratamientos laboriosos. Es decir, de la misma manera que hay niveles de complejidad diferente en el ámbito de la cognición (del recuerdo a la aplicación o la evaluación), también es posible establecer niveles de complejidad en el ámbito de la acción, de ejecuciones en procesos parciales en contextos simples a ejecuciones de procesos completos en contextos complejos.

³ El ejemplo se ha extraído de una de las competencias definidas en la *Guía para el diseño de un perfil de formación: Ingeniería Química*, AQU Catalunya, 2006.

La redacción de un resultado de aprendizaje no difiere de la redacción de las competencias. Ambas redacciones requieren el uso de un verbo que identifica una acción que tiene que desarrollar y ser capaz de hacer al estudiante y, por lo tanto, se tiene que poder visualizar y evaluar.

Puesto que las competencias se demuestran en la acción, el contexto donde se manifiesta es un elemento clave en su adecuación. De esta forma, competencias en diferentes contextos requieren diferentes combinaciones de conocimientos, habilidades y actitudes. Por ejemplo, el liderazgo de un cirujano es diferente del liderazgo que necesita un entrenador de baloncesto.

En resumidas cuentas:

- La competencia es la combinación de habilidades, actitudes y conocimientos necesarios para desarrollar una tarea de manera eficaz.
- Las competencias se demuestran en la acción y, por lo tanto, sólo son evaluables en tanto que hay actividades que impliquen que se llevan a cabo.
- Las competencias son aprendidas y se desarrollan a partir de actividades que permiten integrar habilidades, actitudes y conocimientos aprendidos anteriormente quizás de manera separada.

1.3. POSIBLES CLASIFICACIONES DE LAS COMPETENCIAS

Cualquier clasificación que se adopte desatenderá algún aspecto, terminología o puntos de vista específicos de algún autor. Con el fin de establecer un referente, resultado de la transacción correspondiente entre los autores de las diversas guías que se presentan, se propone una clasificación que intenta ser tan comprensiva como sea posible.

Cada titulación desarrolla competencias; algunas son propias o específicas de la titulación correspondiente, mientras que otras son transversales o compartidas con otras titulaciones. Así pues, podemos diferenciar dos amplios grupos de competencias:

- **Competencias específicas**, que son propias de un ámbito o titulación y están orientadas a la consecución de un perfil específico del graduado o graduada. Son próximas a ciertos aspectos formativos, áreas de conocimiento o agrupaciones de materias, y acostumbran a tener una proyección longitudinal en la titulación.
- **Competencias genéricas (o transversales)**, que son comunes a la mayoría de titulaciones, aunque con una incidencia diferente y contextualizadas en cada una de las titulaciones en cuestión. Por ejemplo, no se trabajará igual la comunicación de un futuro médico que la de un periodista, un maestro, un químico, etc.

Dentro de este bloque encontramos competencias personales como la gestión del

tiempo y la responsabilidad del mismo aprendizaje; competencias interpersonales, como comunicarse, trabajar en equipo, liderar o negociar; competencias relacionadas con la gestión de la información, los idiomas, la informática, etc. A veces, estas últimas competencias se incluyen bajo la denominación de instrumentales.

Entre estas competencias genéricas queremos destacar las más relacionadas con el contexto académico, que son las nucleares o más propias de la educación superior: el pensamiento analítico o crítico, la resolución de problemas, la toma de decisiones, la indagación, etc. En la universidad es donde estas competencias se desarrollan a su nivel más alto, si bien la disciplina marcará la diferencia: de esta forma, el pensamiento analítico para un filósofo tendrá una concreción diferente que para un farmacéutico o un matemático. Sin duda, algunos ámbitos de formación con menos tradición profesional podrán hacer hincapié en el desarrollo de este tipo de competencias.

1.4. APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

El aprendizaje basado en competencias pretende asegurar que los estudiantes adquieran aquellos conocimientos, habilidades y actitudes importantes tanto con relación a lo que se está estudiando como a las transiciones para las que se preparan (transición laboral, preparación para másters académicos, etc.). Utilizar competencias implica el desarrollo de cuatro componentes diferentes pero interactivos:

- Descripción de la competencia.
- Descripción de las actividades donde se manifestará la competencia.
- Instrumentos o medios para evaluar la competencia.
- Estándares o criterios por los que se juzga si alguien es o no competente.

1.4.1. Descripción de la competencia

Definir las competencias es importante con el fin de comunicar a los estudiantes qué se pretende alcanzar con el proceso de enseñanza-aprendizaje y en qué medida sus experiencias de aprendizaje y sus esfuerzos están dirigidos a esta consecución. Por otra parte, los ocupadores tendrán un referente claro de lo que los graduados saben y son capaces de hacer.

En la descripción de la competencia se tienen que señalar tanto los contenidos implicados como el nivel de complejidad del contexto en el que se tendrá que aplicar la competencia.

La formulación de la competencia requiere los elementos siguientes:

- Un **verbo activo, que identifique una acción que genere un resultado visualizable**. De esta manera, hay que evitar el uso de verbos como *conocer* o *comprender* y utilizar otras formas verbales como *describe*, *identifica*, *reconoce*, *clasifica*, *compara*, *evalúa* o *valora*, *formula*, *argumenta*, *calcula*, *planifica*, *diseña*, etc.

- La **descripción del objeto de la acción y el contexto en el que se aplica**. La competencia tiene que hacer referencia al campo disciplinario en el que se fundamenta. Ejemplo: *Diseñar instalaciones de Ingeniería Química, Desarrollar entrevistas diagnósticas en el ámbito clínico, Hacer un examen físico y mental completo.*

1.4.2. Descripción de las actividades en las que se manifiestan las competencias

Consiste en describir con precisión el tipo de actividad en la que se manifestará la competencia y los objetivos que se persiguen llevándola a cabo. Consiguientemente, se tienen que explicitar las competencias asociadas a esta actividad, qué conocimientos o habilidades llevan implícitos y en qué contextos se aplicarán, como también el nivel de profundidad o complejidad en el que se tendrían que concretar.

Una vez definidas qué competencias están implicadas en la actividad, en qué nivel y contexto se trabajarán y de qué medios se dispondrá, se pueden concretar los **resultados de aprendizaje** esperados en cada actividad, es decir, sus resultados observables. De este modo será posible establecer qué tipo de evidencias se producen y cómo se pueden recoger con el fin de analizar el nivel de consecución de las competencias descritas.

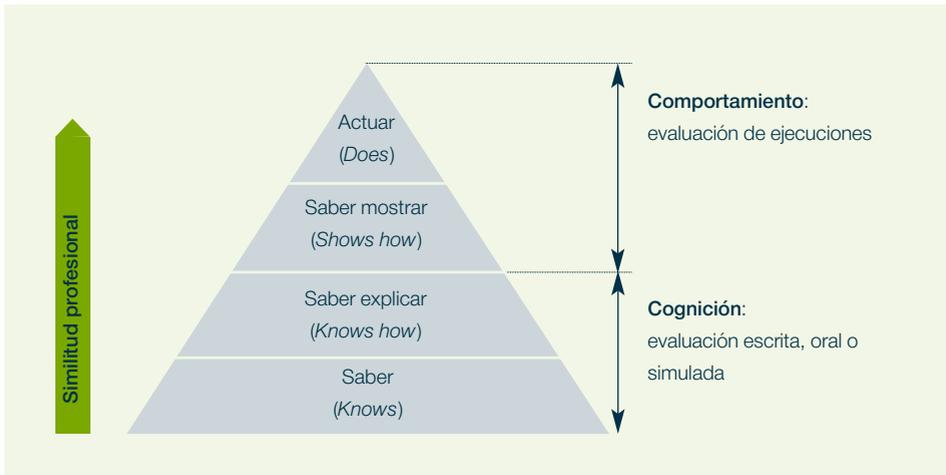
Este nivel de descripción es necesario en las actividades que son objeto de evaluación; no hay que hacerlo de una manera tan detallada para el resto de actividades de aprendizaje, donde se pueden introducir competencias que no sean objeto de evaluación.

1.4.3. Elección de instrumentos para la evaluación

La determinación del tipo de instrumento que hay que aplicar para la recogida de evidencias depende fundamentalmente de la naturaleza del resultado de aprendizaje que se tiene que capturar.

Si bien, tal como hemos visto en la figura 1, la competencia sólo se puede evaluar en la acción, para poder adquirirla hace falta haber alcanzado previamente una serie de conocimientos, habilidades y actitudes que habremos descrito bien de acuerdo con los resultados de aprendizaje o en términos de objetivos, según si nuestra perspectiva es lo que pretende el profesor o bien lo que tendrá que demostrar el estudiante. La pirámide de Miller (1990) puede ser una manera útil de ayudar a escoger estrategias de evaluación coherentes con resultados de aprendizaje descritos por el profesor. Así, se puede evaluar sólo el hecho de saber (por ejemplo, por medio de una prueba tipo test) o el hecho de saber explicar, que ya requiere una gestión del conocimiento adquirido; o bien se puede plantear una simulación en la que el estudiante actúe en situaciones controladas; y, finalmente, hay que demostrar en actuaciones la adquisición de una competencia.

Figura 2. Pirámide de Miller



Fuente: Miller (1990).

La pirámide distingue dos grandes tipos de pruebas que podríamos clasificar en evaluación tradicional (o pruebas de papel y lápiz) y evaluación de ejecuciones:

- **La evaluación tradicional:** engloba lo que podríamos denominar las típicas «pruebas de papel y lápiz», en las que se hace más hincapié en los objetivos de conocimientos y de saber. En la evaluación tradicional hay pruebas que enfatizan habilidades de bajo orden (recuerdo, comprensión), mientras que hay otras que enfatizan el pensamiento de alto orden (aplicación, síntesis, evaluación).
- **La evaluación de ejecuciones:** es, tal como se verá, muy variada y permite abarcar un rango mucho más amplio de competencias, sea de habilidades disciplinarias (por ejemplo, desde saber poner una inyección hasta hacer un examen médico) o de competencias transversales (comunicación oral, pensamiento crítico, etc.).

La figura 1.3. quiere ilustrar que las nuevas estrategias evaluadoras se añaden a las tradicionales; enriquecen las muestras de aprendizaje y favorecen este escenario en el que se aprovechan las ventajas de una pluralidad de fuentes de evaluación:

Figura 1.3. Evaluación tradicional y evaluación de ejecuciones



Fuente: Prades (2005).

A continuación se presenta un cuadro en el que se recogen las principales pruebas evaluadoras presentes en el ámbito de la educación superior y se analiza el potencial con relación a la evaluación de competencias, como también consideraciones sobre la fiabilidad y la validez.⁴ El cuadro no pretende ofrecer una clasificación sistemática, sino que relaciona las pruebas con relación a su uso para los diferentes objetivos de evaluación.

⁴ Nota técnica: la **fiabilidad** se refiere a la exactitud de la medida, es decir, a la ausencia de errores en la medida. La fiabilidad hace referencia a la consistencia de las puntuaciones obtenidas por los mismos individuos si fueran reexaminados con la misma prueba, diversas veces, o con pruebas con cuestiones equivalentes, o bien con condiciones de evaluación variables (Anastasi, 1976, citado en Miller, Imrie y Cox, 1998, p. 236). La **validez** hace referencia al grado en el que la medida obtenida refleja lo que se pretende medir. La validez de un método de evaluación depende del grado en el que la prueba mide lo que pretende medir. Ahora bien, para poder establecerla es necesario que se hayan definido claramente los objetivos que se quieren alcanzar, tiene que permitir una **evaluación criterial**.

	Características	Útiles para medir	Fiabilidad y validez
Tests objetivos	<p>Son pruebas en las que se requiere seleccionar la respuesta correcta de un conjunto de respuestas posibles (ítems de cierto/falso, ítems de emparejamiento, de elección múltiple, etc.). Los ítems pueden ser gráficos, textos, ejemplos o, incluso, casos. Una vez contruidos, son fáciles de aplicar y corregir, y permiten un retorno o <i>feedback</i> rápido al estudiante.</p>	<p>Objetivos como los de reconocer y discriminar información, aplicación de principios o reglas e interpretación de datos. Refuerzan más el pensamiento selectivo que los procesos mentales dirigidos a la construcción del conocimiento.</p>	<p>Fiabilidad: la puntuación de la prueba está menos alterada por factores ajenos al proceso de puntuación. Permiten aplicar un juicio valorativo con el mismo criterio a diferentes ejecuciones, mientras que en las subjetivas no se puede asegurar la igualdad del criterio. La calificación de <i>objetivos</i> hace referencia a las condiciones de aplicación de la prueba y al tratamiento y la interpretación de los resultados, pero no indica que sean más objetivas con respecto al punto de vista de una mejor valoración del rendimiento de los estudiantes. Validez: permiten evaluar un amplio abanico de contenido, lo cual aumenta su validez. La validez se puede mejorar por medio del análisis del funcionamiento de los ítems.</p>
Preguntas cortas	<p>Conjunto de preguntas abiertas en las que el alumnado elabora y estructura su respuesta con total libertad. Los ítems pueden ser gráficos, textos, ejemplos o, incluso, casos que requieren la elicitación o elaboración de una respuesta. Según la amplitud de respuesta que se exige, se diferencia entre pruebas de ensayo amplio o desarrollo de temas, y pruebas de ensayo restringido o de respuesta corta. Es más rápido de construir que los tests objetivos y es más fácil y barato de administrar.</p>	<p>Pueden implicar tanto habilidades cognitivas de alto orden (transferencia e integración del aprendizaje) como la simple repetición de un contenido previamente memorizado. Tienen, sin embargo, potencial para mostrar el aprendizaje profundo, ya que se requiere la construcción de la respuesta. Son pertinentes para evaluar objetivos referidos a: evocación de la información, interpretación de la evidencia, construcción de un diseño, generación de hipótesis, exposición de la información para una decisión o explicitación de las fases de un proceso. Permiten valorar el uso del vocabulario y el razonamiento conceptual propio de un área de conocimientos.</p>	<p>Sus propiedades psicométricas son cuestionables (dificultades en la fiabilidad interevaluadora, cubrimiento de dominios restringidos de conocimiento). Las pruebas de preguntas cortas son más útiles para evaluar un repertorio adecuado de los contenidos del aprendizaje que las pruebas de ensayo amplio. Pueden desfavorecer a los estudiantes con menos habilidades de comunicación escrita.</p>

	Características	Útiles para medir	Fiabilidad y validez
Pruebas científicomatemáticas	<p>Están a medio camino entre las pruebas de formato libre y las de formato objetivo, puesto que exigen la construcción de la respuesta, pero permiten una corrección más objetiva.</p> <p>La complejidad de problemas puede variar según el número de pasos para resolverlos, el grado de abstracción que implican y las operaciones cognitivas implicadas.</p> <p>El grado de la novedad influirá en la dificultad del problema: por lo tanto, es más fácil recurrir a una analogía si hay similitudes tanto superficiales como estructurales entre los problemas.</p>	<p>Son una buena manera de comprobar la comprensión y la aplicación (en principio), en contraste con la memorización.</p> <p>Son relevantes para la dimensión tecnicoprofesional.</p> <p>Los problemas, como los ensayos, permiten ver el desarrollo de ciertas competencias transversales, como el pensamiento crítico y la toma de decisiones.</p> <p>Hay que diferenciar entre la aplicación simple y la resolución de problemas: reconocimiento o recuerdo de la información frente a su reestructuración o reelaboración, y grado en el que los ejercicios son rutinarios frente al grado en el que son originales.</p>	<p>Buena fiabilidad (aunque también hay que tener claros los criterios de corrección) y validez (pueden abarcar un amplio rango de contenidos).</p> <p>Con respecto a la validez, hay que tener en cuenta cuestiones sobre la transferencia de la competencia de resolución de problemas; según parece, la habilidad es transferible pero dentro del mismo dominio (Garnham y Oakhill, 1996).</p>
Pruebas orales	<p>Tradicionalmente implican uno o dos examinadores que hacen cuestiones a los estudiantes referentes a la comprensión y la habilidad de aplicar lo que han aprendido, pero también se incluyen debates, juegos de rol, etc.</p>	<p>Permiten valorar la capacidad de comunicación y las habilidades interactivas, unas habilidades que no se pueden evaluar de otra manera y que, además, promueven el pensamiento autónomo mediante la estructura pregunta-respuesta. La evaluación es, además, una oportunidad para poner en práctica la expresión oral y, por lo tanto, mejorar estas habilidades.</p>	<p>El inconveniente principal es que permiten una libertad considerable al examinador para variar las cuestiones a los estudiantes y que son difíciles de calificar, cosa que las convierte en poco fiables.</p> <p>Son las pruebas más adecuadas (coherentes) para valorar la competencia de comunicación oral. Sin embargo, la capacidad oral no acostumbra a ser objeto de evaluación en las pruebas orales, sino que tan sólo se evalúa el conocimiento académico. De hecho, algunos estudios han demostrado que la mayoría de preguntas sólo requieren el recuerdo de algunos fragmentos de información, cosa que se puede evaluar de manera más fácil y fiable con tests escritos objetivos.</p> <p>Desfavorecen a los estudiantes con miedo a hablar en público.</p>

Características	Útiles para medir	Fiabilidad y validez
<p>Son específicos para enseñanzas; por ejemplo, artículos de prensa para estudiantes de Periodismo, cuadros para estudiantes de Bellas Artes, mapas para los de Geografía, programas informáticos para los de Informática, etc.</p> <p>Aparte de productos, sin embargo, la evaluación de ejecuciones o del rendimiento se puede utilizar para evaluar demostraciones del trabajo del estudiante: utilizar un instrumento, hacer una entrevista, etc. Se pueden observar enfermeros, futuros maestros conduciendo una clase o los estudiantes en el laboratorio. También se pueden utilizar programas de simulación. Estas ejecuciones suelen dar más información directa sobre el aprendizaje que los tests objetivos.</p> <p>El inconveniente principal de esta evaluación es el tiempo de corrección.</p> <p>Es difícil de construir y medir.</p>	<p>Herramienta ideal para evaluar competencias disciplinarias o técnicas propias del área de conocimiento. Promueven la transferencia de los conocimientos académicos y favorecen habilidades cognitivas de alto orden.</p> <p>Hay que añadir, como ventaja para el proceso de aprendizaje, la motivación que comporta para los estudiantes una situación de evaluación realista.</p> <p>El grado en el que se desarrollen otras competencias transversales dependerá del tipo de prueba (productos escritos, gráficos, pósteres, estudios de caso, etc.). Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Proyectos de investigación: manera de evaluar la capacidad de gestión de la información, la aplicación de los conocimientos y las competencias disciplinarias en la resolución de problemas. Situados al final del currículo, motiva a los estudiantes desde el principio de su recorrido académico y fomenta la responsabilidad del estudiante y la coherencia del programa. ■ Pósteres: dan la oportunidad para integrar las competencias de comunicación (oral, escrita, gráfica) con contenidos académicos. ■ Estudios de caso y longitudinales: son otra modalidad de resolución de problemas, en la que destaca la riqueza de detalles. 	<p>Son difíciles de construir (la elección de la muestra condiciona la validez) y de medir (subjetividad-fiabilidad de la corrección).</p> <p>Está el peligro de que, en situación de presión, los estudiantes se basen más en el sentido común que en sus conocimientos.</p> <p>Otro elemento que afectaría a la validez es el peligro de plagio.</p> <p>Según las pruebas, por ejemplo, los estudios de caso, o los grandes problemas, como son una muestra pequeña de contenido (eso sí, con profundidad), se corre el riesgo de limitar la generalización y omitir, por lo tanto, la transferencia del conocimiento.</p>

	Características	Útiles para medir	Fiabilidad y validez
Prácticas estructuradas	<p>Son un tipo de pruebas de ejecuciones. Consisten en exámenes prácticos estructurados objetivamente y tienen por objetivo probar un amplio abanico de habilidades de una manera objetiva. Los estudiantes pasan por una serie de estaciones y llevan a cabo una variedad de tareas prácticas. Esta aproximación, inicialmente desarrollada como parte integral de los exámenes médicos, ha sido desarrollada y adoptada posteriormente por una gran variedad de profesiones.</p>	<p>Competencias disciplinarias específicas o técnicas.</p>	<p>Buena fiabilidad, a costa de un precio elevado (multiobservadores). Buena validez por la autenticidad de las situaciones de evaluación (se asegura la transferencia).</p>
Evaluación Laboratorio	<p>Es un tipo de pruebas de ejecuciones. La evaluación de laboratorio tiene lugar en un entorno realista y requiere la complementación de una tarea real. La evaluación de la ejecución puede ser sobre el proceso, el producto o ambos elementos.</p>	<p>Competencias de laboratorio; formarían parte de estas competencias la observación, la manipulación, la interpretación, las competencias técnicas (cromatografía, espectrografía, precipitación) y el diseño experto.</p>	<p>Demasiado a menudo, la evaluación se basa por completo en un informe escrito más que en la observación directa de la ejecución de los estudiantes; eso produce un desajuste entre los objetivos establecidos y el foco de evaluación. La observación presenta dificultades en la calificación a causa de la subjetividad del evaluador.</p>
Dossier de aprendizaje	<p>Los dossiers de aprendizaje son una colección selectiva, deliberada y validada de los trabajos hechos por el estudiante en los que se reflejan los esfuerzos, los progresos y los aprendizajes en un área específica a lo largo de un periodo de tiempo. Los estudiantes reúnen, presentan, explican y evalúan su aprendizaje con relación a los objetivos del curso y a sus propios objetivos o expectativas. Consume tiempo y es difícil de evaluar, el contenido variará ampliamente entre los estudiantes</p>	<p>Su finalidad es hacer un balance del progreso y del desarrollo de los aprendizajes del estudiante. Favorece el desarrollo de competencias de independencia o autonomía, reflexión y autoorientación. Promueve la autoconciencia y la responsabilidad sobre el propio aprendizaje. Ilustra tendencias longitudinales, subraya las fortalezas del aprendizaje e identifica las debilidades a mejorar.</p>	<p>Es coherente con el enfoque del aprendizaje centrado en el estudiante. La validez de los dossiers en relación con la competencia de reflexión o metacognitiva es clara en esta situación, pero su fiabilidad para evaluaciones sumativas todavía se tiene que determinar.</p>

Fuente: Prades (2005).

Una competencia se demuestra en la acción, por lo cual, a menudo las mismas actividades de aprendizaje son las actividades de evaluación. De este modo, no se puede evaluar el trabajo en equipo sin hacer trabajar en equipo y, para hacer la evaluación, hay que utilizar procedimientos o estrategias diferentes (un dossier de aprendizaje, un informe o producto del trabajo en equipo, evaluación de los compañeros, etc.). La autoevaluación es una de las otras competencias que sólo se puede llevar a cabo si se involucra a los estudiantes en actividades en las que se requiera.

1.4.4. Los estándares de evaluación y la toma de decisiones

El paso siguiente consiste en establecer los criterios valorativos que nos permiten emitir los juicios de valor respecto de los resultados alcanzados. Si aplicamos los criterios de evaluación sobre los resultados de aprendizaje, podemos expresar estos resultados en términos de estándares de ejecución. Aquí no tan sólo expresamos lo que tiene que hacer, sino que también establecemos los niveles de ejecución que permiten establecer juicios con respecto al nivel de consecución del aprendizaje.

Si queremos mejorar de manera significativa la precisión de nuestros juicios valorativos y, consiguientemente, la consistencia de las valoraciones emitidas con respecto a una misma ejecución (especialmente cuando se hacen por parte de diversos evaluadores), antes hay que aclarar los aspectos o las dimensiones que se quieren evaluar, como también los indicadores o las evidencias que identifican los niveles de valoración que proponemos.

Para conseguir esta aclaración es conveniente utilizar ejemplos de lo que pretendemos. Y para su buen funcionamiento, tendrían que estar insertados en el marco de un esquema general de evaluación.

Finalmente, se tiene que proceder al análisis de toda la información de evaluación con respecto a cada uno de los resultados evaluadores en el nivel de exigencia esperado y determinar si se han alcanzado todas y cada una de las competencias que llevaba implícita la realización de la actividad. Este último análisis nos tiene que llevar a la toma de decisiones con respecto a los estudiantes y al procedimiento de la certificación positiva o a poder expresar el conjunto de indicaciones que tienen que seguir estudiantes y profesores con el fin de recuperar las competencias no alcanzadas, con un material que nos permita diagnosticar con una gran exactitud dónde se sitúan las deficiencias con el fin de poder orientar adecuadamente la acción educativa.

1.5. CONSIDERACIONES FINALES

- Hablar de *competencias* permite un **acercamiento entre el mundo académico** —aquello que pretendemos hacer durante el proceso formativo— **y el mundo laboral** —aquello que los empresarios requieren de nuestros graduados.
- Trabajar con competencias, *definirlas, desarrollarlas, evaluarlas*, **permite ser más eficiente con el proceso formativo**, puesto que se asegura coherencia entre el

resultado final del proceso formativo (el perfil de competencias del programa) y el trabajo individual de cada profesor (definición de contenidos, metodología, etc.).

- **Los procedimientos tradicionales de evaluación no satisfacen** los requisitos que exigen tanto la evaluación de nuevos contenidos como la función del estudiante en el aprendizaje universitario.
- **El planteamiento evaluador tiene que ser colectivo y compartido.** La facultad, el centro o la institución se tiene que asegurar de que los estudiantes sean evaluados en su competencia, tanto en un estadio final como de manera progresiva. De esta forma, por ejemplo, hay que asegurar que todos los estudiantes pasen por más de un examen oral que permita evaluar la competencia comunicativa (sea una presentación de un trabajo individual o de grupo, un examen oral, una ponencia, etc.), pero no hace falta que todos los profesores introduzcan esta modalidad de examinar en sus asignaturas.
- En el marco universitario, la práctica de evaluación no puede continuar teniendo como referente la asignatura y el profesorado (considerado individualmente), sino que **se tiene que considerar el conjunto de asignaturas** y, por lo tanto, el equipo docente tanto desde una perspectiva transversal (qué competencias se trabajan y se evalúan el primer trimestre, por ejemplo) como longitudinal (de qué manera las diferentes asignaturas contribuyen en diferentes niveles al desarrollo de una competencia).
- No es necesario evaluar todas las competencias que se trabajen en el marco de una sola asignatura. **La evaluación de las competencias se tiene que programar** cuando ya haya bastante materia para permitir la evaluación. Hasta entonces, hay que evaluar los resultados de aprendizaje (conocimientos y habilidades) separadamente.
- **Las competencias se desarrollan progresivamente;** por lo tanto, se tienen que diseñar diferentes momentos, además del final, en los que se constate la evolución en la adquisición de la competencia.
- La práctica de evaluación con respecto a su dimensión institucional necesita una gestión que tome en consideración los **diferentes niveles de responsabilidad** (toma de decisiones) que sostienen la organización universitaria.

1.6. DEFINICIONES DEL TÉRMINO *COMPETENCIAS*

«La capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, una capacidad que se sustenta en conocimientos, pero no queda reducida a éstos.» (Perrenoud, 1999)

«Un saber hacer complejo, resultado de la integración, la movilización y la adecuación de capacidades (conocimientos, actitudes y habilidades) utilizados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común.» (Lasnier, 2000)

«Un complejo que implica y comprende, en cada caso, al menos cuatro componentes: información, conocimiento (con respecto a apropiación, procesamiento y aplicación de la información) habilidad y actitud o valor.» (Schmelckes, citada por Barrón 2000)

«La capacidad de movilizar y aplicar correctamente en un entorno laboral determinados recursos propios (habilidades, conocimientos y actitudes) y recursos del entorno para producir un resultado definido.» (Le Boterf, 2001)

«La competencia es la habilidad aprendida para llevar a cabo una tarea, un deber o un rol adecuadamente. Un alto nivel de competencia es un pre-requisito de buena ejecución. Tiene dos elementos distintivos: está relacionada con el trabajo específico en un contexto particular, e integra diferentes tipos de conocimientos, habilidades y actitudes. Hay que distinguir las competencias de los rasgos de personalidad, que son características más estables del individuo. Se adquieren mediante el *learning-by-doing* y, a diferencia de los conocimientos, las habilidades y las actitudes, no se pueden evaluar independientemente.» (Roe, 2002)

«Las competencias son los conocimientos, las habilidades y las motivaciones generales y específicas que conforman los pre-requisitos para la acción eficaz en una gran variedad de contextos con los que se enfrentan los titulados superiores, formuladas de tal manera que sean equivalentes a los significados en todos estos contextos.» (Allen et al., 2003)

En el proyecto Tuning (2003), las competencias representan una combinación dinámica de atributos, con relación a conocimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades, que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo o lo que los alumnos son capaces de demostrar al final de un proceso educativo.

AQU (2004), en su *Marc general per a la integració europea*, define la competencia como «la combinación de saberes técnicos, metodológicos y participativos que se actualizan en una situación y un momento particulares».

ANECA (2004) define el término *competencia* como «el conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas relacionados con el programa formativo que capacita al alumno para llevar a cabo las tareas profesionales recogidas en el perfil de graduado del programa».

«La competencia es la capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que nos plantea una actividad o una tarea cualquiera en el contexto del ejercicio profesional. Comporta dimensiones tanto de tipo cognitivo como no cognitivo. Una competencia es una especie de conocimiento complejo que siempre se ejerce en un contexto de una manera eficiente. Las tres grandes dimensiones que configuran una competencia cualquiera son: *saber (conocimientos)*, *saber hacer (habilidades)* y *ser (actitudes)*.» (Rué, 2005)

2. COMPETENCIAS EN EL ÁMBITO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

2.1. INTRODUCCIÓN

Como se explica al principio del capítulo 1, con el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior se quiere pasar de un modelo basado en la enseñanza de contenidos a un modelo centrado en el aprendizaje por parte del alumnado de unas competencias que le aseguren la integración en el mundo laboral una vez finalizados los estudios, y una capacidad para adaptarse a las cambiantes necesidades del mercado de trabajo. Tal y como se señala en las consideraciones finales del capítulo 1, las competencias permiten «un acercamiento entre el mundo académico —aquello que pretendemos hacer durante el proceso formativo— y el mundo laboral —aquello que los empresarios requieren de nuestros graduados». Por lo tanto, para cada uno de los ámbitos de estudio, las universidades deben saber identificar, definir, promover y evaluar las competencias que el alumnado desarrollará en su ejercicio profesional. Por eso, es necesario conocer no sólo lo que hacen hoy en día los profesionales en cada campo, sino lo que podrían hacer con los conocimientos adquiridos durante su formación.

La identificación de las competencias que el alumnado debe haber adquirido al finalizar los estudios es el punto de partida en el proceso de diseño de una titulación basada en el paradigma educativo propuesto por el modelo de Bolonia. Para identificarlas, se deben definir, por una parte, las atribuciones propias de cada perfil profesional (por ejemplo, ingeniero electrónico, ingeniero informático, arquitecto o arquitecto técnico). Estas atribuciones pueden estar ya definidas en la legislación que regula las competencias de cada profesión. Así, por ejemplo, en la Ley de ordenación de la edificación de 1999 se establecen las responsabilidades de los arquitectos e ingenieros —superiores y técnicos— en los diferentes procesos de edificación. A pesar de todo, no siempre se puede definir un perfil competencial a partir de las atribuciones establecidas en la legislación que regula las diferentes profesiones. Hay casos en los que se produce un solapamiento de atribuciones entre diferentes sectores profesionales que dificulta definir un perfil específico para su formación. Sin embargo, hay que considerar que las actividades profesionales cambian continuamente y a menudo sobrepasan el marco legal previamente fijado.

Por lo tanto, a la hora de identificar las competencias específicas se deben tener en cuenta, simultáneamente, estos factores:

1. La existencia de un modelo profesional consolidado socialmente (así, por ejemplo, se puede aceptar que «el arquitecto proyecta y construye edificios», o que «el ingeniero informático diseña e implementa sistemas informáticos»).

2. La existencia de una legislación que regula las competencias profesionales (por ejemplo, la directiva europea que define el perfil de arquitecto).
3. El carácter dinámico de las actividades profesionales, que se adaptan continuamente a las condiciones sociales y económicas (por ejemplo, aquello que el arquitecto hace define la profesión de arquitecto en un momento determinado).

En este contexto, la definición de las competencias específicas de los ingenieros y arquitectos implica no sólo identificarlas, sino, sobre todo, valorarlas, ya sea para conseguir ajustarse a un modelo profesional previamente asumido (1 y 2) o, todo lo contrario, para formar profesionales que puedan abrir nuevas vías de actividad profesional en su ámbito (3). Por este motivo, es necesario darse cuenta de cuáles son las competencias que tienen un papel más importante en el futuro profesional del ingeniero o del arquitecto tanto desde el punto de vista académico como profesional.

El diseño de una titulación basada en competencias no se acaba con su formulación, sino que requiere un proceso continuado de evaluación de los resultados obtenidos con su aplicación (retroalimentación) y de adaptación del perfil de la titulación a las transformaciones en el ámbito de la profesión (alimentación prospectiva) que se producen continuamente.

Según el modelo pedagógico propuesto por el proyecto Tuning, se debe distinguir entre competencias genéricas –habilidades instrumentales, interpersonales y sistémicas compartidas por los diversos ámbitos de estudio– y específicas –las que son propias de una titulación. A fin de identificar las competencias específicas, se han realizado diversos estudios en el marco del proyecto Tuning. Sin embargo, la ANECA encargó diversos estudios y libros blancos con este propósito. Para llevar a cabo este estudio nos hemos basado en los resultados obtenidos por estos informes.

El área de estudios sobre la que versa esta guía, la de Ingeniería y Arquitectura, comprende un gran número de titulaciones impartidas por diversas universidades. La amplitud de los programas de estudio y la variedad de los perfiles profesionales representan una primera dificultad metodológica a la hora de redactar una guía de evaluación de competencias que pueda ser compartida tanto por Ingeniería como por Arquitectura. La estrategia que se ha adoptado ha sido la de definir protocolos genéricos, que cada titulación y/o centro y/o universidad deberá adaptar a sus propios requerimientos.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS

Para poder identificar las competencias en el área de Ingeniería y Arquitectura, nos hemos basado en algunos de los estudios previamente realizados con este fin. Éstos se pueden dividir en tres grupos: estudios sobre competencias en general, en ingeniería y en arquitectura.

Los documentos examinados son:

■ Sobre competencias en general:

- Proyecto Tuning. Fases I y II⁵
- Proyecto Reflex⁶
- *The Gen Y perceptions study*

■ Sobre competencias en ingeniería:

- *The CDIO syllabus*⁷
- Libros blancos en el área de Ingeniería
- *Engineering. Subject benchmark statement*⁸
- *Estudi sobre els perfils professionals dels enginyers en l'àmbit de les TIC*⁹

■ Sobre competencias en arquitectura:

- Borrador del libro blanco sobre el título de grado Arquitectura de la ANECA¹⁰
- *Tuning Educational Structures in Europe - Subject Area Group Brochure: Architecture*, elaborado por la ENHSA (European Network of Heads of Schools of Architecture)¹¹
- Informe final del proyecto Tuning América Latina¹²

En las secciones siguientes se resume el contenido de estos estudios, y se valoran y se contrastan sus resultados, a fin de exponer la problemática subyacente en cualquier proceso de definición de unas competencias específicas.

⁵ GONZÁLEZ, Julia, WAGENAAR, Robert. *Tuning Educational Structures in Europe. Fase I*. Universidad de Deusto, 2003.
GONZÁLEZ, Julia, WAGENAAR, Robert. *Tuning Educational Structures in Europe. Fase II*. Universidad de Deusto, 2005.

⁶ PROYECTO REFLEX. Informe ejecutivo. *El profesional flexible en la sociedad del conocimiento*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Junio de 2007.

⁷ CRAWLEY, Edward F. *The CDIO syllabus. A statement of goals for undergraduate engineering education*. Department of Aeronautics and Astronautics, MIT (Massachusetts Institute of Technology), enero de 2001.

⁸ *Engineering. Subject benchmark statement*. The Quality Assurance Agency for Higher Education (QAA), 2006.

⁹ LLORENS, Ariadna. *Estudi sobre els perfils professionals dels enginyers en l'àmbit de les TIC*. ATEL, abril de 2008.

¹⁰ *Libro blanco de grado en arquitectura* (borrador). Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, ANECA (http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_arq_borrador.pdf).

¹¹ *Tuning Educational Structures in Europe. Subject Area Group Brochure: Architecture*.

¹² BENEITONE, Pablo; ESQUETINI, César; GONZÁLEZ, Julia; MARTY, Maida; SIUFU, Gabriela; WAGENAAR, Robert (ed.). *Reflections on and outlook for higher education in Latin America. Final Report – Tuning Latin America Project*. Universidad de Deusto / Rijksuniversiteit Groningen, 2004-2007.

2.3. ESTUDIOS SOBRE COMPETENCIAS EN GENERAL

2.3.1. Proyecto Tuning

A fin de que el Espacio Europeo de Educación Superior, también llamado proceso de Bolonia, se pueda aplicar a todas las universidades y para todas las titulaciones, desde la esfera universitaria se impulsó el proyecto Tuning Educational Structures in Europe. El proyecto Tuning plantea un nuevo enfoque que consiste en una metodología de diseñar, desarrollar, aplicar y evaluar los programas de estudios de cada uno de los ciclos universitarios. Además, este proyecto pretende contribuir a aumentar la calidad de los estudios.

Pero además de todo ello, el proyecto Tuning sirve de plataforma para desarrollar puntos de referencia para todos los programas educativos, como los resultados de aprendizaje y las competencias. Los resultados de aprendizaje son manifestaciones de lo que el estudiante ha aprendido, entendido y es capaz de demostrar una vez concluido el aprendizaje. Éstos se expresan con los niveles de competencia que debe adquirir el estudiante.

Uno de los objetivos del diseño de estudios basado en competencias es el de establecer un lenguaje común y compartido, pero que a la vez ofrezca la flexibilidad necesaria a fin de que se pueda aplicar en todos los campos de estudio.

Las competencias representan una combinación dinámica de las capacidades cognitivas, y metacognitivas, de conocimiento y comprensión, interpersonales, intelectuales y prácticas, así como de valores éticos. Éstas se pueden dividir en genéricas y específicas de cada titulación.

Aunque estas últimas se consideran esenciales para construir y desarrollar la base del conocimiento de nivel universitario, el proyecto Tuning quiere remarcar la importancia de las competencias genéricas para conseguir un perfil profesional adecuado, que pueda responder con éxito a los requerimientos del mercado de trabajo actual, caracterizados por la formación continuada y por el cambio permanente de las estructuras profesionales.

Tuning distingue tres tipos de competencias genéricas:

- Instrumentales: habilidades cognitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas.
- Interpersonales: capacidades que facilitan la cooperación y la interacción social.
- Sistémicas: habilidades y capacidades para combinar la comprensión, la sensibilidad y el conocimiento en una totalidad, que se adquieren a partir de las dos anteriores.

Durante la primera fase de desarrollo, el proyecto Tuning se centró en las competencias genéricas. Se hicieron consultas a graduados, académicos y empleadores que permitieron comprobar que el grupo de competencias más importante variaba ligeramente en función

del ámbito de estudios. Sin embargo, se pudo constatar que había similitudes entre las respuestas obtenidas. Se pueden extraer algunas conclusiones de los resultados obtenidos, entre ellas, la gran correlación entre la opinión de los graduados y la de los empleadores sobre las competencias que ambos grupos consideran más y menos importantes. El grado de coincidencia de los académicos con estos dos grupos era elevado, y diferían en las competencias referidas a los conocimientos generales básicos, las habilidades informáticas y las habilidades interpersonales. Así pues, en general se puede decir que las competencias a las que se otorga más importancia están dentro del grupo de las sistémicas y de las instrumentales.

Durante la segunda fase, el proyecto Tuning se ocupó de las competencias específicas a las áreas de Administración y Dirección de Empresas, Química, Ciencias de la Educación, Geología, Historia, Matemáticas y Física. Ingeniería y Arquitectura no se incluyeron en este estudio, por lo que ha sido necesario buscar otros estudios de referencia para identificar las competencias específicas en estos ámbitos.¹³

2.3.2. Informe Reflex

El informe Reflex fue elaborado en el marco de un proyecto europeo nombrado «The flexible professional in the knowledge society. New demands on higher education in Europe». El principal objetivo de este estudio fue identificar las competencias más solicitadas a la hora de acceder al mundo laboral y las que se adquieren durante los estudios. Por lo tanto, gracias a este informe se puede identificar qué competencias se deben desarrollar más activamente, y si existe alguna que no sea tan prioritaria.

Un total de catorce países participaron en este estudio, en el cual se dividen las titulaciones en ocho grandes áreas de estudio; una de ellas es Ingeniería y Arquitectura. Se consultaron casi 40.000 alumnos de diversos países europeos que acabaron los estudios durante el curso 1999-2000, de los cuales 5.500 lo hicieron en el Estado español.

En las conclusiones, el informe ofrece respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de graduados han estudiado las diferentes carreras?
- ¿Qué opinión tienen estos graduados de los estudios que han recibido?
- ¿Qué han hecho realmente durante los estudios?
- ¿Cómo les va el trabajo actual?
- ¿Qué competencias se les exige en su puesto de trabajo y cuáles recibieron en la universidad?
- ¿Cómo les va, en todos los aspectos, comparativamente con el resto de graduados europeos?

¹³ Véanse los puntos 2.4 y 2.5, en los que se detallan diferentes estudios basados en competencias tanto del área de Ingeniería como de la de Arquitectura.

Si se tienen en cuenta todos los aspectos de este estudio, podremos acercar las características de los graduados europeos y definir mejor las nuevas titulaciones.

Si tomamos como referencia el grupo de titulados muy satisfechos o bastante satisfechos con su trabajo, y nos fijamos en el nivel de competencias que resultan más necesarias para los puestos de trabajo actuales del área de las titulaciones técnicas, podemos listar las competencias más valoradas. En aquellas en las que hay más diferencia entre el nivel necesario y el nivel adquirido en la universidad se marcan con uno (+), y con un (-) aquellas donde menos diferencia se constata. Por orden:

- Capacidad para hacerse entender (+)
- Capacidad para coordinar actividades (+)
- Capacidad para utilizar el tiempo de forma efectiva
- Capacidad para encontrar nuevas ideas y soluciones
- Capacidad para trabajar en equipo
- Capacidad para rendir bajo presión
- Capacidad para utilizar herramientas informáticas
- Dominio de su área o disciplina
- Capacidad para adquirir con rapidez nuevos conocimientos (-)
- Capacidad para redactar informes o documentos
- Capacidad para hacer valer la propia autoridad (+)
- Predisposición para cuestionar las ideas propias o las de otros
- Capacidad para movilizar las capacidades de otros (+)
- Pensamiento analítico (-)
- Capacidad para presentar en público productos, ideas o informes
- Capacidad para negociar de manera eficaz (+)
- Capacidad para detectar nuevas oportunidades
- Conocimientos de otras áreas o disciplinas (-)
- Capacidad para escribir y hablar idiomas extranjeros

2.3.3. *The gen Y perceptions study*

Otros tipos de estudios se han orientado a conocer las capacidades de la denominada «generación Y» —es decir, los que nacieron a partir del el año 1978— desde una perspectiva sociológica.^{14, 15, 16} Aunque estos estudios no están directamente relacionados con las competencias que se proponen en el EEES, sus conclusiones pueden servir para identificar las características, aptitudes, actitudes y capacidades de los profesionales de esta generación. A partir de este conocimiento se puede saber qué capacidades se deben priorizar, y cómo se pueden trabajar y evaluar las diferentes competencias, a fin de obtener titulados bien formados en todos los aspectos, tanto personales como profesionales.

Sin embargo, si se tiene en cuenta la forma que tienen de relacionarse con las otras generaciones, concretamente con la generación X (nacidos entre 1964 y 1978), y la generación Boom (nacidos antes del 1964), podremos saber la forma de comunicación educador-alumno más adecuada.

Cabe destacar, como características, que la generación Y:

- Quiere un reconocimiento instantáneo.
- La informalidad y la profesionalidad pueden coexistir.
- Creen que tienen derecho a beneficios que todavía no se han ganado.
- Quieren pagar sus facturas.
- Son considerados «multitarea», y asimismo funcionan bien con aspectos como el trabajo en equipo y el autoaprendizaje.

La opinión de las otras dos generaciones sobre la Y difiere principalmente en los dos últimos puntos mencionados.

En el ámbito estatal, las características de nuestra generación Y también se han tenido en cuenta en diferentes informes. Un ejemplo lo encontramos en el estudio PAFET V (Perfiles Emergentes de Profesionales TIC en Sectores Emergentes) del COIT (Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicaciones) en el que se analizan cuáles son las necesidades competenciales, profesionales y formativas, presentes y futuras, de los profesionales que trabajan en el sector de las TIC.

¹⁴ PHAM, Vu H.; MIYAKE, Lisa; CASE, Jim; GIL, Sean. *The gen Y perceptions study*. Career Center y Spectrum Knowledge, 2008.

¹⁵ Freshminds. Work 2.0 survey – My generation. MT, febrer de 2008. Disponible en: <http://www.managementtoday.co.uk/news/786810/mt-freshminds-work-20-survey-generation>.

¹⁶ McCrindle, Mark. *The ABC of XYZ: Generational diversity at work*. McCrindle Research. Disponible en: http://www.quayappointments.com.au/email/040213/images/generational_diversity_at_work.pdf.

2.4. ESTUDIOS SOBRE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA

2.4.1. *The CDIO syllabus*

La iniciativa CDIO (*Conceive, design, implement and operate*, 2001), que propone el Massachusetts Institute of Technology (MIT), es un innovador marco educativo para la producción de la próxima generación de ingenieros. Con esta iniciativa se pretende impulsar una nueva forma de enseñar que debe proporcionar al alumnado una educación que destaca los fundamentos de la ingeniería establecidos de acuerdo con los conceptos, el diseño, la aplicación y el funcionamiento del mundo real de sistemas y productos.

La iniciativa CDIO fue desarrollada con las aportaciones de profesores, de empresarios, ingenieros y estudiantes. Una de las características más notables de este estudio es su posible generalización para todas las escuelas de ingeniería, con independencia de cada rama.

A continuación se describe el proceso que se ha utilizado para diseñar los diferentes planes de estudios de cada una de las titulaciones. Se ha creado una plantilla en la que se describen los objetivos y el proceso para adaptar el programa a cualquier ingeniería.

El procedimiento para obtener y personalizar el documento se desarrolla en tres etapas:

1. El **primer paso** consiste en la creación de la lista completa de los ítems y de la estructura de los ítems de nivel inferior con cabeceras y categorías identificables. Sin embargo, las listas de ítems no son un requisito indispensable.
2. En el **segundo paso** se describe cómo los diferentes ítems se pueden convertir en necesidades, utilizando un proceso de estudio para evaluar los niveles de competencia deseados por un programa o una ingeniería en concreto.
3. En el **tercer y último paso**, los ítems se vuelven a formular como objetivos de aprendizaje utilizando el lenguaje formal sobre aprendizaje, de acuerdo con la taxonomía Bloom.¹⁷

La estructura de este plan de estudios se desarrolla a partir de los apartados siguientes:

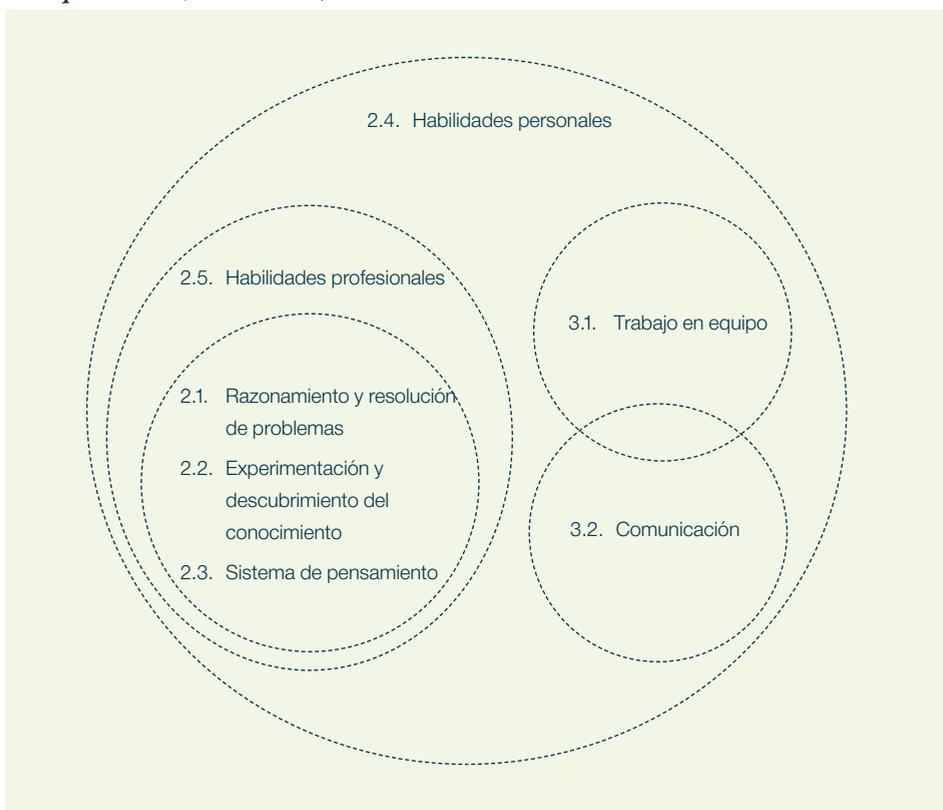
1. Conocimiento y razonamiento técnico: son los que más varían entre las diferentes ingenierías y son un recordatorio de que los conocimientos técnicos son los fundamentales y deben ser el primer objetivo de la educación.
2. Habilidades personales y profesionales.
3. Habilidades interpersonales.

¹⁷ Véase el anexo B del estudio CDIO. Crawley, E. F. *The CDIO syllabus. A statement of goals for undergraduate engineering education*. Department of Aeronautics and Astronautics, MIT, enero de 2001.

4. Concepción, diseño, implementación y operación de sistemas en el contexto social y empresarial.

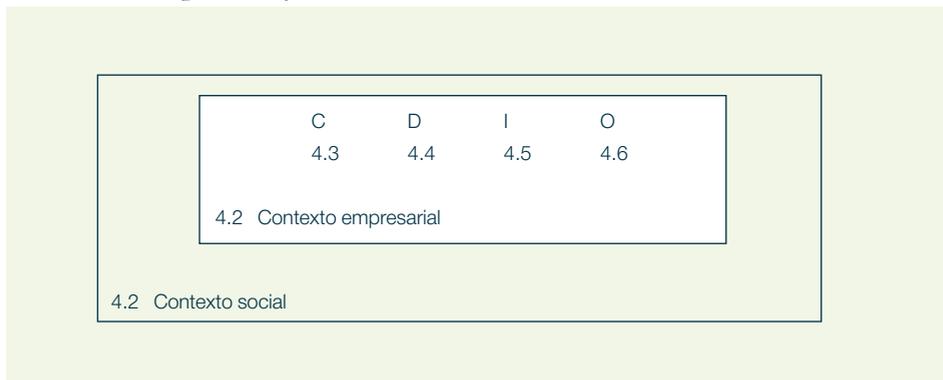
Los apartados 2 y 3 son bastante comunes entre todas las titulaciones y por lo tanto también sirven para las ingenierías; serían el equivalente a las competencias genéricas en el sistema europeo. Los diferentes subapartados de estos dos puntos están relacionados, como se muestra en la figura 2.1, donde se puede ver, por ejemplo, que las secciones que van de la 2.1 a la 2.3 son paralelas y que a la vez están incluidas dentro de las habilidades profesionales. También podemos observar que las habilidades interpersonales están divididas en dos grupos que a la vez se superponen y todo el conjunto forma parte de las habilidades personales.

Figura 2.1. Diagrama de Venn de las habilidades personales y profesionales e interpersonales (CDIO, 2001)



En el apartado 4, que es común para todas las ingenierías, se presenta una visión moderna de cómo la producción y el desarrollo de sistemas se encamina hacia cuatro fases: concepto (*conceiving*), diseño (*design*), implementación (*implementing*) y funcionamiento (*operating*). Todas estas fases tienen lugar dentro del contexto empresarial y a su vez, las empresas existen sobre un contexto social y externo (véase la figura 2.2).

Figura 2.2. Concebir, diseñar, implementar y hacer funcionar productos y sistemas, en un marco empresarial y dentro de un contexto social (CDIO, 2001)



Hasta aquí hemos observado dos de los cuatro niveles que forman este estudio. El estudio detallado de cada nivel permite a los docentes conocer los contenidos y los objetivos, así como comprender el desarrollo de estas habilidades en un plan de estudios, a fin de poder preparar la enseñanza y la evaluación.

A fin de transformar la lista de temas y de habilidades en objetivos de aprendizaje, debe establecerse un proceso que determine el nivel adecuado de adquisición de los diferentes ítems que debería haber adquirido un ingeniero graduado.

Para determinar estos niveles, se deben llevar a cabo encuestas bien formuladas, claras y concisas, que deberán dirigirse a todos los grupos implicados en la formación y posterior contratación de los graduados. Un enfoque adecuado consiste en pedir al encuestado el nivel de conocimiento que se espera del ingeniero graduado, dividido en estos cinco ámbitos:

1. Haber tenido alguna experiencia o haber sido expuesto a...
2. Ser capaz de participar y contribuir en...
3. Ser capaz de entender y explicar...
4. Tener habilidad en la práctica o implementación de...
5. Ser capaz de innovar o liderar en...

Estos niveles se parecen al progresivo desarrollo de las habilidades de un ingeniero, desde un aprendiz hasta un alto dirigente.

Una vez realizadas las encuestas y analizados los resultados, deberá seguirse el último punto: formulación del plan de estudios como objetivos de aprendizaje. El estudio propone seguir estos pasos:

1. Escoger una taxonomía para los objetivos.
2. Desarrollar una correspondencia entre la taxonomía escogida y el nivel de aptitud deseado.
3. Escribir los objetivos para cada uno de los temas del plan de estudios, manteniendo la correspondencia de la taxonomía con el nivel de aptitud deseado.

Para este estudio se optó por la taxonomía Bloom, pero se podría haber escogido alguna otra o incluso haber desarrollado una nueva. En el caso del EEES, se deberían aplicar los descriptores de Dublín.

Aunque es un estudio americano, y, además, no está desarrollado exactamente con los requerimientos del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, es una referencia y puede llegar a ser una muy buena base para diseñar los nuevos planes de estudios en la parte de Ingeniería.

2.4.2. Libros blancos en el área de Ingeniería

Los diferentes libros blancos que existen fueron impulsados desde la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), con el fin de crear una herramienta útil y práctica para el diseño de las nuevas titulaciones adaptadas al EEES (Espacio Europeo de Educación Superior). La ANECA publicó entre el 2004 y el 2005 diferentes libros blancos en el área de Ingeniería, cada uno con un nivel de consenso diferente según la titulación (véase http://www.aneca.es/activin/activin_conver_LLBB.asp):

- *Libro blanco de los títulos de grado en ingenierías Náutica y Marítima (anexo en Radioelectrónica Naval)*
- *Libro blanco de titulaciones de grado de ingeniería de la rama industrial (propuesta de las escuelas técnicas superiores de ingenieros industriales)*
- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Naval y Oceánica*
- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Aeronáutica*
- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería de Materiales*
- *Libro blanco de titulaciones de grado de ingeniería de la rama industrial (propuesta de las escuelas que imparten Ingeniería Técnica Industrial)*
- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Química*
- *Libro blanco de los títulos de grado en Ingeniería de Telecomunicación*
- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Civil*
- *Libro blanco de los títulos de grado en Ingenierías Agrarias e Ingenierías Forestales*
- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería de Minas y Energía*
- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería de Edificación*

- *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Informática*
- *Libro blanco del título de grado de ingeniero en Geomática y Topografía*

Concretamente, en el *Libro blanco de la Ingeniería Informática (2004)*¹⁸ —uno de los que obtuvo más consenso—, entre los aspectos tratados hay un estudio sobre la inserción laboral de los graduados, así como sobre su perfil y sobre las competencias consideradas más relevantes. Es precisamente este último punto el que más nos interesa destacar.

Se propuso una lista de competencias basada en el proyecto Tuning, pero con menos competencias y algunas características propias. A partir de esta lista de competencias se realizaron encuestas a diferentes colectivos (profesores, empresarios y graduados) para valorar, entre otras cuestiones, qué competencias eran las más o menos importantes, y las coincidencias o diferencias entre la opinión de los diferentes grupos.

No todas las preguntas de la consulta eran las mismas pero sí las que afectaban a las competencias; por lo tanto, los resultados extraídos son válidos para comparar las prioridades.

Concretamente se estudiaron las competencias profesionales que deben haber adquirido los ingenieros al finalizar la carrera, desde tres vertientes diferentes: para los empresarios, los profesores y los titulados. Las preguntas hacían referencia a:

- Para los empresarios y los graduados: valora la importancia, como factor de contratación, que la empresa otorga a cada una de las competencias de la lista.
- Para los académicos: valora la importancia de formar en los estudios de grado cada una de las competencias de la lista.

A partir del análisis de los resultados se puede concluir que tanto las competencias valoradas como importantes, como las consideradas menos importantes coinciden. A continuación se muestran las competencias mejor valoradas:

- Conocimientos básicos y fundamentales en el ámbito de formación.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Motivación para la calidad y la mejora continuada.
- Razonamiento crítico.
- Habilidades en las relaciones interpersonales.

A partir de este punto, si se conocen las competencias más importantes para un ingeniero informático y se analizan el resto de libros blancos existentes para las otras titulaciones, se puede determinar qué competencias deben potenciarse a la hora de diseñar un nuevo plan de estudios.

¹⁸ *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Informática*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), marzo de 2004.

2.4.3. Engineering. Subject benchmark statement

Este documento, elaborado por la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario del Reino Unido (QAA) y publicado el año 2006, es la referencia utilizada para definir las titulaciones que corresponden a Ingeniería en este país.

Este estudio también recoge los resultados de aprendizaje publicados por el Consejo de Ingeniería del Reino Unido (ECUK), en el documento nombrado *Standard for professional engineering competence - (UK-SPEC)*.

En el documento se describen las competencias genéricas y específicas de los ingenieros, necesarias tanto para un graduado como para un máster. Cabe destacar que éste es un documento de mínimos, dado que los programas educativos exigen un nivel superior y, por lo tanto, los titulados acabarán adquiriendo unos niveles competenciales superiores.

Si nos fijamos en las competencias genéricas de un ingeniero, según este documento, los alumnos graduados deben satisfacer los criterios siguientes:

- Conocer y entender: los ingenieros deben ser capaces de demostrar que conocen y entienden los conceptos, las teorías y los principios de su titulación, aparte de los conocimientos matemáticos y científicos básicos. Deben ser capaces de apreciar el impacto social, ambiental, ético, económico y comercial de sus decisiones.
- Habilidades intelectuales: los graduados tienen que poder aplicar las herramientas necesarias con el fin de analizar los problemas, y tienen que poder demostrar habilidades creativas e innovadoras para sintetizar soluciones y formular diseños. Tienen que poder construir una visión global de la situación y al mismo tiempo poder trabajar con el detalle adecuado.
- Habilidades prácticas: los ingenieros deben tener conocimientos prácticos, adquiridos por ejemplo con trabajos realizados en los laboratorios o talleres, en el ámbito de la industria con experiencias de trabajo supervisadas, con proyectos realizados individualmente o en grupo, en trabajos de diseño o con el diseño, análisis y control de software. También es necesario realizar un proyecto importante y haber hecho trabajos en grupo.
- Competencias generales transversales: los ingenieros tienen que haber desarrollado habilidades transversales que son útiles para todo tipo de situaciones. Entre éstas, se encuentran la resolución de problemas, la comunicación y el trabajo en grupo. También deben saber investigar, aprender de forma autónoma y mejorar el propio rendimiento.

2.4.4. Estudio sobre los perfiles profesionales de los ingenieros en el ámbito de las TIC

Este estudio, realizado por Ariadna Llorens (2008) con la colaboración de la Asociación Catalana de Ingenieros de Telecomunicación, pretende dar a conocer la visión que tiene el mundo empresarial de los ingenieros formados hoy en día en las principales universidades catalanas. En este estudio se distingue entre ingenieros e ingenieros técnicos y se analizan

los conocimientos técnicos y empresariales adquiridos durante los estudios. En definitiva, la finalidad del estudio es conocer si las empresas que buscan a un ingeniero encuentran a los titulados que requieren, y sobre todo, si éstos responden a sus expectativas.

Para que el estudio pueda resultar una herramienta útil se enfocan las diferentes cuestiones desde el punto de vista de competencias, las cuales no coinciden plenamente ni con las del estudio del proyecto Tuning ni con las del *Libro blanco de la Ingeniería Informática*, pero no difieren mucho del planteamiento de lo que son las competencias genéricas.

En el cuestionario hay 14 preguntas, de las cuales sólo las tres primeras hacen referencia a competencias. Con la primera pregunta se pretende identificar la importancia que tiene cada una de las competencias en la contratación de un ingeniero técnico y un ingeniero. La segunda pregunta hace referencia a las competencias que no tienen los ingenieros titulados y la última se refiere a las competencias que demuestran tener los ingenieros titulados contratados últimamente por la empresa.

A continuación se presenta una lista de las competencias consideradas más importantes para un ingeniero TIC según las empresas (por orden de importancia; cabe decir que el nombre y la descripción de las «competencias» que se mencionan en el estudio se han respetado en este documento):

1. Capacidad de trabajar en equipo.
2. Compromiso para aprender.
3. Orientación al cliente.
4. Resolución.
5. Innovación.
6. Iniciativa proactividad.

Sin embargo, se listan las competencias consideradas más importantes para un ingeniero técnico TIC según las empresas (por orden de importancia):

1. Capacidad para trabajar en equipo.
2. Compromiso para aprender.
3. Resolución.
4. Compromiso con la empresa.
5. Capacidad de búsqueda de información.

A continuación, se enumeran las capacidades profesionales que el estudio considera que no tienen ni los ingenieros ni los ingenieros técnicos TIC que se acaban de titular, según las empresas (por orden de importancia):

1. Capacidad de negociación.
2. Capacidad de comunicación.
3. Liderazgo.
4. Orientación al cliente.
5. Compromiso con la empresa.

Finalmente, las capacidades que el estudio considera que sí que tienen estos ingenieros (por orden de importancia):

1. Capacidad de búsqueda de información.
2. Compromiso para aprender.
3. Pensamiento analítico.
4. Capacidad de trabajar en equipo.

2.4.5. Análisis comparativo de los cuatro estudios

Una vez analizados los cuatro estudios es necesario compararlos a fin de analizar las diferencias y similitudes entre los diferentes planteamientos.

En primer lugar, debemos destacar que ninguno de los estudios toma como referencia las 30 competencias genéricas planteadas por el proyecto Tuning, aunque sí que se pueden establecer relaciones entre las diferentes habilidades previstas por todos los estudios. Entre todos, el estudio CDIO del año 2001 es el que plantea más competencias, tanto genéricas como específicas, pero éste fue un estudio previo al proyecto Tuning y se realizó desde un marco no europeo (sobre el EEES).

Sólo en el proyecto CDIO se listan competencias específicas de las ingenierías.

En todos los estudios, menos en el del Reino Unido, la lista de competencias se somete a una consulta, ya sea a los titulados y/o a los profesores, y/o a los empleadores, para valorar diferentes aspectos relacionados con las competencias entre sí, la importancia que les dan, el nivel de adquisición necesario o el nivel de adquisición de éstas durante la titulación.

En cambio, a diferencia de los otros, el documento *Engineering. Subject benchmark statement* especifica el nivel de adquisición mínimo de las competencias genéricas.

Es importante advertir que el proyecto CDIO es el más completo, ya que proporciona una lista de competencias, describe el proceso que se debe seguir para diseñar un plan de estudios basado en competencias, y propone y da un ejemplo de cómo adaptar el procedimiento general a unos estudios determinados.

A continuación, podemos ver en la tabla 2.1 una comparativa con las características de los diferentes estudios:

Tabla 2.1. Comparativa de las características de los diferentes estudios de ingeniería

	Estudio CDIO	Libros blancos	Engineering	Estudio perfiles ingenieros TIC
Utiliza la referencia de competencias Tuning	No	No	No	No
Se definen competencias específicas	Sí	No	No	No
Se realizan consultas	A titulados, profesores y empleadores	A titulados, profesores y empleadores	No	A empleadores
Se especifica el nivel de adquisición de las competencias	En el ejemplo concreto de una titulación	No	Sí	No

2.5. ESTUDIOS SOBRE COMPETENCIAS EN ARQUITECTURA

2.5.1. Libro blanco - título de grado en Arquitectura

El borrador del libro blanco de Arquitectura, redactado a petición de la ANECA, prevé un conjunto de 99 competencias para los estudios de arquitectura, divididas entre 33 que son genéricas y 66 que son específicas. Las competencias genéricas incluyen las 23 facilitadas por la ANECA (basadas en las 30 del proyecto Tuning, pero no exactamente coincidentes con éstas) y 10 más que se consideran necesarias para la formación del arquitecto. Las 66 específicas se dividen en dos grupos –habilidades y saberes–, con 33 competencias cada uno (véase la lista de competencias en el anexo 2).

Los autores del libro blanco han llegado a definir este conjunto de competencias –genérico y específico– a partir de un estudio comparativo de los requerimientos establecidos por:

- La Directiva 85/384/CE del Consejo de las Comunidades Europeas de 10 de junio de 1985, que regula el reconocimiento de los títulos en el ámbito de la arquitectura
- El cuestionario de la NAAB (National Architectural Accrediting Board) para la valoración de los estudios de arquitectura en los Estados Unidos.
- Las descripciones de las materias troncales establecidas en las directrices del título de Arquitectura vigente en España.

Según la directiva europea, que el libro blanco toma como referencia, la enseñanza de la arquitectura debe mantener un equilibrio entre los aspectos técnicos y prácticos para garantizar la adquisición de:

1. La **aptitud** para elaborar proyectos arquitectónicos que satisfagan a la vez las exigencias estéticas y técnicas.
2. Un **conocimiento adecuado** de la historia y de las teorías de la arquitectura, así como de las artes, tecnologías y ciencias humanas relacionadas.
3. Un **conocimiento** de las bellas artes en tanto que factor susceptible de influir en la calidad de la concepción arquitectónica.
4. Un **conocimiento adecuado** del urbanismo, la planificación y las técnicas aplicadas en el proceso de planificación.
5. La **capacidad** de comprender tanto las relaciones entre las personas y las creaciones arquitectónicas y entre éstas y sus contornos, como la necesidad de armonizar entre éstos las creaciones arquitectónicas y los espacios, en función de las necesidades y de la escala humana.
6. La **capacidad** de comprender la profesión de arquitecto y su función en la sociedad, en particular elaborando proyectos que tengan en cuenta los factores sociales.
7. Un **conocimiento** de los métodos de investigación y preparación del proyecto de construcción.
8. El **conocimiento** de los problemas de concepción estructural, construcción e ingeniería civil vinculados con los proyectos de edificios.
9. Un **conocimiento adecuado** de los problemas físicos y de las tecnologías, así como de la función de los edificios, de forma que se dote a éstos de todos los elementos para hacerlos internamente confortables y para protegerlos de los factores climáticos.
10. Una **capacidad** técnica que le permita concebir edificios que cumplan las exigencias de los usuarios, respetando los límites impuestos por los imperativos presupuestarios y las regulaciones en materia de construcción.
11. Un **conocimiento adecuado** de las industrias, organizaciones, reglamentaciones y procedimientos necesarios para realizar los proyectos de edificios y para integrar los planos en la planificación.

En el estudio del libro blanco se ha hecho una adaptación de los conceptos pedagógicos utilizados en el decreto regulador de los títulos de grado y adoptados por la ANECA para mantener la correspondencia con los términos utilizados en la directiva europea, que en su traducción en castellano diferencia entre aptitudes y capacidades, y entre conocimientos y conocimientos adecuados (véase la tabla 2.2). Según el uso que se hace de estos términos en la directiva europea, las aptitudes tienen más valor que las capacidades, y los conocimientos son de un orden superior al de los conocimientos que son sólo adecuados.

Tabla 2.2. Correspondencia entre los conceptos pedagógicos utilizados por el libro blanco con los de la ANECA y la directiva europea

ANECA	Libro blanco	Directiva europea
Conocimientos	Saberes	
	■ Esenciales (comprensión)	Conocimiento
	■ Secundarios (conocimiento)	Conocimiento adecuado
Aptitudes o destrezas	Habilidades	
	■ Esenciales (aptitudes)	Aptitudes
	■ Secundarios (destrezas)	Capacidades

Sin embargo, la división entre, por una parte, las competencias genéricas o transversales y las competencias específicas, por otra, ha sido cuestionada por el libro blanco, que considera que las competencias genéricas y transversales no son necesariamente lo mismo y, por lo tanto, hay que diferenciarlas (véase la tabla 2.3).

Tabla 2.3. Clasificación de competencias propuestas por la ANECA y adaptadas al libro blanco

ANECA	Libro blanco
Genéricas o transversales	Genérica Genérica transversal
Específicas	Específica Específica transversal

Según la interpretación que hace el libro blanco, una competencia genérica es un atributo de la persona que le facilita el ejercicio de la arquitectura, y una competencia transversal se da cuando es compartida por otros campos del saber.¹⁹ Las competencias genéricas tienen que servir para definir los contenidos propios del título, mientras las específicas sirven para definir los contenidos que forman el plan de estudios de cada universidad.

Más concretamente, las definiciones de estos conceptos pedagógicos según la interpretación que hace el libro blanco son:

¹⁹ *Libro blanco de grado en Arquitectura (borrador)*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, ANECA, p. 29. Disponible en: <http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_arq_borrador.pdf>.

- **Competencia:** Dominio de un saber, disciplina o técnica.
- **Capacidad:** Disposición adquirida para el buen ejercicio de una actividad.
- **Aptitud:** Suficiencia o idoneidad para el buen desempeño de una actividad.
- **Conocimiento:** Facultad adquirida para formar ideas sobre la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas.
- **Comprensión:** Entendimiento profundo de una cosa que permite formarse idea clara de ella.

En el libro blanco se postula un modelo de arquitecto que pueda combinar los conocimientos artísticos, técnicos y científicos. Éste ha sido el modelo prevaleciente en la enseñanza de la arquitectura en España y se diferencia —según los autores del libro— del modelo adoptado por la mayoría de países europeos, donde los ámbitos artísticos y técnicos se habrían segregado en arquitectos artistas y arquitectos técnicos (ingenieros de la construcción). Los autores consideran que la implantación de un grado de tres años pondría en peligro la existencia del modelo integrador que prevalece en España.

A partir de las estadísticas de ocupación de los colegiados, se identifican cinco ámbitos de actuación de los arquitectos y el porcentaje que éstos dedican a cada uno: edificación (91,2%), urbanismo (39,4%), acción inmobiliaria (37,7%), especialización técnica (22,1%) y dibujo y diseño (20,4%). De estos datos se deduce, pues, que la actividad fundamental del arquitecto es el proyecto arquitectónico y urbano, y la obra de edificación.

El plan de estudios que propone el libro blanco se centra en lo que se considera la actividad esencial del arquitecto —el proyecto y la edificación— y desplaza de los estudios de postgrado a aquellas competencias que se le han «adherido» al arquitecto a lo largo del último siglo.

La estructura del título de grado se compone de tres bloques temáticos con nuevos contenidos formativos que constituyen el núcleo de la formación como arquitecto (véase la tabla 2.4). A partir de este núcleo, el postgrado se entiende como una especialización en estas cinco áreas: planeamiento urbano, acción inmobiliaria, especialización técnica, dibujo y diseño, y restauración y patrimonio.

Tabla 2.4. Materias que forman los bloques temáticos

Bloque temático	Contenido formativo
Propedéutico	Dibujo, física, matemáticas
Técnico	Construcción, estructuras, instalaciones
Proyectual	Composición, proyectos, urbanismo

Sobre las modalidades de aprendizaje que se aplican en los estudios de grado, el libro blanco distingue dos: las basadas en el taller y las denominadas convencionales. En cada modelo se pueden realizar actividades de aprendizaje de carácter teórico y práctico. El

modelo basado en el taller se considera el más característico, el que tiene más tradición en la enseñanza de la arquitectura y el más adecuado para desarrollar las habilidades. En este sentido, los autores del libro blanco consideran que el modelo de enseñanza tradicional en la arquitectura ya está centrado en el alumno.

Sin embargo, hay dos características más que el nuevo paradigma educativo proclama, que se consideran parte de la tradición educativa de la arquitectura y que se corresponden con el modelo pedagógico del taller: establecer vínculos entre las competencias desarrolladas durante la carrera con las competencias profesionales, y crear ámbitos específicos para la evaluación holística de las competencias. En el primer caso, los vínculos se crean desarrollando un proyecto en el taller bajo la dirección de los profesores de proyectos que aportan su experiencia profesional. En el segundo caso, el proyecto final de carrera permite valorar la capacidad del alumno para sintetizar los conocimientos adquiridos durante los estudios en torno a un proyecto.

El perfil de arquitecto que el libro blanco toma como modelo se corresponde con el descrito por la directiva europea: un profesional capaz de combinar las aptitudes estéticas y técnicas y de aplicarlas al diseño y construcción de edificios y al planeamiento urbano. Se considera que los planes de estudios de Arquitectura vigentes actualmente en España responden a este modelo de arquitecto y que, por lo tanto, se debe preservar ante los posibles cambios derivados de la aplicación del «modelo de Bolonia». Por este motivo, la lista de competencias específicas es básicamente una adaptación de las asignaturas que se están impartiendo en los planes de estudio vigentes.

El concepto de competencia —como parece que lo entiende el libro blanco— no se basa en el conocimiento que el estudiante adquiere a lo largo de los estudios (y más allá), tal y como se espera del modelo de enseñanza y aprendizaje centrado en el alumno que propone el modelo de Bolonia, sino en los conocimientos que se adquieren por el hecho de cursar unas asignaturas que conforman el plan de estudios. Sin embargo, la estructuración del plan de estudios en tres bloques —propedéutico, técnico y proyectual— y nueve materias —dibujo, física, matemáticas, construcción, estructuras, instalaciones, composición, proyectos y urbanismo— pone el énfasis en el contenido del plan de estudios y no tanto en las competencias que debe desarrollar el estudiante, por ejemplo mediante itinerarios, como sugiere el proyecto Tuning. Al reafirmar la validez de los planes de estudios vigentes, parece que el espíritu del libro blanco contradice una de las ideas principales del proyecto Tuning, como la necesidad de diseñar nuevos programas educativos para que su contenido mejore a lo largo del tiempo, tanto a partir de la valoración de los resultados obtenidos en su aplicación (retroalimentación) como del continuo proceso de adaptación a los desarrollos sociales (alimentación prospectiva).²⁰

Sin embargo, el libro blanco introduce un sistema propio de valoración de las competencias —conocimientos esenciales y secundarios; habilidades esenciales y secundarias— que se justifica por el uso de términos parecidos en la directiva europea que define el perfil profesional del arquitecto. La adquisición de estas competencias se limita al nivel de grado. No se prevé la continua adquisición de una competencia a lo largo de los tres ciclos educativos —grado, máster, doctorado— tal y como proponen los descriptores de Dublín. El

máster se plantea como una especialización y no como una continuación de la formación adquirida en el grado. Finalmente, en el libro blanco no se hace ninguna referencia a la integración del máster en un nuevo programa educativo ni a la investigación, aunque la habilidad para investigar forma parte de las competencias de la NAAB (National Architectural Accrediting Board).

2.5.2. Tuning – Arquitectura

Durante el año 2006, un grupo de trabajo de la ENHSA (European Network of Heads of Schools of Architecture), una red temática subvencionada por el programa Sócrates de la Unión Europea, preparó un cuestionario para identificar las competencias más relevantes en el ámbito de la enseñanza de la arquitectura en Europa.

La lista de competencias se creó a partir de:

- la experiencia del proyecto Tuning;
- las características específicas de la disciplina arquitectónica;
- el marco institucional vigente.

Como resultado de este proceso de trabajo se propusieron un total de 61 competencias divididas en tres grupos (véase la lista en el anexo 2): genéricas (20), específicas para la profesión (23) y específicas para la investigación (18). La inclusión de un grupo de competencias de investigación se justificó porque se considera necesario que la arquitectura participe de los métodos y procedimientos que utilizan las disciplinas más científicas a fin de que en el futuro se pueda homologar.

Se hicieron encuestas para valorar las competencias en cada uno de los tres ciclos —grado, máster, doctorado—, a las que respondieron 275 profesores de escuelas de arquitectura de la mayoría de los países europeos. A continuación, se resumen las cinco competencias más valoradas para cada uno de los tres ciclos educativos y para cada uno de los tres tipos de competencias: genéricas (tabla 2.5), específicas relacionadas con la profesión (tabla 2.6) y específicas relacionadas con la investigación (tabla 2.7).

²⁰ La posición del libro blanco con respecto a los cambios que propone el modelo de Bolonia se puede contrastar con la adoptada en algunos estudios realizados hace más de treinta años, en los cuales ya se proponían cambios muy parecidos en el espíritu y en la letra de los que ahora se están proponiendo en el «nuevo» modelo educativo. En el capítulo «Arquitectura y enseñanza», de Antonio Fernández Alba, incluido en el libro *Ideología y enseñanza de la Arquitectura en la España contemporánea*, Madrid, Tucar Ediciones, 1975, p. 19, se describen las características del nuevo modelo con estas palabras:

- « ■ El alumno debe ser responsable de su propio aprendizaje.
- La organización del aprendizaje debe facilitar la adquisición de las aptitudes para proseguir el aprendizaje y no solamente la adquisición de conocimientos.
- El desarrollo de las aptitudes sociales y personales es tan importante como la adquisición de los conocimientos.
- La evaluación del trabajo debe ser una responsabilidad tanto del que aprende como del que enseña.
- Los esfuerzos del alumno, para planificar, ejecutar y evaluar su propio trabajo deben ser aceptados como legítimos por parte del profesor.»

Tabla 2.5. Lista de las cinco competencias genéricas más valoradas

Grado	Máster	Doctorado
Habilidades avanzadas en informática incluyendo la habilidad de usar Internet críticamente, como medio de comunicación y fuente de información.	Capacidad de desarrollar y entender un pensamiento analítico y crítico.	Capacidad de desarrollar y entender un pensamiento analítico y crítico.
Capacidad de aprender.	Capacidad de aplicar un espíritu de síntesis de ideas y formas.	Capacidad de evaluar ideas, propuestas, formas.
Capacidad de aplicar un espíritu de síntesis de ideas y formas.	Capacidad de generar nuevas ideas y formas.	Apreciación de la diversidad y de la calidad multicultural de la sociedad europea contemporánea.
Habilidades personales y sociales en la expresión y comunicación oral, escrita y gráfica.	Capacidad de desarrollar una comprensión transdisciplinaria.	Capacidad de aprender.
Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	Habilidades personales y sociales en la expresión y comunicación oral, escrita y gráfica.	Habilidades personales y sociales en la expresión y comunicación oral, escrita y gráfica.

Fuente: ENHSA, 2006.

Tabla 2.6. Lista de las cinco competencias específicas más valoradas para el ejercicio profesional de arquitecto

Grado	Máster	Doctorado
Comprensión de la relación entre la gente y los edificios y entre los edificios y su entorno, y de la necesidad de relación de los edificios y los espacios entre sí según las necesidades y la escala humanas.	Comprensión de la relación entre la gente y los edificios y entre los edificios y su entorno, y de la necesidad de relación de los edificios y los espacios entre sí según las necesidades y la escala humanas.	Capacidad de reconocer y utilizar apropiadamente teorías, conceptos, paradigmas y principios arquitectónicos.
Conocimiento de las obras contemporáneas e históricas que han alcanzado los niveles más altos en la arquitectura.	Conocimiento adecuado de la historia y las teorías de la arquitectura y artes relacionadas, tecnologías y ciencias humanas.	Conocimiento adecuado de la historia y las teorías de la arquitectura y artes relacionadas, tecnologías y ciencias humanas.

Grado	Máster	Doctorado
Conocimiento adecuado de la historia y las teorías de la arquitectura y artes relacionadas, tecnologías y ciencias humanas.	Capacidad de crear diseños arquitectónicos que satisfagan requisitos tanto estéticos como técnicos.	Capacidad de comunicarse apropiadamente con una variedad de audiencias de forma oral, escrita y gráfica.
Comprensión de los problemas de diseño estructural, construcción e ingeniería asociados con el diseño de edificios.	Capacidad de comunicarse apropiadamente con una variedad de audiencias de forma oral, escrita y gráfica.	Capacidad de abstraer y presentar elementos clave y relaciones.
Capacidad de crear diseños arquitectónicos que satisfagan requisitos tanto estéticos como técnicos.	Conocimiento de los temas del debate arquitectónico actual.	Conocimiento de los temas del debate arquitectónico actual.

Fuente: ENHSA, 2006.

Tabla 2.7. Lista de las cinco competencias específicas más valoradas para investigar

Grado	Máster	Doctorado
Capacidad de utilizar las TIC y los recursos de Internet (estadística, métodos de cartografía, creación de bases de datos, etc).	Capacidad de comunicarse apropiadamente de forma escrita, oral y gráfica.	Capacidad de hacer referencia a fuentes de manera precisa y apropiada.
Capacidad de comunicarse apropiadamente de forma escrita, oral y gráfica.	Capacidad de evaluar evidencias y extraer conclusiones apropiadas.	Capacidad de identificar y utilizar apropiadamente las fuentes de información pertinentes e identificar y utilizar herramientas de extracción pertinentes (fuentes bibliográficas, inventarios archivísticos, etc.).
Conocimiento de los estándares más altos de consecución en arquitectura, en diseño, en obra construida y proyectada.	Capacidad de identificar y utilizar apropiadamente las fuentes de información pertinentes e identificar y utilizar herramientas de extracción pertinentes (fuentes bibliográficas, inventarios archivísticos, etc.).	Capacidad de evaluar evidencias y extraer conclusiones apropiadas.
Capacidad de evaluar evidencias y extraer conclusiones apropiadas.	Capacidad de utilizar las TIC y los recursos de Internet (estadística, métodos de cartografía, creación de bases de datos, etc).	Capacidad de definir los temas de investigación que contribuyan al conocimiento y a la discusión dentro de la arquitectura.

Grado	Máster	Doctorado
Capacidad de escribir en la propia lengua, utilizando correctamente los diversos tipos de literatura arquitectónica.	Capacidad de hacer referencia a fuentes de manera precisa y apropiada.	Capacidad de comunicarse apropiadamente de forma escrita, oral y gráfica.

Fuente: ENHSA, 2006.

En el trabajo elaborado por la ENHSA, las competencias no derivan de un perfil profesional previamente reconocido, a partir del cual se definen las materias para impartir en el plan de estudios, como ocurre en el libro blanco de Arquitectura. Más bien el acento se pone en las habilidades que el estudiante debe desarrollar a lo largo de sus estudios. En este sentido, el enfoque de este trabajo se acerca más al espíritu del nuevo paradigma educativo, centrado en el proceso de aprendizaje del estudiante.

Las competencias específicas propuestas por la ENHSA pueden calificarse de genéricas si se comparan con las que propone el libro blanco, particularmente con las diez competencias genéricas añadidas a las de Tuning. Por este motivo, las fronteras que definen algunas competencias son bastante difusas. También se dejan algunos huecos importantes a la hora de identificar algunos de los conocimientos, habilidades y actitudes que se espera de un arquitecto.

La división de competencias por ciclos educativos permite entender el aprendizaje como un proceso que empieza con el conocimiento de los hechos arquitectónicos (edificios, historia, tradición) durante el nivel de grado; continúa con el desarrollo de la capacidad de crear y comunicar proyectos arquitectónicos durante los niveles de máster, y culmina con la sistematización del conocimiento arquitectónico y su aplicación durante el doctorado.

De las tablas donde se compara la valoración de las competencias en cada uno de los tres ciclos, se puede deducir que hay competencias que alcanzan más o menos valoración a medida que se avanza en el proceso de aprendizaje, bien porque se considera que una competencia ha sido adquirida en el ciclo anterior, bien porque una competencia es más importante en un ciclo que en otro. Sin embargo, podría haber casos en los que una competencia se valora de la misma manera en ciclos diferentes, lo cual puede indicar que hay que profundizar en algunas competencias a lo largo de diversos ciclos educativos.

2.5.3. Tuning - América Latina. Arquitectura

En el informe final sobre el proyecto Tuning en América Latina, *Reflections on and outlook for higher education in Latin America*, publicado en 2007, se detallan las competencias específicas para diversos ámbitos de estudio, también el de la arquitectura. El grupo de trabajo encargado del estudio propuso 30 competencias específicas, que después fueron valoradas por cuatro grupos (profesores, estudiantes, graduados recientes y empleadores)

de los que se han obtenido más de 2.000 respuestas. El objetivo de la encuesta era doble: 1) detectar la relevancia de cada competencia en cada grupo consultado; y 2) establecer el nivel de consecución de cada competencia en las universidades. Como resultado de este proceso de valoración, las 30 competencias propuestas inicialmente quedaron reducidas a 26 (véase la lista en el anexo 2).

2.5.4. Análisis comparativo de los tres estudios

La adaptación al nuevo paradigma educativo basado en la evaluación de competencias puede servir para propósitos opuestos: para justificar una situación presente —o prácticamente del pasado— como hace el libro blanco, o para dar lugar a un proceso de cambio en la enseñanza de la arquitectura, como sugieren —con motivaciones diferentes— el trabajo de la ENHSA y el informe final de Tuning América Latina.

En primer lugar, debe tenerse en cuenta el diferente número de competencias específicas que se enumeran en cada estudio: 66 en el libro blanco; 41 en el estudio de la ENHSA y 26 en el del proyecto Tuning América Latina. El elevado número de competencias del libro blanco permite que las fronteras entre las diferentes competencias sean bastantes nítidas y que no aparezcan zonas vacías en la definición del conjunto de conocimientos, habilidades y aptitudes que se espera de un arquitecto.

Seguidamente, cabe destacar que la diferenciación entre competencias genéricas y específicas que propone el proyecto Tuning es insuficiente y que son necesarias unas distinciones adicionales con respecto a las específicas. Esto es lo que encontramos en el libro blanco, que propone distinguir entre habilidades y conocimientos con el fin de diferenciar entre lo que el arquitecto tiene que saber hacer y lo que sólo tiene que conocer; o en el proyecto de la ENHSA, que distingue entre las competencias relacionadas con la profesión y las relacionadas con la investigación.

Sin embargo, la definición de una competencia es diferente en cada estudio. Si comparamos una competencia específica básica como es el proyecto arquitectónico (véase la tabla 2.8), se constata que la definición del proyecto de la ENHSA es la más genérica y hace referencia sólo a la armonización de los requisitos estéticos y técnicos, mientras que otros aspectos funcionales y económicos relacionados con el proyecto se tratan como competencias separadas. La definición del libro blanco es la más detallada de las tres, y hace referencia a los aspectos funcionales, al conocimiento de unos principios previos, y al ámbito de aplicación (edificios y conjuntos urbanos). La definición del proyecto Tuning América Latina enfatiza la relación con el entorno y con la cultura del lugar.

Tabla 2.8. Comparación del nivel de definición de las competencias específicas en los tres estudios

ENHSA	Libro blanco	Tuning América Latina
Capacidad de crear diseños arquitectónicos que satisfagan requisitos tanto estéticos como técnicos.	Aptitud o capacidad para aplicar los principios básicos formales, funcionales y técnicos en la concepción y el diseño de edificios y de conjuntos urbanos, y definición de sus características generales y prestaciones que se deben adquirir.	Capacidad de diseñar edificios y/o proyectos de desarrollo urbano que formen conjuntos armoniosos con el entorno circundante y satisfagan plenamente los requisitos locales humanos, sociales y culturales.

3. DISEÑO DE UNA TITULACIÓN CON COMPETENCIAS. PROTOCOLO

3.1. INTRODUCCIÓN

Como se postula desde el proyecto Tuning, la adaptación de las titulaciones oficiales al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior comporta «rediseñar» las titulaciones universitarias que hasta la actualidad se estaban impartiendo.²¹ El EEES no sólo comporta una nueva estructura universitaria (grado, máster y doctorado), sino que también pone un especial énfasis en la calidad, con un enfoque en el proceso de enseñanza-aprendizaje que se centra en el alumno y en su proceso de aprendizaje y que se puede desarrollar a lo largo de toda su vida. Todo ello comporta explicitar la consecución progresiva de las competencias, y la valoración de los resultados de aprendizaje en relación con éstas utilizando una nueva medida de créditos: los créditos ECTS (*European Credit Transfer System*).

Consecuentemente, el programa de estudios no se puede limitar a un conjunto de asignaturas que se imparten en cursos separados, sino que se debe estructurar de acuerdo con el proceso continuado de adquisición de competencias a lo largo del periodo de estudios. Por lo tanto, es necesario rediseñar el programa de estudios en su totalidad.

Según el modelo propuesto por Bolonia, la definición de las competencias en cada ámbito de estudios es una pieza fundamental en el diseño de una titulación. En el capítulo 2, hemos empezado a dirigir la problemática de la identificación de las competencias específicas en el ámbito de Ingeniería y Arquitectura, señalando al mismo tiempo las dificultades que ello plantea. Una vez identificadas estas competencias, en este capítulo se consideran los pasos que deben seguirse en el proceso de diseño de una titulación basada en competencias. Éstos son:

1. Definición de estrategias para diseñar e implantar la titulación.
2. Análisis del marco competencial aplicado al área de la titulación.
3. Análisis del estado previo a la implantación.
4. Diseño del mapa de competencias de la titulación.
5. Definición de los bloques formativos y espacios de enseñanza y aprendizaje.
6. Sistemas de evaluación de las competencias para cada bloque formativo y para la titulación.

²¹ «Las universidades están creando sus propios métodos y sistemas para generar una cultura interna de la calidad. Necesitan hacer un seguimiento del inicio y el avance de sus actividades y programas académicos de un modo coherente con los principales valores académicos y su misión específica. Tuning ofrece un planteamiento para diseñar o rediseñar y desarrollar programas de estudio acordes con los principios del proceso de Bolonia.» *Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe*, p. 80.

El protocolo que se describe a continuación pretende ser lo suficientemente genérico como para que cada universidad y/o centro y/o titulación tenga bastante espacio para definir sus titulaciones según sus rasgos diferenciales. Este protocolo no persigue que todas las titulaciones de Ingeniería y Arquitectura deban desarrollarse según un modelo preestablecido. Tan sólo ilustra una posible manera de diseñar un plan de estudios basado en competencias en una titulación determinada.

3.2. PASOS A SEGUIR EN EL DISEÑO DE UNA TITULACIÓN CON COMPETENCIAS

A continuación se describen todos los pasos que deben seguirse en el diseño de una titulación y se especifican los agentes implicados, así como los posibles instrumentos que deben utilizarse.

3.2.1. Paso 1. Definición de estrategias para diseñar e implantar la titulación

En el diseño de una nueva titulación, el primer paso que debe hacerse es analizar, de una manera global, todo lo que implica la creación de un modelo pedagógico que promueve la transparencia, la transferibilidad y la movilidad en el sistema educativo, como es el Espacio Europeo de Educación Superior. Es necesario estudiar los cambios en el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje que quieren poner el foco de atención en el alumno y motivar que su proceso de aprendizaje dure toda su vida (*long life learning*). Esto comporta necesariamente cambios en los contenidos educativos y en el sistema de evaluación, que ahora se deberá centrar en los resultados de aprendizaje y de las competencias adquiridas.

Agentes implicados: la estrategia para llevar a cabo estos cambios deben funcionar en dos direcciones: *top-down* y *bottom-up*. Los órganos directivos pueden organizar reuniones explicativas con todo el profesorado, y con los responsables de cada bloque formativo (módulo, materia o asignatura). Por otra parte, dentro de cada unidad docente (departamento, área, materia, asignatura) debe iniciarse un proceso de debate sobre los cambios que comporta el nuevo modelo. Sin embargo, es conveniente implicar al alumnado en este proceso desde el principio, aun a través de sus delegados.

Instrumentos: el capítulo 1 de esta guía, el proyecto Tuning, y cualquier otra documentación complementaria que se considere oportuna, adecuadamente resumida y explicada, para que sea más asequible para los diferentes agentes.

3.2.2. Paso 2. Análisis del marco competencial aplicado al área de la titulación

Debe determinarse la lista de competencias transversales (genéricas) y específicas que se quieren trabajar en la titulación. Es necesario considerar la adquisición progresiva de las competencias a lo largo de los diferentes niveles educativos —grado, máster, doctorado—, tal y como prevén los descriptores de Dublín.

Puesto que en el área de Ingeniería y Arquitectura la mayoría de las titulaciones están reguladas, deben tenerse en cuenta las directivas y las leyes que fijan las responsabilidades profesionales. Por otra parte, es necesario identificar qué actividades puede llevar a cabo el titulado a partir de la adquisición de nuevas competencias que deriven del nuevo plan de estudios.

Se debe tener presente que en una titulación es difícil adquirir todas las posibles competencias transversales y mucho menos en cada uno de los bloques formativos. Por lo tanto, en la selección y valoración de las competencias se manifiesta el perfil propio que cada institución quiere dar a la titulación.

Agentes implicados: los órganos directivos y las comisiones académicas encargados de la implantación de los nuevos planes de estudio y de la evaluación de las competencias.

Instrumentos: el capítulo 2 de esta guía, junto con los libros blancos, las directivas que regulan las distintas profesiones, los informes sobre la actividad profesional, las encuestas realizadas por organizaciones profesionales (colegios, cámaras, etc.) y cualquier otra documentación complementaria que se considere oportuna (véanse los anexos 1 y 2).

3.2.3. Paso 3. Análisis del estado previo a la implantación

En el área de Ingeniería y Arquitectura, que tienen titulaciones ya establecidas, es posible que un plan de estudios existente se tenga que adaptar al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, más que crear uno nuevo.

En este caso, hay que hacer un análisis del plan existente con el fin de implantar el nuevo sistema basado en competencias. Se puede iniciar un proceso de reflexión para identificar las competencias implicadas en cada bloque formativo y su relevancia según la opinión de los docentes. Del conjunto de reflexiones se pueden extraer conclusiones para plantear los cambios oportunos como, por ejemplo, potenciar algunas competencias, introducir competencias nuevas, y/o crear itinerarios competenciales.

Agentes implicados: los órganos directivos encargados de la implantación de los nuevos planes de estudio y de la evaluación de competencias y los profesores responsables de los bloques formativos (módulos, materias o asignaturas).

Instrumentos: encuestas (formularios en línea, documentos recogidos a través del correo electrónico, etc.) y reuniones. Resúmenes comparativos de los resultados de las encuestas, sintetizados con gráficos y diagramas para hacerlos más comprensibles.

Ejemplo de análisis del estado previo de una titulación de Ingeniería Informática (segundo ciclo)

A modo de ejemplo, se muestra un estudio²² de análisis que se ha realizado a una titulación de Ingeniería Informática (segundo ciclo) con el objetivo de detectar posibles discrepancias entre las competencias que debe adquirir un titulado y lo que realmente se está impartiendo desde las asignaturas.

Para saber qué competencias se están ofreciendo en un bloque formativo (entendido como un conjunto de asignaturas) no se pueden tener en cuenta únicamente los objetivos que se plantean a los responsables de cada asignatura y los contenidos correspondientes, ya que las competencias también dependen de cómo el profesor enfoca las metodologías docentes. Asimismo, para identificar las competencias que tiene que ofrecer cada titulación no podemos remitirnos únicamente al conjunto de asignaturas que deban realizarse, sino a los conocimientos con los que tiene que contar un titulado.

A fin de obtener esta información, se pasó una encuesta a los profesores de las asignaturas de la titulación para que indicaran qué competencias —lista basada en las competencias de Tuning— creían que ofrecía la asignatura que impartían y qué nivel de importancia tenía cada una de las competencias en el contexto de la asignatura (se pedían diversos niveles de conocimiento y en diferentes grados). También se pasó la encuesta a los responsables académicos y al profesorado, para que valoraran qué competencias consideraban que debía adquirir un estudiante al acabar los estudios. Es coherente que los resultados indiquen que las competencias que ofrecen el conjunto de todos los bloques formativos (asignaturas) de una titulación se correspondan con la totalidad de la propia titulación.

Para procesar los resultados obtenidos en las encuestas se utilizó la técnica de datos de la clusterización. La mejor agrupación que se obtuvo fue la que dividía las competencias en tres grupos, que se corresponden con tres niveles de importancia: alta, media o baja.

Los resultados mostraron que para algunas competencias hay una valoración diferente en función de si se valora el conjunto de las asignaturas, o bien la titulación. La tabla 3.1 muestra cinco competencias en las cuales se detectaron diferencias en función de si el análisis era por *bottom-up* (asignaturas) o *top-down* (titulación).

²² GARCÍA-PIQUER, A.; FORNELLS, A.; GOLOBARDES, E.; CUGOTA, L. *Diagnòstic de les competències en una titulació d'Enginyeria Informàtica (segon cicle) usant tècniques de clustering*. Informe técnico, Ingeniería y Arquitectura La Salle —Universitat Ramon Llull, 2008.

Tabla 3.1. Ejemplo de competencias valoradas de manera diferente: según el punto de vista de las asignaturas, o bien según el punto de vista de la titulación

Competencia	Importancia titulación	Importancia asignaturas
Conocimientos básicos de la profesión	Alta	Media
Comunicación oral y escrita en la propia lengua	Alta	Media
Habilidad para trabajar en un contexto internacional	Media	Baja
Preocupación por la calidad y mejora continuada	Alta	Media
Conocimientos de las responsabilidades y de los valores de los ingenieros	Alta	Media

Si observamos la tabla podemos ver, por ejemplo, que a «la habilidad para trabajar en un contexto internacional», se le da una importancia media con respecto a la titulación, mientras que en las asignaturas no se considera esta competencia (se le da una importancia baja).

Una vez llegados a este punto, es interesante analizar detalladamente las competencias que resultan no coincidentes entre asignaturas y titulación, para poder solucionar estas carencias.

Podemos concluir que es recomendable hacer un diagnóstico del estado previo a la implantación de la titulación para poder detectar competencias que no se están ofreciendo en la titulación y analizar cómo se deberían ofrecer y desarrollar.

3.2.4. Paso 4. Diseño del mapa de competencias de la titulación

Aunque la globalidad de las competencias se debe adquirir al finalizar la titulación, es necesario determinar qué competencias se trabajan en cada bloque formativo y en qué profundidad se espera que se adquieran. Con esta finalidad, se puede diseñar un mapa que relacione los bloques formativos —módulos, materias o asignaturas— con las competencias, indicando los niveles que se quieren adquirir para cada competencia en cada uno de los módulos.

Véase un ejemplo de mapa de competencias en el que se determina la posible profundidad de cada competencia, en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Ejemplo de un mapa de competencias para una titulación de grado

Titulación (p. ej. GRADO)	Bloque formativo (p. ej. asignatura)	Competencia 1	...	Competencia <i>i</i>	...	Competencia <i>n</i>
Curso 1	Asignatura 11	1		0		1
	Asignatura 12	1		1		0

	Asignatura 1 <i>N</i> ₁	1		0		0
Curso 2	Asignatura 21	0		0		0

	Asignatura 2 <i>N</i> ₂	0		0		0
Curso 3	Asignatura 31	2		1		0

	Asignatura 3 <i>N</i> ₃	2		2		1
Curso 4	Asignatura 41	0		0		1

	Asignatura 4 <i>N</i> ₄	2		0		1

Agentes implicados: los órganos directivos encargados de la implantación de los nuevos planes de estudio y de la evaluación de competencias.

Instrumentos: encuestas y reuniones. Sistemas de información en línea que permitan analizar y visualizar la información de múltiples formas.

Ejemplo de aplicación del paso 4 en el marco de un grado de Arquitectura

El mapa de competencias de la titulación se hace de acuerdo con los bloques formativos (módulos, materias o asignaturas). En primer lugar, se puede hacer un mapa de líneas generales, determinando las competencias que es necesario desarrollar en cada materia (véanse las figuras 3.1 y 3.2). Como paso intermedio, se puede poner el foco en un nivel inferior, determinando dentro de cada bloque formativo las competencias que se desarrollan en cada una de sus asignaturas (véase la figura 3.3). Finalmente, se puede elaborar el mapa de competencias de la titulación de acuerdo con la suma de todas las asignaturas.

En la figura 3.1 se muestra un mapa de competencias genéricas de las materias del área de Arquitectura. Cada fila corresponde al itinerario de una competencia. Este itinerario competencial, que el alumno debe seguir, pasa por diferentes materias (y asignaturas) que lo conforman. Estas materias están representadas en el gráfico por columnas y están agrupadas según tres bloques: propedéutico (expresión gráfica, informática, matemáticas, física e historia), técnico (construcción, estructuras e instalaciones) y proyectual (composición, proyectos y urbanismo).

Figura 3.1. Mapa de competencias genéricas del área de Arquitectura

Módulo	Propedéutico					Técnico			Proyectual		
	Expresión gráfica (25)	Informática (12)	Matemáticas (12)	Física (6)	Historia (6)	Construcción (58)	Estructuras (17)	Instalaciones (20)	Composición (27)	Proyectos (66)	Urbanismo (24)
Materia (créditos)											
Competencias instrumentales (IS):											
IS1	Capacidad de análisis y síntesis	■			■	■	■	■	■	■	■
IS2	Capacidad de organizar y planificar		■			■		■		■	■
IS3	Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio	■			■		■	■	■		■
IS4	Conocimientos básicos de la profesión						■	■		■	■
IS5	Comunicación oral y escrita en la propia lengua	■			■				■		■
IS6	Conocimiento de una segunda lengua	■							■		
IS7	Habilidades básicas en el uso del ordenador	■	■			■	■		■		
IS8	Habilidades de gestión de la información	■	■		■		■	■	■	■	■
IS9	Resolución de problemas	■		■	■	■	■			■	■
IS10	Toma de decisiones					■	■			■	■
IS11	Conocimientos básicos y fundamentales del ámbito de formación	■	■					■	■	■	
IS12	Conocimientos de alguna especialidad de formación										
Competencias interpersonales (IT):											
IT1	Capacidad de crítica y autocrítica	■			■	■			■	■	■
IT2	Trabajo en equipo	■	■			■	■		■		■
IT3	Habilidades interpersonales										
IT4	Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinario					■	■	■		■	■
IT5	Capacidad para comunicarse con personas no expertas en la materia										■
IT6	Apreciación de la diversidad y la multiculturalidad								■		■
IT7	Habilidad para trabajar en un contexto internacional				■				■	■	
IT8	Compromiso ético					■					■
IT9	Sensibilidad por el medio ambiente				■	■		■	■	■	■

	Módulo	Propedéutico					Técnico			Proyectual		
	Materia (créditos)	Expresión gráfica (25)	Informática (12)	Matemáticas (12)	Física (6)	Historia (6)	Construcción (58)	Estructuras (17)	Instalaciones (20)	Composición (27)	Proyectos (66)	Urbanismo (24)
	Competencias sistémicas (CS):											
CS1	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	■	■		■		■	■	■	■		■
CS2	Habilidades de investigación	■				■	■	■		■	■	■
CS3	Capacidad de aprender	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■
CS4	Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones							■	■			■
CS5	Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)	■					■		■	■	■	■
CS6	Liderazgo											
CS7	Conocimiento de culturas y costumbres de otros países					■				■		■
CS8	Habilidad para trabajar de forma autónoma	■	■			■	■	■	■	■	■	
CS9	Diseño y gestión de proyectos		■				■	■	■		■	■
CS10	Iniciativa y espíritu emprendedor											
CS11	Preocupación por la calidad y la mejora continuada						■	■	■			■
CS12	Motivación para alcanzar nuevos retos						■	■				■

La figura 3.2 representa un mapa de competencias específicas de las materias del área de Arquitectura. La diferencia entre este mapa y el anterior es clara: mientras los itinerarios de las competencias genéricas atraviesan un gran número de materias, los itinerarios de las competencias específicas suelen pasar por un número de materias mucho más reducido. Esto es lógico, ya que las competencias genéricas, también llamadas transversales, no sólo se pueden considerar comunes a diferentes titulaciones, sino también en las diferentes materias de un área como puede ser la de Arquitectura. Cabe destacar, en este sentido, que en los estudios de Arquitectura se agrupan materias provenientes de áreas bastante alejadas. Eso hace que los itinerarios de las competencias específicas pasen por un número menor de materias diferentes.

Figura 3.2. Mapa de competencias específicas del área de Arquitectura

	Módulo	Propedéutico					Técnico			Proyectual		
		Expresión gráfica (25)	Informática (12)	Matemáticas (12)	Física (6)	Historia (6)	Construcción (58)	Estructuras (17)	Instalaciones (20)	Composición (27)	Proyectos (66)	Urbanismo (24)
	Materia (créditos)											
	Grupo A: habilidades											
A1	Proyecto básico arquitectónico y urbano	■					■		■	■	■	■
A2	Proyectos ejecutivos						■	■	■			■
A3	Dirección de obras							■				
A4	Programación funcional					■				■	■	■
A5	Supresión de barreras											■
A6	Ideación gráfica	■	■				■			■		
A7	Representación espacial	■	■							■	■	
A8	Crítica arquitectónica	■				■				■	■	
A9	Intervención en el patrimonio edificado											■
A10	Protección del patrimonio edificado											■
A11	Planteamiento urbano											■
A12	Adecuación medioambiental											■
A13	Proyecto de espacios libres									■	■	
A14	Conservación de obra pesada											
A15	Proyecto de estructuras							■				
A16	Proyecto de obra civil											
A17	Proyecto de cimentación							■				
A18	Conservación de instalaciones								■			
A19	Proyecto de instalaciones hidráulicas								■			
A20	Proyecto de instalaciones eléctricas y asociadas								■			
A21	Proyecto de seguridad en inmuebles											
A22	Proyecto de acondicionamiento ambiental pasivo											
A23	Conservación de obra gruesa						■					
A24	Conservación de obra acabada						■					
A25	Proyecto de obra gruesa						■	■				
A26	Proyecto de obra acabada						■					
A27	Proyecto de seguridad en obra											
A28	Análisis técnico de proyectos					■		■		■		■
A29	Gestión de normas urbanísticas											■
A30	Gestión de normas constructivas					■	■	■				
A31	Valoración de bienes inmuebles											
A32	Valoración de obras						■					
A33	Gestión inmobiliaria						■					

	Módulo	Propedéutico					Técnico			Proyectual		
		Expresión gráfica (25)	Informática (12)	Matemáticas (12)	Física (6)	Historia (6)	Construcción (58)	Estructuras (17)	Instalaciones (20)	Composición (27)	Proyectos (66)	Urbanismo (24)
	Materia (créditos)											
	Grupo B: saberes											
B1	Funciones prácticas y simbólicas								■			■
B2	Sociología residencial											■
B3	Sociología cultural									■		■
B4	Análisis de formas	■							■	■		
B5	Sistemas de representación	■	■						■	■		
B6	Restitución gráfica	■	■									
B7	Geometría	■									■	■
B8	Bases artísticas					■			■			
B9	Teoría general de la arquitectura					■			■	■		■
B10	Historia general de la arquitectura					■			■			
B11	Bases de arquitectura occidental					■			■			■
B12	Bases de arquitectura nativa											
B13	Bases de arquitectura no occidental											■
B14	Ecología y sostenibilidad						■		■			■
B15	Sociología e historia urbanas								■			■
B16	Ciencias del medio físico											
B17	Morfología y representación del terreno	■										■
B18	Bases de jardinería											■
B19	Métodos urbanísticos											■
B20	Cálculo matemático			■				■				
B21	Bases de física ambiental				■							
B22	Bases de física de flujos				■				■			
B23	Bases de mecánica general				■							
B24	Mecánica estructural y del terreno							■				
B25	Materiales de construcción						■	■	■			
B26	Sistemas constructivos convencionales					■	■	■		■		
B27	Sistemas constructivos industrializados						■	■				
B28	Fundamentos legales											■
B29	Deontología y organización corporativa											
B30	Trámites profesionales											
B31	Métodos de valoración						■					
B32	Metodología del trabajo						■					
B33	Metodología empresarial						■					

En la figura 3.3 se muestra el recorrido de las competencias genéricas y específicas dentro de una de las materias de Arquitectura, la expresión gráfica. Esta materia agrupa las asignaturas de Expresión Gráfica Aplicada, Descriptiva I, Descriptiva II y Sistemas de representación I. Cada línea horizontal corresponde al itinerario de una competencia, que es trabajada y, en consecuencia, evaluada, en cada asignatura donde se desarrolla.

3.2.5. Paso 5. Definición de los bloques formativos y espacios de enseñanza y aprendizaje

Una vez hecho el diseño del mapa de competencias, se necesita hacer toda la implantación necesaria para cada bloque formativo para garantizar el desarrollo progresivo y la adquisición final de cada una de las competencias por parte del alumno al finalizar los estudios. Además de los bloques formativos ya establecidos —módulos, materias y asignaturas—, se deben diseñar nuevos espacios de enseñanza y aprendizaje, surgidos de las nuevas formas de vincular y organizar las competencias a lo largo del nuevo plan de estudios.

Con respecto a los modelos ya establecidos, se deberán elaborar «fichas» para cada bloque formativo (primero pensando en el módulo, perfeccionando cada materia y concretándolo en las asignaturas), describiendo las diferentes características que lo definen: el número de créditos ECTS (carácter troncal, obligatorio u optativo), la duración y situación temporal, los conocimientos previos; deberá incluirse una descripción, los objetivos vinculados con las competencias y los correspondientes resultados de aprendizaje, los contenidos, las metodologías utilizadas,²³ las actividades formativas utilizadas, la evaluación de las competencias, las referencias bibliográficas, el material complementario y los comentarios adicionales (véanse los ejemplos que se muestran en el capítulo 4). Con respecto a los nuevos espacios formativos, se deben proponer metodologías que propicien la interrelación entre asignaturas vinculadas a través de competencias (trabajos colaborativos, modelos de aprendizaje basados en proyectos, dossiers).

Agentes implicados: el responsable y el profesorado del bloque formativo en coordinación con los órganos directivos encargados de la implantación de los nuevos planes de estudio y de la evaluación de competencias.

Instrumentos: reuniones de los docentes implicados, con el apoyo de personal especializado en métodos pedagógicos.

Ejemplo de aplicación del paso 5 en el marco de un grado de Arquitectura

A partir del mapa de competencias del paso anterior, se pasa a elaborar una ficha para cada componente del bloque formativo, en los diferentes niveles (módulo, materia, asignatura). En el modelo de la figura 3.5 se describe sintéticamente una asignatura a partir de la información siguiente: créditos ECTS; carácter troncal, obligatorio, u optativo; duración y situación temporal; objetivos, competencias genéricas y específicas; sistemas de evaluación de competencias; prerrequisitos; asignaturas relacionadas; actividades formativas expresadas en créditos ECTS, horas lectivas (teoría, práctica) y trabajo (tutelado, no tutelado), y descripciones y comentarios adicionales.

Véanse los ejemplos de fichas de asignaturas de un grado de Arquitectura que muestran las figuras 3.4 y 3.5.

²³ Las metodologías pueden ser una herramienta para encontrar espacios de evaluación dentro de un bloque formativo, o bien entre diferentes bloques formativos. Así pues, se deberán analizar dichas metodologías. Véase en el anexo A3.1 una descripción de las metodologías más adecuadas en el área de Ingeniería y Arquitectura.

Figura 3.4. Ejemplo de una ficha de la materia de composición de una titulación de Arquitectura

Módulo: Proyectual		Materia: Composición		Créditos: 27 ECTS obligatorios							
Duración y situación temporal	Cinco asignaturas semestrales	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
	Semestres, S4, S5, S6, S8, S9										
Objetivos											
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aptitud para crear proyectos arquitectónicos que satisfagan tanto las exigencias estéticas como las técnicas; 2. Conocimiento adecuado de la historia y de las teorías de la arquitectura, así como de las artes, tecnología y ciencias humanas relacionadas; 3. Conocimiento de las bellas artes como factor que puede influir en la calidad de la concepción arquitectónica; 4. Conocimiento adecuado del urbanismo, la planificación y las técnicas aplicadas en el proceso de planificación; 5. Capacidad de comprender las relaciones entre las personas y los edificios y entre éstos y su entorno, así como la necesidad de relacionar los edificios y los espacios situados entre ellos en función de las necesidades y la escala humanas; 8. Comprensión de los problemas de la concepción estructural, de construcción y de ingeniería vinculados a los proyectos de edificios. 											
Competencias generales						Competencias específicas					
<p>Competencias instrumentales (IS):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ IS1. Capacidad de análisis y síntesis ■ IS3. Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio ■ IS5. Comunicación oral y escrita en la propia lengua ■ IS6. Conocimientos de una segunda lengua ■ IS7. Habilidades básicas en el uso del ordenador ■ IS8. Habilidades de gestión de la información ■ IS11. Conocimientos básicos y fundamentales del ámbito de formación <p>Competencias interpersonales (IT):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ IT1. Capacidad de crítica y autocrítica ■ IT2. Trabajo en equipo ■ IT6. Apreciación de la diversidad y multiculturalidad ■ IT7. Habilidad para trabajar en un contexto internacional ■ IT9. Sensibilidad por el medio ambiente 						<p>Grupo A: HABILIDADES</p> <p>A1. Proyecto básico arquitectónico y urbano A4. Programación funcional A6. Ideación gráfica A7. Representación espacial A8. Crítica arquitectónica A28. Análisis técnico de proyectos</p> <p>Grupo B: SABERES</p> <p>B1. Funciones prácticas y simbólicas B4. Análisis de formas B5. Sistemas de representación B8. Bases artísticas B9. Teoría general de la arquitectura B10. Historia general de la arquitectura B11. Bases de la arquitectura occidental B15. Sociología e historia urbanas B26. Sistemas constructivos convencionales</p>					

Competencias sistémicas (CS):

- CS1. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica
- CS2. Habilidades de investigación
- CS3. Capacidad de aprender
- CS5. Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)
- CS7. Conocimiento de culturas y costumbres de otros países
- CS8. Habilidad para trabajar de forma autónoma

Sistema de evaluación de competencias adquiridas	SISTEMAS			COMPETENCIAS ADQUIRIDAS	
	A. Exámenes			IS, IT, CS, Grupo A, Grupo B	
	B. Exámenes orales				
	C. Exámenes tipo test				
	A. Trabajos hechos en casa			IS, IT, CS, Grupo A, Grupo B	
	B. Informes			CS	
	C. Informes/Trabajos hechos en grupo			IS, IT, CS, Grupo A, Grupo B	
	D. Trabajos prácticos con ordenador			IS, CS	
	E. Proyectos			IS, IT, CS, Grupo A, Grupo B	
	F. Presentaciones			IT, CS	
	G. Participación en clase			IS, IT, CS, Grupo A, Grupo B	
	M. Correcciones de proyectos			IS, IT, CS	
	N. Jurado de proyectos				
Prerrequisitos	Ninguno				
Asignaturas	Arquitectura s. XX	Perviv. arq. moderna*	SDR II**	Composición I	Composición II
créditos ECTS	5	4	6	6	6
carácter	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria
Actividades formativas en créditos ECTS	Horas lectivas		Trabajo		
	48,6% (13,1 ECTS)		51,4% (13,9 ECTS)		
	Teoría [B]	Práctica [A-IS-IT]	Tutelado [A-IS-IT]	No tutelado [A-CS-IT]	
	63,8% (8,2 ECTS)	36,2% (4,9 ECTS)	17% (2,3 ECTS)	83% (11,6 ECTS)	
Descripción de la asignatura	El curso se guía por un proceso creativo que va desde el estudio de algunas obras arquitectónicas relevantes, continúa con un análisis formal y conceptual de estas obras, y finaliza con nuevas propuestas a partir de los principios formales y conceptuales descubiertos.				
Comentarios adicionales					

* Pervivencia de la arquitectura moderna

** Sistemas de representación II

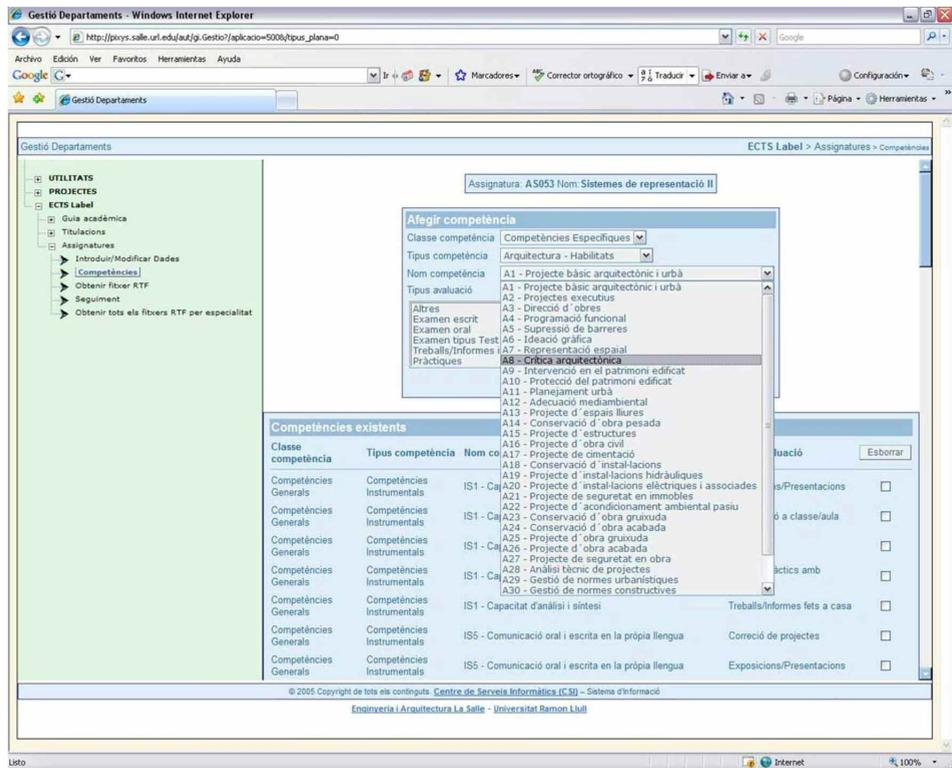
Figura 3.5. Ejemplo de una ficha de la asignatura Sistemas de representación de una titulación de Arquitectura

Materia: Expresión gráfica		Asignatura: Sistemas de representación I				Créditos: 7 ECTS obligatorios					
Duración y situación temporal	Semestral, S4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Objetivos											
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aptitud para crear proyectos arquitectónicos que satisfagan tanto las exigencias estéticas como las técnicas; 2. Conocimiento adecuado de la historia y de las teorías de la arquitectura, así como de las artes, tecnología y ciencias humanas relacionadas; 3. Conocimiento de las bellas artes como factor que puede influir en la calidad de la concepción arquitectónica; 											
Competencias generales						Competencias específicas					
Competencias instrumentales (IS): <ul style="list-style-type: none"> ■ IS1. Capacidad de análisis y síntesis ■ IS3. Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio ■ IS5. Comunicación oral y escrita en la propia lengua ■ IS6. Conocimientos de una segunda lengua ■ IS7. Habilidades básicas en el uso del ordenador ■ IS8. Habilidades de gestión de la información ■ IS11. Conocimientos básicos y fundamentales del ámbito de formación. 						Grupo A: HABILIDADES A1. Proyecto básico arquitectónico y urbano A6. Ideación gráfica A7. Representación espacial A8. Crítica arquitectónica Grupo B: SABERES B4. Análisis de formas B5. Sistemas de representación B7. Geometría					
Competencias interpersonales (IT): <ul style="list-style-type: none"> ■ IT1. Capacidad de crítica y autocrítica ■ IT2. Trabajo en equipo 											
Competencias sistémicas (CS): <ul style="list-style-type: none"> ■ CS2. Habilidades de investigación ■ CS3. Capacidad de aprender ■ CS5. Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad) ■ CS8. Habilidad para trabajar de forma autónoma 											

Sistema de evaluación de competencias adquiridas	SISTEMAS		COMPETENCIAS ADQUIRIDAS	
	A. Exámenes			
	B. Exámenes orales			
	C. Exámenes tipo test			
	D. Trabajos hechos en casa		IS1, IS3, IS5, IS6, IS7, IS8, IS11, IT1, IT2, CS2, CS3, CS5, CS8	
	E. Informes		CS2	
	F. Informes/Trabajos hechos en grupo		IS8, IT1, IT2	
	G. Trabajos prácticos con ordenador		IS1, IS5, IS6, IS7, IS11, IT1, CS3, CS5, CS8	
	H. Proyectos		IS1, IS7, IS11, IT1, IT2, CS3, CS5, CS8	
	I. Presentaciones		IS1, IS3, IS5, IS7, IS11, IT1, IT2, CS5	
	J. Participación en clase		IS1, IS3, IS5, IS6, IS11	
	M. Correcciones de proyectos		IS3, IS5, IS11, IT1, CS8	
	N. Jurado de proyectos			
Prerrequisitos	Ninguno			
Asignaturas	Expresión gráfica aplic.	Sistemas de representación	Descriptiva I	Descriptiva II
créditos ECTS	6	6	6	6
carácter	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria
Actividades formativas en créditos ECTS	Horas lectivas		Trabajo	
	55,5% (13,5 ECTS)		44,5% (10,5 ECTS)	
	Teoría [B]	Práctica [A-IS-IT]	Tutelado [A-IS-IT]	No tutelado [A-CS-IT]
	50,5% (7 ECTS)	49,5% (6,5 ECTS)	35% (3,5 ECTS)	65% (7 ECTS)
Descripción de la asignatura				
Comentarios adicionales				

Sería conveniente disponer de un sistema de información —accesible para el profesorado— a fin de poder gestionar adecuadamente los datos obtenidos de todas las asignaturas que conforman el plan de estudios (véase la figura 3.6).

Figura 3.6. Sistema de información en línea para introducir y visualizar las fichas de las asignaturas



3.2.6. Paso 6. Sistemas de evaluación de las competencias para cada bloque formativo y para la titulación

Finalmente, se debe describir cómo se llevará a cabo la evaluación²⁴ de las competencias para cada uno de los bloques formativos (módulo, materia o asignatura) y espacios de aprendizaje. Sin embargo, es necesario evaluar globalmente el conjunto de competencias que el estudiante ha adquirido al finalizar los estudios.

Como se puede observar en la figura 3.7, las competencias se van adquiriendo de manera progresiva en diferentes momentos de la titulación, pero también antes y después, según cada competencia (aprendizaje a lo largo de la vida: *long life learning*).

²⁴ En la publicación *Competències: definició i propostes de treball. Guies del professorat, 1*. 2006, de Olga Pedragosa y Jordi Planas, de la Universitat de Vic, se analizan exhaustivamente el diseño de proyectos colaborativos, el de proyectos transversales y los dossiers.

Cada una de las competencias que deben adquirirse para finalizar con éxito los estudios tiene un itinerario competencial diferente. El alumno recorrerá simultáneamente estos itinerarios definidos por el programa de estudios. El diseño de éstos influirá decisivamente en el perfil de los estudiantes al obtener el título.

Figura 3.7. Adquisición progresiva de las competencias



Tal y como se muestra en la figura 3.7, al finalizar los estudios el alumno debe haber adquirido la competencia X, y el grado de adquisición de ésta debe poder evaluarse. De la misma manera, en cada uno de los bloques formativos (asignatura), en los que el alumno progresa en la competencia X, debe poder evaluarse el grado de adquisición de esta competencia a través de la recogida de evidencias.

Es necesario tener en cuenta que la evaluación de una competencia es siempre relativa a los niveles de adquisición pasados (lo que se ha adquirido antes de un bloque formativo determinado) y futuro (lo que se espera que adquiera al final de los estudios).

Agentes implicados: responsables académicos de la titulación, docentes y discentes, evaluadores externos (profesionales que ejercen de críticos en los tribunales de los trabajos finales de titulación, etc.).

Instrumentos: metodologías como *peer-reviewing*, dossiers, exámenes, trabajos en equipo, entre otras. Globalmente, todos los instrumentos utilizados en los pasos anteriores. Finalmente, tiene que haber una junta de evaluación que determine la calificación final del alumno, por ejemplo, con respecto a un trabajo final de carrera.

Ejemplo de estudio para evaluar las competencias de la titulación de Arquitectura

La competencia se adquiere de manera gradual en diferentes momentos de la carrera, pero también antes y después de su paso por la universidad (aprendizaje a lo largo de la vida). Así pues, se deberá identificar en qué momentos el alumno progresa en la adquisición de cada competencia y cómo la puede desarrollar y/o aplicar en el ejercicio profesional futuro. Para obtener esta información, se pide a los responsables de los diferentes bloques formativos que respondan las cuestiones siguientes:

- Valorar todas las competencias del 0 al 10 según la importancia que tengan en la asignatura, materia o bloque formativo (las competencias mejor valoradas deberían coincidir con las que presentan un mayor grado de adquisición por parte del alumno en su paso por la asignatura).
- Identificar a partir de la valoración anterior las seis competencias (tres genéricas y tres específicas) más relevantes de la asignatura, materia o bloque formativo.
- Para cada una de las seis competencias anteriores debe responderse a las siguientes preguntas:
 1. ¿Qué actividades de aprendizaje realizan los alumnos en vuestra asignatura —tal y como se imparte ahora o tal y como se impartirá en un futuro—, para progresar adecuadamente en la adquisición de esta competencia?
 2. ¿Qué resultados de aprendizaje deben demostrar los alumnos en vuestra asignatura al finalizar estas actividades de aprendizaje —tal y como se imparte ahora o tal y como se podría impartir en un futuro— para poder evaluar su progreso en la adquisición de esta competencia?
 3. ¿Qué nivel de adquisición de la competencia creéis que deben haber adquirido los alumnos antes de cursar vuestra asignatura?
 4. ¿Cómo creéis que se continua desarrollando esta competencia durante el ejercicio profesional del arquitecto?

A continuación, a modo de ejemplo, se resumen las respuestas dadas a estas preguntas desde una de las asignaturas de Arquitectura, Estructuras de hormigón (AR046B).

Las tres competencias genéricas con mayor grado de adquisición (las más relevantes) en esta asignatura son: Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio (IS3); Resolución de problemas (IS9); Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica (CS1).

En las tablas siguientes se resumen, para cada una de estas tres competencias genéricas, las respuestas a cada una de las cuatro preguntas anteriores.

Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio en la asignatura Estructuras de hormigón:

Competencia (código y nombre)		Asignatura (código y nombre)
IS3	Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio	AR046B Estructuras de hormigón
Actividades de aprendizaje		Resultados de aprendizaje
Asisten a clases teóricas donde se explican los conocimientos generales básicos de la disciplina. En las clases prácticas, en los ejercicios y exámenes deben aplicar estos conocimientos básicos para resolver casos reales del nivel del curso.		Deben conocer y dominar los aspectos fundamentales de la disciplina a fin de poder aplicarla de forma práctica en el diseño y dimensionado de estructuras del material que se desarrolla en el curso.
Nivel de adquisición antes de la asignatura		Desarrollo en el ejercicio profesional
Interpretación de estructuras sencillas y modelización de comportamientos elementales: estructuras isostáticas, pórticos de número de barras reducido, etc.		De forma continuada y de múltiples maneras. El arquitecto acaba aplicando a los proyectos los conocimientos que ha aprendido, y debe saber aplicarlos de maneras diversas, pasando de los conceptos a la materialización de soluciones concretas.

Tabla IS3 - AR046B

Resolución de problemas en la asignatura Estructuras de hormigón:

Competencia (código y nombre)		Asignatura (código y nombre)
IS9	Resolución de problemas	AR046B Estructuras de hormigón
Actividades de aprendizaje		Resultados de aprendizaje
Se plantean trabajos y problemas prácticos a fin de solucionar diversos comportamientos de los elementos que formalizan las estructuras del tipo de material que se analiza. Dada una determinada situación, se trata de sintetizar el problema que se plantea y de resolverlo con las herramientas que se exponen en las clases teóricas.		Plantear y resolver con facilidad el análisis del comportamiento de los diferentes elementos que componen las estructuras del tipo de material que se analiza.
Nivel de adquisición antes de la asignatura		Desarrollo en el ejercicio profesional
Es necesario un conocimiento mínimo de resistencia de los materiales desde el punto de vista de los esfuerzos, tensiones, deformaciones, etc.		Sólo si el arquitecto se especializa en el diseño y dimensionado de estructuras tendrá la necesidad de ampliar conocimientos y profundizar la resolución de problemas más complejos que los planteados en la asignatura.

Tabla IS9 - AR046B

Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica en la asignatura Estructuras de hormigón:

Competencia (código y nombre)		Asignatura (código y nombre)
CS1	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	AR046B Estructuras de hormigón
Actividades de aprendizaje		Resultados de aprendizaje
Se desarrollan trabajos y problemas prácticos mediante herramientas y condicionantes reales: características de los materiales, procesos constructivos, normativas vigentes de aplicación, programas de cálculo, bibliografía especializada, etc.		Deben demostrar que han asimilado los conceptos y que son capaces de aplicarlos y de saber dónde hay que aplicarlos, especialmente en casos reales planteados en las prácticas o problemas.
Nivel de adquisición antes de la asignatura		Desarrollo en el ejercicio profesional
Se debe conceptualizar en buena medida lo que aprenden, y hace falta que sean capaces de aplicarlo en situaciones diversas, incluso cuando no se les pregunta directamente sobre el concepto y, por lo tanto, la aplicación no es obvia. Tienen que comprender que aquello que aprenden tiene una finalidad que va más allá de la respuesta a ejercicios y exámenes académicos.		El arquitecto acaba aplicando a los proyectos los conocimientos que ha aprendido y debe saber aplicarlos de maneras diversas, pasando de los conceptos a la materialización de soluciones concretas.

Tabla CS1 - AR046B

Éstas son las tres competencias específicas con mayor grado de adquisición (las más relevantes) en la asignatura Estructuras de hormigón: Cálculo matemático (B20); Mecánica estructural y del terreno (B24); Materiales de construcción (B25).

En las tablas siguientes se resumen, para cada una de estas tres competencias específicas de Arquitectura, las respuestas a las cuatro preguntas planteadas.

Cálculo matemático en la asignatura Estructuras de hormigón:

Descripción de la competencia: Comprensión o conocimiento del cálculo numérico, el análisis matemático, la geometría analítica y diferencial, y de los métodos algebraicos, como bases del entendimiento de los fenómenos físicos que incumben a los sistemas, equipos y servicios propios de la edificación y el urbanismo.

Competencia (código y nombre)	Asignatura (código y nombre)
B20 Cálculo matemático	AR046B Estructuras de hormigón
Actividades de aprendizaje	Resultados de aprendizaje
Asisten a clases teóricas donde se explican métodos numéricos para resolver problemas de la disciplina. En las clases prácticas, en los ejercicios y en los exámenes deben aplicar estos métodos para resolver casos reales del nivel del curso. Se insiste durante el curso en la realidad conceptual que hay detrás de las fórmulas y los métodos que se aplican.	Deben saber aplicar los métodos numéricos a los casos reales que se les proponen en las clases prácticas, ejercicios y exámenes, y obtener resultados correctos, demostrando que entienden el concepto que acompaña a cada número dentro del cálculo.
Nivel de adquisición antes de la asignatura	Desarrollo en el ejercicio profesional
Es necesario que dominen los métodos numéricos de los cursos anteriores y su aplicación, especialmente para no tener que dedicar tiempo al aprendizaje de temas de cálculo que ya se deberían saber.	El arquitecto utiliza el cálculo continuamente en muchas tareas de diversa naturaleza: cálculo de estructuras, de instalaciones, gestión de empresa, elaboración de presupuestos, etc. Cada arquitecto, en cada proyecto y en función de su grado de colaboración y especialización, aplicará el cálculo en algunos o en todos estos campos, con más o menos complejidad. Dependiendo del campo, hará falta que esté al corriente de los avances científicos, especialmente en el cálculo de estructuras y de algunas instalaciones.

Tabla B20 - AR046B

Mecánica estructural y del terreno en la asignatura Estructuras de hormigón:

Descripción de la competencia: comprensión o conocimiento de los principios de mecánica de sólidos y de medios continuos, de los de mecánica del suelo y de las cualidades plásticas, elásticas y de resistencia de los diferentes materiales utilizados en estructuras portantes, obra civil y fundaciones.

Competencia (código y nombre)		Asignatura (código y nombre)
B24	Mecánica estructural y del terreno	AR046B Estructuras de hormigón
Actividades de aprendizaje		Resultados de aprendizaje
Asisten a clases teóricas donde se estudia la aplicación de los conceptos y conocimientos del curso en casos concretos de estructuras, prestando especial atención a la elección tipológica y a los conceptos clave de la disciplina. Resuelven problemas reales donde aplican los conocimientos a casos reales y trabajan con números reales de dimensiones, resistencias, coeficientes de seguridad, etc. Se pone especial énfasis en el hecho de que la manera de calcular puede variar (normativas, criterios), insistiendo en los conceptos que se consideran invariantes.		Deben ser capaces de aplicar los conocimientos y conceptos del curso a los problemas y cuestiones reales que se les plantean en los ejercicios, trabajos y exámenes, y encontrar soluciones que respondan de manera adecuada a todos los condicionantes.
Nivel de adquisición antes de la asignatura		Desarrollo en el ejercicio profesional
Deben tener nociones de construcción, de materiales de construcción, de resistencia de materiales y de tipología estructural.		Inevitablemente, todo proyecto debe sostenerse y la estructura forma parte indisoluble del proyecto, de manera que el arquitecto desarrolla continuamente proyectos de estructura durante todo su ejercicio profesional.

Tabla B24 - AR046B

Materiales de construcción en la asignatura Estructuras de hormigón:

Descripción de la competencia: comprensión o conocimiento de las características físicas y químicas, de los procedimientos de fabricación y homologación, del análisis patológico y de las aplicaciones y restricciones de uso de los materiales utilizados en obra estructural, civil, gruesa y acabada.

Competencia (código y nombre)	Asignatura (código y nombre)
B25 Materiales de construcción	AR046B Estructuras de hormigón
Actividades de aprendizaje	Resultados de aprendizaje
En las clases teóricas se estudia la aplicación de los conceptos y conocimientos del curso correspondientes a diferentes elementos de estructuras (pilar, muro, jácena, forjado etc.), teniendo en cuenta las características propias del material que se aplica en cada caso y del tipo de esfuerzo que se resuelve en cada situación.	Deben entender cuál es el comportamiento del material que resuelve la estructura en cada caso teniendo en cuenta sus características fisicoquímicas y su puesta en obra. Así pues, deben intuir, con facilidad, las soluciones más adecuadas en cada caso y sus dimensiones básicas del predimensionado.
Nivel de adquisición antes de la asignatura	Desarrollo en el ejercicio profesional
Es fundamental un conocimiento mínimo de los aspectos de la física y la química que estudian las características y los comportamientos de los materiales.	Las características y prestaciones de los materiales habituales en las estructuras varían en la medida en que su investigación avanza. Así pues, el arquitecto se ve obligado a hacer un seguimiento continuo de la evolución de las características de los materiales que se utilizan en la materialización de las estructuras incorporando, en algunos casos, nuevos materiales o nuevos procesos constructivos.

Tabla B25 - AR046B

Calificación final de las competencias adquiridas en la titulación

Como último apunte del paso 6 y, por lo tanto, del protocolo que se debe seguir en el diseño de una titulación en competencias, deben hacerse algunas consideraciones de cómo se pueden calificar las competencias adquiridas al acabar la titulación. Concretamente, nos centraremos en la calificación de una determinada competencia, aunque se debería realizar para cada una de éstas.

- Suponemos que queremos calificar una competencia X, que ha sido evaluada en Y asignaturas (o bloques formativos) y se han obtenido Y calificaciones parciales.

- Suponemos que las competencias se han calificado en cinco niveles interpretados como: A = muy bien; B = bien; C = regular; D = justo; y E = no adquirido.
- Dados estos datos, se debe encontrar una calificación final para la competencia X. Una manera de encontrar la calificación final puede basarse en una serie de reglas *ad hoc*. A modo de ejemplo:
 1. Si como mínimo el 80% de las Y calificaciones parciales obtenidas corresponden a una misma nota (por ejemplo, una A), la nota final para la competencia X será esta nota (es decir, una A).
 2. De lo contrario, significa que no hay consenso en la nota de la competencia; en estos casos habrá que establecer reglas del estilo «la mayoría». Así pues, si por ejemplo la competencia X ha obtenido 2A, 3B, 1C, la nota final podría ser una B.
 3. De lo contrario, si nos encontramos ante un «empate», se podría decidir por el «punto medio». Por ejemplo, si la competencia X ha obtenido 2A, 2B, 2C, la nota final podría ser una B.
 4. Etc.

Por lo tanto, creemos que para cada titulación se deberán establecer algunos criterios consensuados por los agentes implicados, con el fin de sistematizar el cálculo de la calificación final de las competencias adquiridas por el estudiante. En caso de duda, la calificación final se deberá consensuar entre los diferentes agentes implicados.

4. PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DE UN BLOQUE FORMATIVO. EJEMPLOS

4.1. INTRODUCCIÓN

Si en el capítulo 3 se ha propuesto un protocolo para el diseño de una titulación basada en competencias, en éste se abordan los procedimientos para evaluarlas. El capítulo empieza introduciendo los conceptos de ámbitos de evaluación (ámbitos coincidentes con la asignatura y ámbitos transversales), así como una descripción de herramientas de evaluación.

Para ilustrar los procedimientos de evaluación, se incluyen ejemplos de diversas asignaturas en el ámbito de Ingeniería y Arquitectura:

1. Ingeniería

- Procesamiento digital de imágenes
- Álgebra lineal
- Sistemas de proceso digital
- Medidas electrónicas

2. Arquitectura

- Sistemas de representación
- Construcción
- Fundamentos de proyectos
- Ejemplo de ámbitos transversales

Los ejemplos seleccionados corresponden a asignaturas anuales o semestrales de diferentes planes de estudios, y no pretenden definir una asignatura o un ámbito transversal, sino ilustrar diferentes maneras de evaluar un bloque formativo, teniendo en cuenta que como son asignaturas y ámbitos de naturaleza diferentes requieren metodologías docentes también diferentes.

4.2. CONCEPTOS: ÁMBITOS Y HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN

4.2.1. Ámbitos de evaluación

Para poder evaluar la adquisición por parte del alumno de las competencias establecidas según la titulación, deben determinarse los ámbitos donde se llevará a cabo esta evaluación. Éstos se pueden dividir básicamente en dos grupos:

- Ámbitos coincidentes con la asignatura.
- Ámbitos transversales.

Ámbitos coincidentes con la asignatura

Dentro de la misma asignatura se puede evaluar el grado de adquisición de cada competencia que demuestra cada alumno. Muchas competencias específicas pueden identificarse con una asignatura como es el caso, por ejemplo, de Estructuras en arquitectura o el de Bases de Datos en ingeniería.

Ámbitos transversales

Éstos son espacios creados específicamente para poder evaluar un conjunto de competencias de manera holística. En estos espacios se pueden integrar diversas asignaturas de diferentes cursos.²⁴ Su propósito es crear un marco que permita la interrelación entre tres aspectos esenciales en la formación universitaria:

- La interdisciplinariedad y la variedad de los conocimientos (teóricos, aplicados, experimentales...).
- La capacidad de trabajar en equipo y la construcción activa del conocimiento por parte del estudiante.
- La participación en procesos de investigación.

²⁴ En la publicación *Competències: definició i propostes de treball*, de Olga Pedragosa y Jordi Planas, de la Universitat de Vic, publicado en el 2006, se analizan diversas metodologías de innovación docente, entre ellas, los proyectos cooperativos y los dossiers (<http://www.uvic.cat/central/campus/gabinet/ca/publicacions/GuiaCompetencies.pdf>).

Éstos son algunos ejemplos de espacios transversales de evaluación:

Dossieres

Los dossiers se pueden plantear como un espacio de evaluación que permita al alumno reflexionar sobre los resultados obtenidos en el conjunto de los estudios. La creación de un dossier comporta una reflexión y la consiguiente autoevaluación de los resultados conseguidos por el alumno. Sin embargo, el dossier permite al profesor evaluar el grado de conocimiento adquirido a partir de las evidencias seleccionadas por el mismo alumno, y su capacidad de sintetizar y relacionar los conocimientos adquiridos en las diversas asignaturas.²⁵

Trabajos de investigación y/o proyectos cooperativos

Permiten definir un marco general para el desarrollo de competencias centrado en el estudiante y a la vez pueden servir como rasgo distintivo del proyecto educativo de la institución académica. Se pueden realizar individualmente o en equipo, con la supervisión de profesores de diversas asignaturas. Sus objetivos son:

- Posibilitar el desarrollo de proyectos interdisciplinarios para potenciar una concepción holística del conocimiento que rompa la fragmentación de las diferentes asignaturas y vincule, de una forma aplicada, los contenidos trabajados en cada una.
- Potenciar la participación de los estudiantes en los proyectos de investigación para la adquisición de competencias de investigación.
- Promover la implicación del estudiante en el propio proceso de aprendizaje mediante un proyecto pedagógico individualizado.
- Fomentar la integración del estudiante en la universidad mediante la interacción entre los estudiantes y los profesores.

Proyecto de final de carrera

Es el caso más evidente de espacio transversal —particularmente en Arquitectura—, en el que el alumno debe demostrar las diferentes competencias que ha ido adquiriendo a lo largo de las diferentes asignaturas.

²⁵ El dossier es... «un recurso para la gestión del proceso de aprendizaje y de evaluación continuada» (Pedagrosa, Planas, *op. cit.*, p. 9) que «corresponde a una recopilación de productos realizados por los estudiantes a lo largo de un curso, cuatrimestre o del desarrollo de una asignatura. Estos productos pueden ser de diferentes formatos, ya sean informes escritos, esquemas, presentaciones orales, experimentos... esta recopilación permite recoger información que muestra las habilidades y la adquisición de los procedimientos y conceptos de los estudiantes ya sea analizando qué reflexiones hace, qué producciones ha elaborado, qué cuestiones plantea... En general, el portafolios se constituye de forma personal, ya que cada estudiante va componiendo poco a poco todo su dossier y, por lo tanto, se convierte en una creación única; sin embargo, también es posible que algunas de las partes del portafolios contenga actividades realizadas en grupo» (ibíd., p. 32).

4.2.2. Herramientas de evaluación

De las técnicas de evaluación que permiten explicitar el proceso de evaluación para hacerlo transparente a alumnos y profesores, destacamos las rúbricas.²⁶

Una rúbrica o matriz de evaluación es una herramienta de evaluación que identifica ciertos criterios que tendrá en cuenta el profesor a la hora de evaluar alguna actividad de aprendizaje.

Generalmente, las rúbricas especifican el nivel de desarrollo esperado para obtener diferentes niveles de calidad. Éstos pueden estar expresados en términos de una escala (excelente, bien, se necesita mejorar) o en términos numéricos (4, 3, 2, 1), que al final se suman para determinar un resultado al que se asigna una nota (A, B, C, D, por ejemplo).

Dado que la rúbrica lista previamente aquellos aspectos que el alumno debe satisfacer en la actividad de aprendizaje, no sólo servirá como instrumento de evaluación para el profesor o evaluador, sino que también será una buena guía para el alumno, que sabrá con anterioridad cómo será evaluado, lo cual favorecerá la transparencia y la objetividad del proceso de evaluación. Así pues, pueden ayudar a los estudiantes a juzgar y revisar su propio trabajo antes de entregarlo, por lo que son de gran utilidad si se quiere utilizar la autoevaluación y la evaluación de los compañeros (*peer reviewing*).

4.3. INGENIERÍA. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS

En el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, la descripción que se pide de un bloque formativo (módulo, materia o asignatura) tanto en el anexo 1: Memoria para la solicitud de verificación de Títulos Oficiales, punto 5. Planificación de las enseñanzas, del Real decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el cual se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, como en la solicitud del ECTS Label que describe la European Commission Education and Training [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc48_en.htm\(ved\)](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/doc48_en.htm(ved)), entre otros, se puede representar por el conjunto de los descriptores siguientes:

Diseño de un bloque formativo con competencias:

- Número de créditos ECTS (carácter troncal, obligatorio u optativo)
- Duración y situación temporal
- Conocimientos previos
- Descripción

²⁶ En el enlace, <http://rubistar.4teachers.org> encontraréis la explicación del diseño de una rúbrica de forma muy sencilla.

- Objetivos vinculados con las **competencias** y los **resultados de aprendizaje** correspondientes
- Contenidos
- **Metodologías**
- **Actividades formativas**
- **Evaluación de las competencias**
- Referencias bibliográficas y material complementario
- Comentarios adicionales

Los ejemplos que presentaremos de Ingeniería siguen este patrón. Antes de presentar los ejemplos definiremos algunos de estos conceptos, especialmente aquellos relacionados con la descripción de las competencias y con su evaluación.

Definición de los objetivos vinculados con competencias

Son afirmaciones relativas a la docencia, redactadas desde el punto de vista de aquello que debe intentar cubrir al profesorado con un determinado bloque de aprendizaje. Están escritos desde el punto de vista del profesor y pueden incluir conocimientos y habilidades de manera aislada (véase el capítulo 1).

Por lo tanto, habrá que enumerar los objetivos del bloque de aprendizaje. Estos objetivos deben plantearse de forma genérica y están estrechamente relacionados con las competencias o *learning outcomes* (cabe recordar que difícilmente en un módulo, materia o asignatura se pueden cubrir todas las competencias que son objeto de la titulación).

Para cada **competencia** que se quiere alcanzar en un módulo, en una materia o asignatura debe definirse:

- La competencia (es la misma para todas las asignaturas que trabajen esta competencia. Se puede partir de alguna lista de referencia, como por ejemplo la que muestra el anexo 1).
- Los resultados de aprendizaje esperados en esta asignatura para esta competencia. Cabe recordar que los resultados de aprendizaje (véase el capítulo 1) son afirmaciones que se espera que un estudiante pueda conocer, comprender y ser capaz de demostrar después de haber completado un proceso de aprendizaje (módulo, asignatura, materia, curso, etc.). Se centran en aquello que el estudiante ha adquirido en vez de en establecer cuáles son las intenciones del profesor, y en aquello que puede demostrar el estudiante al finalizar la actividad de aprendizaje.
- Pueden incluir conocimientos y habilidades aisladamente. Igual que los objetivos, se pueden describir al finalizar cualquier unidad (módulo, asignatura, etc.).

- El nivel de consecución.
- De acuerdo con los puntos anteriores, y por cada resultado de aprendizaje esperado (indicador), se debe especificar qué se entiende por **no adquirido** (0), **mínimamente adquirido** (1), **adquirido** (2), **muy bien adquirido** (3).

En este punto es pertinente introducir unas herramientas que faciliten la tarea de evaluación: las rúbricas. Una rúbrica permite identificar y explicitar los criterios que se tendrán en cuenta a la hora de asignar una nota a un trabajo realizado por el estudiante, y especificar el nivel de desarrollo esperado en un resultado de aprendizaje de una competencia según los niveles de calidad definidos.

Las rúbricas ayudan al profesor en su tarea evaluadora y también a los alumnos, ya que conocen con detalle cómo sean evaluados. La tabla 4.1 muestra un ejemplo sencillo de rúbrica para evaluar la capacidad para aplicar conceptos matemáticos en la resolución de un problema.²⁷

Tabla 4.1. Ejemplo de rúbrica para evaluar la «capacidad para aplicar conceptos matemáticos»

	Nivel de calidad			
	No adquirido (0)	Mínimamente adquirido (1)	Adquirido (2)	Muy bien adquirido (3)
Conceptos matemáticos	La explicación muestra un entendimiento muy limitado de los conceptos subyacentes necesarios para resolver problemas, o no hay explicación.	La explicación muestra que se entiende un poco el concepto matemático necesario para resolver los problemas.	La explicación muestra sustancial del concepto matemático utilizado para resolver los problemas.	La explicación muestra un completo entendimiento del concepto matemático utilizado para resolver los problemas.

La escala de evaluación (en este ejemplo es 3) se determina según los criterios de la asignatura, de la materia, del módulo, del plan de estudios, del centro o, incluso, de la universidad.

²⁷ En el enlace, <http://rubistar.4teachers.org> encontraréis formas sencillas de crear rúbricas, entre ellas, la que se presenta en esta tabla.

Metodologías

Para cada módulo, materia o asignatura, es importante establecer la metodología pedagógica —métodos docentes, métodos didácticos o métodos de aprendizaje— con la cual (o las cuales) queremos transmitir el conocimiento, así como los procesos de aprendizaje que deben seguir los alumnos con el fin de alcanzar las competencias. Sería útil disponer de una **lista de metodologías** (véase el anexo A3.1), aunque ésta sea simplemente orientativa.

Actividades que son objeto de evaluación

Las actividades formativas se pueden considerar evidencias, las cuales se vinculan directamente a los resultados de aprendizaje (indicadores), y permiten que se describan *ad hoc* en cada módulo, materia o asignatura la competencia y el nivel de consecución esperados.

Así pues, habrá que definir una lista de actividades formativas (véase el capítulo 1 en el punto 1.4.3 Elección de instrumentos para la evaluación). Para cada **tipo de actividad** se debe tener presente:

- El nombre de la actividad.
- Una breve descripción de la actividad formativa.

Por ejemplo, si suponemos que un informe puede ser una actividad formativa o evidencia, éste se puede concretar indicando que, entre otros, se espera la realización de un diagrama de Gantt. Por lo tanto, una evidencia se convierte en un resultado de aprendizaje esperado (indicador), de una competencia dada, dentro de una materia determinada.

Evaluación de las competencias

La **evaluación de las competencias** debe consistir en evaluar las evidencias que el estudiante ha alcanzado de las competencias asignadas al módulo, materia o asignatura.

Otras consideraciones. Tipologías de asignaturas

El diseño de una asignatura que aquí se presenta es genérico para cualquier tipo de módulo, de materia o de asignatura: prácticas y/o trabajos en las asignaturas, laboratorio, prácticas en la empresa, asignaturas teóricas, etc.

Sin embargo, se debe tener presente la tipología de las asignaturas, ya que en una misma tipología de asignaturas se acostumbra a aplicar las mismas actividades formativas. Por lo tanto, deberán diseñarse teniendo en cuenta este factor. Véase el estudio que muestra el anexo 4.

4.3.1. Ejemplo de aplicación: asignatura Procesamiento digital de imágenes

Descripción:

Esta asignatura pretende introducir al alumno en el tratamiento digital de la imagen presentando las técnicas básicas de procesamiento digital en el ámbito bidimensional. El curso se inicia con el estudio de las señales y sistemas bidimensionales tanto en el dominio espacial como en el frecuencial, dando una especial importancia a los sistemas lineales e invariantes. Después del estudio teórico correspondiente al tema de muestreo y cuantificación, se estudian diferentes técnicas de filtraje lineales y no lineales para mejorar las imágenes en diferentes aspectos. En la parte final del curso se tratan técnicas que permiten analizar las imágenes y extraer características asociadas a éstas.

1. Competencias que deben evaluarse

A continuación se indican las competencias que deben evaluarse en la asignatura Procesamiento digital de imágenes (PDI) y la definición que se ha asignado a cada una en el ETSEEI La Salle de la Universitat Ramon Llull.

a) Conocimientos generales básicos²⁸

Es decir, grado de asimilación de los conceptos relacionados con el procesamiento de imágenes que se han trabajado durante el curso.

b) Capacidad de análisis y síntesis

- Análisis: estudio de la información descomponiéndola en unidades más pequeñas y aislando los conceptos básicos.
- Síntesis: combinación de información para construir un todo a partir de pequeñas entidades previamente analizadas.

c) Comunicación escrita en la propia lengua

Habilidad para exponer, de forma eficaz y correcta, los contenidos que se quieren transmitir, ya sea de forma oral o escrita, utilizando la lengua considerada propia.

Niveles de gradación de la competencia:

1. Comunicación escrita correcta en estilo y formato, con contenido coherente y nivel básico de corrección ortográfica y gramatical.
2. Comunicación escrita correcta y eficaz, utilizando el vocabulario técnico específico y un buen nivel de corrección ortográfica y gramatical.

²⁸ Queremos aclarar que «Conocimientos generales básicos» se considera en estos ejemplos una «competencia instrumental» siguiendo la lista que proponía el proyecto Tuning, aunque el conocimiento de los contenidos de una asignatura es aproximadamente uno de sus objetivos; por lo tanto, puede ser discutible, según el estudio de referencia, si se trata de una competencia o no.

d) Habilidades específicas en el uso del ordenador

En la asignatura PDI se potencia la habilidad de utilizar el programa Matlab y las funciones correspondientes a la librería de herramientas de procesamiento de imágenes.

e) Capacidad de crítica y autocrítica

Identificación y justificación de los puntos fuertes y débiles de un contenido, realizado por uno mismo o por terceros.

Niveles de gradación de la competencia:

1. Identificación.
2. Justificación.

f) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos sobre herramientas de instrumentación o de apoyo para solucionar un problema real.

2. Actividades

- a) Exámenes escritos. Se hacen tres exámenes a lo largo del curso, en los que se hacen preguntas relacionadas con los conocimientos y conceptos trabajados en la asignatura.
- b) Prácticas de introducción al programa Matlab. Se realizan dos prácticas durante la primera mitad del curso. El objetivo es conocer el programa Matlab y la librería de funciones correspondientes a las herramientas de procesamiento de imágenes disponibles en este programa. Las prácticas se hacen en grupos de tres alumnos, y están muy orientadas.
- c) Práctica asociada a un problema real. Esta práctica también se realiza en grupos de tres alumnos. Durante la segunda mitad del curso, los alumnos tienen que resolver un problema/proyecto real, con la ayuda del programa Matlab. Se destinan algunas sesiones de clase a debatir el problema/proyecto entre los miembros del grupo, y con la orientación del profesor, se comentan las diferentes formas de abordarlo.
- d) Exámenes/entrevistas orales. Estas entrevistas se realizan de forma individual cuando se presentan las prácticas realizadas. Tienen como objetivo detectar el nivel de conocimiento y de habilidad de uso que tiene el alumno del programa Matlab, así como validar que todos los miembros del grupo han participado de forma activa en la realización de la práctica correspondiente.

3. Metodologías aplicadas

- a) Clase magistral. El profesor presenta y desarrolla los contenidos de la asignatura. Se combinan clases donde se utiliza la pizarra, con otras donde se utiliza el sistema de proyección instalado en el aula. En este segundo caso se proyectan ejemplos concretos en Matlab asociados a los conceptos que se están trabajando en clase en cada momento.

- b) Sesiones, en el aula, de trabajo en grupo correspondientes al desarrollo de la práctica asociada a un problema real. Durante la segunda mitad del curso se destinan algunas sesiones para debatir, entre los miembros de un mismo grupo de prácticas, las diferentes formas de abordar los diferentes problemas presentados en la práctica. En estas sesiones, el profesor orienta a los diferentes grupos haciéndoles pensar en aquellos puntos que son interesantes. Se trata de una orientación conceptual, que plantea a los alumnos las preguntas adecuadas para que ellos se planteen las cuestiones importantes.
- c) Sesiones, en el laboratorio, de trabajo en grupo correspondientes al desarrollo de la práctica asociada a un problema real. El número de estas sesiones depende directamente de las necesidades de cada grupo de prácticas. En estas sesiones, el monitor de prácticas ayuda a los alumnos a resolver únicamente cuestiones técnicas relacionadas con el programa Matlab.

4. Evaluación de cada actividad

Cada actividad indicada en el punto 2 es evaluada con las herramientas y los criterios que se han considerado más adecuados. Veamos a continuación estas herramientas y criterios:

- a) Exámenes escritos. Como ya se ha comentado anteriormente, se utilizan para comprobar si el alumno ha asimilado los conceptos trabajados en la asignatura. Se corrigen a partir de los criterios objetivos fijados por el profesor. De hecho, este modo de evaluar corresponde con la metodología que se ha seguido tradicionalmente para evaluar los conocimientos de un alumno.
- b) Prácticas de introducción al Matlab. Cada grupo de tres alumnos presenta, después de realizar cada una de las prácticas, un informe en el que se responden diferentes cuestiones (presentes en el enunciado de cada práctica). Cada uno de estos informes es evaluado aplicando la rúbrica que se presenta en la tabla 4.2. La nota, por lo tanto, será un vector con tres componentes.
- c) Práctica asociada a un problema real. Cada grupo de tres alumnos presenta un informe con la estructura y los contenidos definidos en el enunciado correspondiente. Este informe es evaluado con la misma rúbrica presentada en la tabla 4.2.

Además, cada miembro del grupo presenta de forma individual un informe que contiene los siguientes puntos relacionados con la práctica:

- En el apartado de objetivos, el alumno debe hacer un análisis de lo que se pide en la práctica y vincularla con la teoría explicada en clase, explicando y justificando claramente esta vinculación. Esta información sirve para evaluar en el alumno la capacidad de análisis y de síntesis.
- En el apartado de conclusiones se le pide al alumno:
 - Que haga una crítica sobre la solución propuesta, comentando los puntos fuertes y los puntos débiles de la solución.

- Que haga una crítica sobre el trabajo en grupo desarrollado en la que incluya aspectos positivos y negativos del trabajo en grupo con los compañeros durante la realización del ejercicio y una propuesta de alternativas justificadas con el fin de mejorar la manera de trabajar.
- Que dé su opinión con respecto a la práctica propuesta.

Todas estas cuestiones sirven para evaluar en el alumno la capacidad de crítica y autocrítica.

Este informe individual es evaluado a partir de la rúbrica que se presenta en la tabla 4.3. La nota, por lo tanto, es un vector con cuatro componentes.

- d) Entrevistas orales. Estas entrevistas son evaluadas a partir de la rúbrica que se presenta en la tabla 4.4. La nota, por lo tanto, es un vector con tres componentes.

Tabla 4.2. Rúbrica para evaluar el informe presentado en grupo, correspondiente a una práctica de la asignatura PDI

Rúbrica para evaluar el contenido del informe presentado en grupo. Nivel de calidad		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Utilización de Matlab	No se ha utilizado ninguna función de Matlab, o se han utilizado funciones erróneamente (parámetros incorrectos, incompletos, etc.).	La mayoría de veces no han utilizado las funciones Matlab más adecuadas. Diversas funciones desarrolladas no hacen lo que tendrían que hacer.
Desarrollo de las preguntas propuestas	No se ha contestado correctamente ninguna de las preguntas propuestas en el ejercicio.	La mayoría de las preguntas propuestas en el ejercicio no se han desarrollado ni contestado correctamente.
Presentación, estructura y organización del informe	El formato del documento no se adapta en absoluto al indicado. Debería rehacerse todo.	El formato no se adapta mayoritariamente al formato establecido.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
<p>Algunas veces no se han utilizado las funciones Matlab más adecuadas.</p> <p>Alguna función desarrollada no hace lo que tendría que hacer.</p>	<p>Alguna vez no se ha utilizado la función Matlab más adecuada.</p> <p>Las funciones desarrolladas son eficaces pero no eficientes.</p>	<p>Se han utilizado las funciones de Matlab más adecuadas en cada situación.</p> <p>Se ha hecho un buen uso de la ayuda del Matlab para identificar las funciones adecuadas.</p> <p>Las funciones desarrolladas presentan un código eficiente.</p>
<p>Algunas de las preguntas propuestas en el ejercicio no se han desarrollado ni contestado correctamente.</p>	<p>La mayoría de las preguntas propuestas en el ejercicio se han desarrollado y contestado correctamente.</p>	<p>Todas las preguntas propuestas en el ejercicio se han desarrollado y contestado correctamente.</p>
<p>Existen dos o tres aspectos que no se ajustan al formato. Con retoques simples podría arreglarse.</p>	<p>Existe algún aspecto que no se ajusta al formato, aunque no es importante.</p>	<p>El documento se ajusta totalmente al formato indicado.</p>

Tabla 4.3. Rúbrica para evaluar el informe presentado individualmente, correspondiente a la práctica asociada a un problema real en la asignatura PDI

Rúbrica para evaluar el contenido del informe presentado individualmente (contienen los objetivos y las conclusiones). Nivel de calidad		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Capacidad de crítica y autocrítica	Faltan al menos dos de las tres reflexiones que se piden, y la profundidad y calidad de los comentarios presentados en la reflexión que se pide es baja (poco argumentada, falta de razonamientos y justificaciones...).	Falta alguna de las tres reflexiones que se piden, y la profundidad y calidad de los comentarios presentados en las otras dos reflexiones pedidas es baja (poco argumentada, falta de razonamientos y justificaciones...).
Capacidad de análisis y de síntesis	No hay valoración sobre los objetivos perseguidos ni vinculación con los conceptos teóricos que se deberían aplicar.	No se hace una valoración asociada a los objetivos perseguidos en el ejercicio. La mayoría de conceptos teóricos que se deberían aplicar no están identificados.
Comunicación escrita	La mayor parte del texto presenta frases confusas. A veces no es posible entender qué se está intentando expresar. Hay muchas faltas de ortografía. El uso de los signos de puntuación no es correcto en muchas frases.	El texto es muy difícil de comprender. La mayor parte del texto presenta frases largas y confusas. Exige constantemente la relectura de frases. Hay muchas faltas de ortografía. El uso de los signos de puntuación no es correcto en muchas frases.
Presentación, estructura y organización del informe	El formato del documento no se adapta en absoluto al indicado. Debería rehacerse todo.	El formato no se adapta mayoritariamente al formato establecido.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
Se comentan los tres puntos de reflexión pedidos, pero los comentarios son muy simples y con un contenido pobre.	Se presentan los puntos débiles y fuertes de la solución propuesta sin justificarlos con detalle.	Se presentan los puntos débiles y fuertes de la solución propuesta, con las justificaciones y los argumentos correspondientes.
	Se comenta cómo ha ido el trabajo en grupo, pero sin aportar ideas para mejorarlo.	Se analizan con profundidad los pros y contras del trabajo en grupo desarrollado, aportando ideas para mejorarlo.
	La opinión sobre el ejercicio no demuestra una profunda reflexión previa.	Se presenta una opinión argumentada y razonada con respecto al tipo de ejercicio propuesto.
Valoración superficial y no muy acertada de los objetivos perseguidos.	Se muestra una valoración global del ejercicio sin profundizar mucho los objetivos perseguidos.	Los comentarios en el apartado de objetivos muestran una profunda reflexión sobre los objetivos del ejercicio.
Muchos conceptos teóricos que se deberían aplicar no están identificados.	Se identifican con claridad la mayoría de los conceptos teóricos que se deben aplicar para resolver el ejercicio.	Se identifican con claridad todos los conceptos teóricos que se deben aplicar para resolver el ejercicio.
Presenta diversas frases confusas que obligan al lector a releerlas para comprenderlas.	Alguna vez puntual el lector se pierde en alguna frase larga y confusa obligando al lector a releerla dos o tres veces para acabar de entenderla.	Los contenidos se exponen con mucha claridad. Las frases son cortas y fáciles de entender.
Hay algunas faltas de ortografía (muy pocas).	Hay algunas faltas de ortografía (muy pocas) y el uso de los signos de puntuación, alguna vez, no es correcto.	Buen uso de los signos de puntuación.
El uso de los signos de puntuación, a veces, no es correcto.		No hay faltas de ortografía.
Existen dos o tres aspectos que no se ajustan al formato. Con retoques simples podrían arreglarse.	Existe algún aspecto que no se ajusta al formato, aunque no es importante.	El documento se ajusta totalmente al formato indicado.

Tabla 4.4. Rúbrica para evaluar la entrevista individual realizada después de la entrega de cada práctica en la asignatura PDI

Rúbrica para evaluar la entrevista. Nivel de calidad		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Utilización de Matlab	<p>No se ha planteado el problema correctamente y no se ha implementado ninguna solución al problema propuesto.</p> <p>No se ha hecho un buen uso de la ayuda.</p>	<p>Se ha planteado el problema correctamente, pero no se ha llegado a una resolución.</p> <p>No se ha hecho un buen uso de la ayuda.</p>
Conocimiento de las funciones implementadas	<p>No se puede justificar la implementación realizada.</p>	<p>Se justifica parcialmente la implementación realizada.</p> <p>No se conoce el funcionamiento de las funciones utilizadas.</p>
Conocimiento sobre el contenido del informe presentado en grupo	<p>Se ha demostrado un desconocimiento total sobre el contenido del informe presentado.</p>	<p>Se ha demostrado bastante desconocimiento del contenido del informe.</p> <p>Durante la explicación se ha observado un nivel bajo de comprensión del contenido.</p>

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
<p>Se ha planteado el problema correctamente, pero se ha llegado a una solución parcial.</p> <p>No se ha hecho un buen uso de la ayuda.</p>	<p>Se ha resuelto el problema propuesto. Se podría haber optimizado la solución utilizando funciones del Matlab.</p> <p>Se ha hecho un buen uso de la ayuda.</p>	<p>Se ha resuelto el problema propuesto utilizando las funciones del Matlab más adecuadas.</p> <p>Se ha hecho un buen uso de la ayuda del Matlab.</p>
<p>Se justifica mayoritariamente la implementación realizada.</p> <p>Se conoce el funcionamiento de alguna de las funciones utilizadas.</p>	<p>Se justifica totalmente la implementación realizada.</p> <p>Se conoce el funcionamiento de la mayoría de las funciones utilizadas.</p>	<p>Se justifica perfectamente la implementación realizada.</p> <p>Se conoce el funcionamiento de todas las funciones utilizadas.</p>
<p>Se ha demostrado un cierto conocimiento del contenido del informe, aunque han habido respuestas dubitativas.</p> <p>Durante la explicación se ha observado un nivel aceptable de comprensión del contenido.</p>	<p>Se ha demostrado bastante conocimiento del contenido del informe.</p> <p>Durante la explicación se ha observado un nivel aceptable de comprensión del contenido.</p>	<p>Se ha demostrado un conocimiento total sobre el contenido del informe.</p>

5. Evaluación de las competencias

Veamos ahora cómo se combinan todos los datos obtenidos de los alumnos, con el fin de evaluar cada competencia:

- Conocimientos generales básicos. Se evalúan directamente a partir de la evaluación de los exámenes escritos realizados individualmente por los alumnos.
- Capacidad de análisis y síntesis. Se evalúa a partir de la segunda componente del vector «nota» obtenido después de aplicar la rúbrica de la tabla 4.3.
- Comunicación escrita en la propia lengua. Se evalúa a partir de la tercera componente del vector «nota» obtenido después de aplicar la rúbrica de la tabla 4.3.
- Habilidades específicas en el uso del ordenador. Se evalúa a partir de las dos primeras componentes del vector «nota» obtenido después de aplicar la rúbrica de la tabla 4.4

(utilizada durante las entrevistas personales con los alumnos). Durante el curso se han realizado tres entrevistas a cada alumno. La ponderación de estas dos componentes en la nota correspondiente a cada entrevista la fija profesor. La tercera entrevista es más importante que las otras dos anteriores, por lo que su peso en la nota final de esta competencia también deberá ser más alto.

- e) Capacidad de crítica y autocrítica. Se evalúa a partir de la primera componente del vector «nota» obtenido después de aplicar la rúbrica de la tabla 4.3.
- f) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Se evalúa a partir de las dos primeros componentes del vector «nota» obtenido después de aplicar la rúbrica de la tabla 4.2, y a partir de la tercera componente del vector «nota» obtenido después de aplicar la rúbrica de la tabla 4.4. Aunque las rúbricas de las tablas 4.2 y 4.4 se aplican tres veces durante el curso (hay tres prácticas), para evaluar esta competencia sólo se consideran las evaluaciones realizadas en la tercera práctica, ya que las dos primeras presentan un nivel de complejidad muy bajo (recordamos que se trata de prácticas muy orientadas, pensadas únicamente para introducir al alumno al programa Matlab).
- g) La tercera componente de la nota obtenida al aplicar la rúbrica de la tabla 4.4 (entrevista individual) nos permite detectar el grado de participación de cada alumno en la resolución de la práctica. Por lo tanto, esta tercera componente permite al profesor modular adecuadamente la nota asignada a esta competencia (que se calcula a partir de las dos primeras componentes de la evaluación realizada con la rúbrica de la tabla 4.2), de forma que se adapte adecuadamente a los méritos mostrados por cada alumno.

4.3.2. Ejemplo de aplicación: asignatura Álgebra lineal

Descripción:

En esta asignatura se presentan al alumno los temas clásicos de un primer curso de álgebra lineal. Se intenta, sin embargo, que el alumno no sólo asimile los conceptos teóricos adecuadamente, sino que también los asocie con situaciones y problemas reales del mundo técnico. Es decir, se pone mucho énfasis en que el alumno vea el álgebra como una herramienta más para solucionar problemas reales. En este sentido, durante el curso se plantean diferentes aplicaciones prácticas de los conceptos estudiados en clase dentro de diferentes áreas de la ingeniería, entre las cuales podemos destacar el tratamiento digital de la señal, el procesamiento digital de la imagen, el estudio de modulaciones digitales o el mundo de los gráficos por ordenador, entre otras. Algunas de estas situaciones técnicas las plantea y las resuelve íntegramente el profesor en clase, mientras otras se proponen a los alumnos a fin de que sean ellos quienes las modelen y traten de solucionar con las herramientas algebraicas que consideren adecuadas.

Éste es un ejemplo concreto en el que se evalúa una competencia aplicando técnicas más complejas. En la asignatura Álgebra lineal se evalúan todas las competencias ya presentadas en el ejemplo correspondiente a la asignatura PDI (véase el apartado anterior 4.3.1), y se añade una más: la capacidad para trabajar en equipo.

Las competencias comunes se evalúan de la misma forma que ya se ha presentado en la asignatura PDI. La competencia «capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica» también se evalúa en la asignatura Álgebra lineal, ya que se proponen prácticas donde se presentan situaciones técnicas que se deben modelar y resolver aplicando herramientas algebraicas.

A fin de evitar duplicar información, en este apartado sólo presentamos los recursos y las actividades utilizados para evaluar esta nueva competencia.

1. Competencia: capacidad para trabajar en grupo

Capacidad para trabajar con otras personas de forma complementaria, coordinada, comunicativa, confiada y comprometida en la adquisición de un objetivo común.

2. Actividad: control individual + control en grupo

Con anterioridad a la actividad:

Los alumnos se agrupan de manera que en cada grupo haya tres alumnos con perfil académico diferente (niveles diferentes). Así, todos los grupos presentan inicialmente un nivel de heterogeneidad similar. Estos grupos se mantienen fijos durante el curso y se les pide que trabajen y preparen la asignatura conjuntamente. Para motivar esta forma de trabajar, se informa a los alumnos de que la nota final individual de los tres miembros del grupo se puede incrementar si se demuestra que se ha trabajado en grupo de forma adecuada. Se fijan tres o niveles y en función de la nota final obtenida por el grupo se fija también el aumento de las notas individuales.

Descripción de la actividad:

A lo largo del curso, el profesor propone en diferentes ocasiones, sin aviso previo, un control basado en los contenidos teóricos y ejercicios clásicos (con estos controles también se pretende potenciar el seguimiento continuado de la asignatura por parte de los alumnos). Los alumnos realizan este control de forma individual y, una vez entregado al profesor, se vuelven a enfrentar al mismo control, pero esta vez con la ayuda de sus compañeros de grupo. De este modo, los tres miembros del grupo ya han pensado individualmente la solución del control, y en esta segunda fase se trata de que compartan su solución con los compañeros. Al final, cada grupo entrega al profesor una nueva resolución del control, pero esta vez consensuada por todos los miembros del grupo. Así, al final de la actividad el profesor ha recogido cuatro soluciones por cada grupo (las tres individuales más la resolución consensuada).

3. Evaluación de la actividad

Los controles (individuales y de grupo) los corrige el profesor aplicando los criterios objetivos previamente fijados. Las notas individuales se tienen en cuenta a la hora de evaluar la competencia de «conocimientos generales básicos de la asignatura» en cada alumno, junto con la nota obtenida por cada uno en los exámenes de final de parcial realizados durante el curso.

La nota obtenida en el control realizado en grupo servirá para evaluar la competencia «capacidad para trabajar en grupo», junto con las notas individuales (que se vuelven a tener en cuenta para evaluar también esta competencia). En el apartado siguiente se explica cómo se consideran estas notas.

4. Evaluación de la competencia: capacidad para trabajar en grupo

Debe tenerse claro que lo que se quiere evaluar es la forma de trabajar en grupo, y no el nivel de conocimientos adquirido por los miembros del equipo. Es evidente que si el grupo trabaja bien y se complementa, se comunica y se compromete adecuadamente, todos sus miembros se verán beneficiado (es decir, mejorarán los conocimientos de la asignatura). No obstante, debe quedar claro que la evaluación de esta competencia no es una evaluación de conocimientos.

Debido al marcado carácter subjetivo de esta competencia, el criterio aplicado por diferentes profesores para evaluarla a partir de las notas obtenidas en los controles (individuales y de grupo) era diferente (y cada uno respetable). Este aspecto hizo imposible el diseño de una rúbrica consensuada para evaluar esta competencia y, por este motivo, se propuso un sistema más complejo para ayudar a los profesores a evaluarla.

Se pidió a un grupo de expertos que hicieran una propuesta de conceptos para poderlos observar a partir de los datos disponibles (las notas en los controles), y su respuesta fue la siguiente:

- Homogeneidad de las notas obtenidas por los miembros de un mismo grupo. Se supone que si el grupo trabaja conjuntamente la asignatura, todos sus miembros obtendrán una nota similar en el control. Por lo tanto, se considera que si la homogeneidad es alta, el grupo ha trabajado bien (recordamos que al inicio la homogeneidad del grupo era baja a causa del perfil heterogéneo —académicamente hablando— de sus miembros).
- Diferencia entre la nota del control hecho en grupo y la mejor de las tres notas individuales. Una diferencia importante significa que el grupo se ha complementado bien en el momento de hacer el control en grupo.
- Calidad de las notas obtenidas en los controles entregados por el grupo. Es un parámetro que se considera de validación de los anteriores. Es decir, un grupo puede tener una homogeneidad muy alta, pero si las notas individuales y de grupo son muy bajas, esta alta homogeneidad no se considerará de la misma manera que si las notas hubieran sido más altas.

- **Presencialidad.** Es importante saber cuántos miembros de cada grupo hacen los controles. Recordamos que estos controles se hacen sin aviso previo, por lo que un grupo en que todos los miembros estén presentes en todos los controles demuestra un alto compromiso/espíritu de grupo entre sus miembros.

Cada experto tenía en cuenta cada uno de estos conceptos de forma diferente, por lo que se consideró necesario modelar el conocimiento de estos expertos con un sistema difuso (la lógica difusa es una técnica basada en la teoría de conjuntos que permite modelar el razonamiento humano). De este modo, se obtuvo un sistema que evalúa de forma automática la calidad del trabajo en grupo realizado a partir de cuatro parámetros, definidos previamente, y asociados a cada uno de los cuatro conceptos observados por los expertos.

Si el lector quiere profundizar sobre los detalles asociados al diseño de este sistema difuso puede consultar los siguientes documentos de Montero, *et al.*, 2007²⁹ y Montero, 2008.³⁰ Asimismo, en Montero, *et al.*, 2005³¹ se puede consultar otra experiencia de evaluación de estudiantes aplicando la lógica difusa.

4.3.3. Ejemplo de aplicación: sistemas de proceso digital

Descripción:

En esta asignatura se explican las técnicas y la metodología para el diseño de sistemas digitales. Se inicia con el estudio de los sistemas secuenciales. A partir de estos sistemas, el alumno puede abordar el diseño de sistemas digitales síncronos de proceso específico. A continuación se estudia el diseño de sistemas con microprocesadores y microcontroladores. Se estudia el microcontrolador Fujitsu 90F583B y su programación en ensamblador. Después se hace una introducción a la arquitectura de un computador con el estudio de las principales problemáticas y las técnicas de diseño utilizadas para implantarlas.

1. Competencias que deben evaluarse

A continuación se indican y se definen las competencias que posteriormente se deben evaluar en la asignatura Sistemas de proceso digital (SPD). Las clasificamos en competencias genéricas o transversales y competencias específicas.

²⁹ MONTERO, J. A.; ALIAS, F.; GARRIGA, C.; VICENT, L.; IRIONDO, I. *Assessing students' teamwork performance by means of fuzzy logic. Lecture Notes in Computer Science. 9th International Work-Conference on Artificial Neural Networks*, 2007, vol. 4507, p. 383-390.

³⁰ MONTERO, José Antonio (2008). *Hacia una metodología docente basada en el aprendizaje activo del estudiante presencial de ingeniería, compatible con las exigencias del Espacio Europeo de Educación Superior*, tesis doctoral. Barcelona: Universitat Ramon Llull (capítulo 5).

³¹ MONTERO, J. A.; ALSINA, R. M.; MORÁN, J. A.; CID, M. Fuzzy logic system for student's evaluation. *Lecture Notes in Computer Science; 8th International Workshop on Artificial Neural Networks*, 2005, vol. 3512, p. 1246-1253.

■ Competencias genéricas

a) Capacidad de análisis y síntesis

- Análisis: estudio de la información descomponiéndola en unidades más pequeñas aislando los conceptos básicos.
- Síntesis: combinación de información para construir un todo a partir de pequeñas entidades analizadas previamente.

b) Capacidad de organizar y planificar

Poner orden en las diferentes tareas que se deben realizar con el fin de alcanzar un objetivo individual, y plasmar estas tareas en un eje temporal teniendo en cuenta los recursos y las restricciones existentes.

Niveles de gradación:

Organización y planificación a corto plazo. Organización y planificación a medio o largo plazo.

c) Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio

Capacidad para alcanzar los objetivos fijados en el temario de la asignatura.

d) Comunicación oral y escrita en la propia lengua

Habilidad para exponer, de forma eficaz y correcta, los contenidos que se quieren transmitir, ya sea de forma oral o escrita, utilizando la lengua considerada como propia.

Niveles de gradación:

1. Comunicación escrita correcta en el estilo y el formato, con contenido coherente y nivel básico de corrección ortográfica y gramatical. Comunicación oral eficaz y correcta en exposiciones con un público de su nivel (por ejemplo, los compañeros de clase).
2. Comunicación escrita correcta y eficaz, utilizando el vocabulario técnico específico y un buen nivel de corrección ortográfica y gramatical. Comunicación oral eficaz y correcta en exposiciones con un público interdisciplinario (por ejemplo, la exposición del TFC).

e) Habilidades de gestión de la información

Ser capaz de utilizar herramientas y metodologías apropiadas para tratar (consultar, almacenar, clasificar...) la información de manera global y organizarla de manera eficaz.

Niveles de gradación:

1. El alumno sabe encontrar y consultar adecuadamente las fuentes de información propuestas por el profesorado experto.
2. El alumno tiene la habilidad de aportar e investigar nuevas fuentes de información

diferentes a las proporcionadas por el profesorado experto, igualmente útiles para el seguimiento de la materia.

3. El alumno tiene la habilidad de aportar e investigar nuevas fuentes de información diferentes a las propuestas por el profesorado experto, que aportan un cierto valor añadido a la materia de estudio.

f) Resolución de problemas

Capacidad de aplicar de forma directa los conocimientos teóricos para solucionar un problema.

g) Trabajo en equipo

Capacidad para trabajar con otras personas de forma complementaria, coordinada, comunicativa, confiada y comprometida en la consecución de un objetivo común.

Niveles de gradación:

1. Colaborar con el grupo.
2. Implicación en el trabajo en grupo. Crear cohesión dentro del grupo y colaborar activamente en la planificación y su organización.
3. Saber liderar el trabajo en grupo. Dinamizar el trabajo del grupo.

h) Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica

Habilidad para aplicar en un trabajo práctico, proyecto o problema real, los conocimientos obtenidos de forma teórica en la materia en cuestión.

Niveles de gradación:

1. Aplicar en la práctica los conocimientos básicos sobre el área concreta de estudio.
2. Aplicar en la práctica conocimientos más amplios sobre el área concreta de estudio.
3. Aplicar en la práctica los conocimientos sobre el área concreta de estudio, junto con otros conocimientos de campos relacionados, de una manera eficiente.

■ **Competencias específicas**

- Comunicar efectivamente, tanto de forma escrita como oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionados con las TIC, concretamente de informática, teniendo en cuenta su impacto socioeconómico.
- Diseñar y desarrollar proyectos informáticos utilizando los principios y las metodologías propios de la ingeniería.
- Disponer de fundamentos matemáticos, físicos, económicos y sociológicos necesarios para interpretar, seleccionar, valorar, y crear nuevos conceptos, teorías, métodos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática y con su aplicación.

2. Actividades

Se describen las actividades en las que se manifiestan las competencias. Éstas son:

- a) Examen escrito. Se hacen tres exámenes a lo largo del curso en los que se deben resolver ejercicios de diseño de sistemas de proceso digital, relacionando los conceptos y conocimientos trabajados en la asignatura. Los dos primeros exámenes son para liberar materia.
- b) Prácticas de laboratorio. Se realizan tres prácticas de laboratorio en las que se hace el diseño de diferentes sistemas de proceso digital para hacer el posterior montaje y puesta en funcionamiento. Estas prácticas se hacen en grupos de tres alumnos.
- c) Participación en el laboratorio. Para el desarrollo de las prácticas de laboratorio se requiere la participación de todos los miembros del grupo en las sesiones de laboratorio. Hay dos tipos de sesiones de laboratorio: las guiadas por el profesor de prácticas y las libres, en las que los tres alumnos del grupo trabajan conjuntamente para desarrollar la práctica.
- d) Informes de laboratorio. Para cada práctica se debe hacer y presentar un informe de laboratorio en el que se tienen que detallar todas las fases del ciclo de vida de la práctica.
- e) Examen oral. Se hace durante la entrevista en la que se entregan las prácticas de laboratorio. Aunque la entrega de las prácticas es en grupo, se hacen preguntas individuales a todos los miembros del grupo, con el fin de valorar el nivel de conocimientos que tiene cada alumno, así como su grado de participación en la realización de las prácticas.

3. Metodologías aplicadas

A continuación se describen las metodologías y actividades formativas que se utilizan en la asignatura Sistemas de proceso digital.

a) Clase magistral

El profesor presenta y desarrolla los contenidos de la asignatura en dos sesiones semanales de 100 minutos. El profesor utiliza la pizarra y transparencias mediante el sistema de proyección instalado en el aula. Como se trata de una asignatura con un componente de diseño importante, durante las clases magistrales se resuelven bastantes ejercicios de diseño.

b) Aprendizaje basado en el laboratorio

Sesiones de trabajo en grupo, en el laboratorio, para desarrollar trabajos de diseño, implementación y prueba de sistemas digitales reales.

Las primeras sesiones de cada práctica están guiadas por el profesor de prácticas, pero después se intenta que la realización de la práctica la hagan los alumnos de forma autónoma. Los alumnos siempre disponen de apoyo en el laboratorio para poder ir avanzando, ya que es importante que puedan identificar y resolver de forma autónoma los problemas que van surgiendo.

4. Evaluación de cada actividad

Las actividades del apartado 2 se evalúan con las herramientas y los criterios que se concretan a continuación.

Las actividades son:

a) Examen escrito

Se utiliza para comprobar si el alumno ha alcanzado los conceptos trabajados en la asignatura. El profesor de la asignatura fija los criterios y son éstos los que se aplican para obtener la nota final. Este tipo de examen permite, principalmente, evaluar los conocimientos básicos adquiridos por el alumno y le obliga a aplicarlos para resolver correctamente un problema planteado.

b) Prácticas de laboratorio

Esta actividad incluye el resto de actividades, integra y complementa las actividades de participación en el laboratorio, informes de laboratorio y examen oral. Se desarrolla principalmente en los laboratorios de sistemas digitales y salas de estudio.

En este tipo de prueba se evalúa especialmente la capacidad de diseño y desarrollo de la práctica que tiene el alumno, pues deberá usar las metodologías propias de la ingeniería y aplicar los conocimientos para poder resolver la práctica; se evalúa también su capacidad para poder comunicar tanto oralmente como de forma escrita los resultados obtenidos.

Las herramientas para la evaluación integran y complementan las de las actividades c, d, e, junto con la valoración final del profesor que hace la corrección de las prácticas. Esto se hace a partir de la rúbrica de la tabla 4.8.

c) Participación en el laboratorio

Con esta actividad se facilita a los alumnos la resolución de las prácticas.

Durante las sesiones guiadas por el profesor de prácticas, éste guía a los alumnos para que puedan aplicar los conocimientos en la práctica, especialmente en los aspectos más metodológicos del proceso. En esta actividad se da mucha importancia a la capacidad para resolver problemas, ya que en una práctica esta capacidad es fundamental, tanto para su desarrollo como para solucionar las incidencias que van surgiendo.

En las sesiones libres, el profesor actúa de forma más pasiva, intentando motivar a los alumnos para que sean ellos los que controlen el desarrollo de la práctica en el laboratorio. Esto lleva a la evaluación de aspectos relativos a la capacidad de organización y planificación del trabajo y el trabajo en equipo a partir de la rúbrica de la tabla 4.5., que da una nota formada por un vector de tres componentes.

d) Informes de laboratorio

A partir de la actividad de prácticas de laboratorio, los alumnos preparan una memoria para cada una de las tres prácticas de la asignatura. Esta memoria se hace en grupos de tres alumnos, que son los mismos que han implantado la práctica.

La estructura del informe está fijada y tiene los apartados siguientes: síntesis del enunciado, planteamiento del problema, diagrama de bloques o arquitectura de la solución, diseño, diagramas de bloques, problemas y conclusiones.

Con todo eso se hace la evaluación de la capacidad del alumno de comunicación escrita, así como de los aspectos relacionados con las habilidades de gestión de la información y de su capacidad de análisis y síntesis.

Este informe se evalúa a partir de la rúbrica de la tabla 4.6., que da una nota formada por un vector de tres componentes.

e) Examen oral

Este examen se hace junto con la entrega del informe de laboratorio y las prácticas. Se evalúa a partir de la rúbrica de la tabla 4.7., que da una nota formada por un vector de tres componentes.

Tabla 4.5. Para evaluar la participación en el laboratorio

Rúbrica para evaluar los informes de laboratorio		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Resolución de problemas	No sabe aplicar los conceptos teóricos para la resolución de los problemas o bien no ha utilizado ninguna metodología.	Se han detectado deficiencias relativas a la aplicación de los conocimientos teóricos para la resolución de los problemas, o bien la utilización de aspectos metodológicos es poco relevante.
Organización y planificación	No ha planificado, organizado ni gestionado el tiempo ni los recursos correctamente.	Se han detectado bastantes carencias en la planificación, organización y gestión del tiempo y de los recursos.
Trabajo en equipo	Se han detectado un individualismo y una carencia de aptitudes para el trabajo en equipo, así como una falta importante de implicación en el grupo de trabajo.	Le cuesta trabajar en equipo o no se implica en el grupo de trabajo.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
<p>Ha aplicado con alguna deficiencia los conocimientos teóricos para la resolución de los problemas, o bien se ha detectado alguna carencia en los aspectos metodológicos.</p>	<p>Sabe aplicar correctamente los conocimientos teóricos para la resolución de los problemas y lo ha complementado correctamente con aspectos metodológicos.</p>	<p>Ha aplicado muy bien sus conocimientos teóricos para la resolución de los problemas y ha aplicado muy correctamente los aspectos metodológicos necesarios.</p>
<p>Se ha detectado alguna carencia en la planificación, organización y gestión del tiempo y de los recursos.</p>	<p>Ha planificado, organizado y gestionado el tiempo y los recursos correctamente.</p>	<p>Ha planificado, organizado y gestionado tanto el tiempo como los recursos muy correctamente.</p>
<p>Hay poca implicación en el grupo de trabajo y el trabajo en equipo ha sido mínimo.</p>	<p>Sabe trabajar en equipo y se ha implicado en el grupo de trabajo.</p>	<p>Sabe trabajar muy bien en equipo y ha demostrado muy buena implicación en el grupo de trabajo.</p>

Tabla 4.6. Para evaluar los informes de laboratorio

Rúbrica para evaluar los informes de laboratorio		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Formato y estructura del informe	No sigue el formato ni la estructura definidos en la normativa de prácticas de la asignatura.	Sigue parcialmente el formato y la estructura definidos en la normativa de prácticas de la asignatura.
Calidad de los contenidos	La mayor parte de los contenidos de la memoria no están estructurados ni detallados, o no hay ninguna referencia a las informaciones aportadas para su desarrollo.	No se detallan correctamente los contenidos de la memoria, que presentan poca estructuración y pocos detalles, y no se concretan correctamente las informaciones aportadas para su desarrollo.
Coincidencia de los contenidos con el montaje	Hay diferencias muy importantes entre el montaje y los contenidos de la memoria.	Hay diferencias entre el montaje y los contenidos de la memoria.

Tabla 4.7. Para evaluar el examen oral

Rúbrica para evaluar el examen oral		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Conocimiento de contenidos	Durante la explicación se ha observado un desconocimiento total de los conocimientos y contenidos de la práctica.	Durante la explicación se ha observado un nivel bajo de comprensión de los conocimientos y contenidos de la práctica.
Comunicación oral	No ha contestado correctamente ninguna de las preguntas del examen oral o no ha sido nada claro en ninguna de sus respuestas.	No ha contestado correctamente la mayoría de las preguntas del examen oral o no ha sido nada claro en la mayoría de sus respuestas.
Grado de participación	No ha participado en el desarrollo de la práctica.	Ha participado esporádicamente en el desarrollo de la práctica.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
Sigue mayoritariamente el formato y la estructura definidos en la normativa de prácticas de la asignatura.	Sigue totalmente el formato y la estructura definidos en la normativa de prácticas de la asignatura.	Sigue perfectamente el formato y la estructura definidos en la normativa de prácticas de la asignatura.
Los contenidos de la memoria están superficialmente estructurados y detallados, como también lo están las informaciones aportadas para su desarrollo.	Los contenidos de la memoria están estructurados y detallados, y también se especifican las informaciones aportadas para el desarrollo de la práctica.	Los contenidos de la memoria están perfectamente estructurados y detallados, y están correctamente especificadas las informaciones aportadas para el desarrollo de la práctica.
Hay alguna diferencia que afecta a las funcionalidades del montaje entre el montaje y el informe presentado.	Hay alguna pequeña diferencia entre el montaje y el informe presentado, sin que ello afecte a las funcionalidades de la memoria.	El montaje y el informe coinciden totalmente.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
Durante la explicación se ha observado un nivel aceptable de comprensión de los conocimientos y contenidos de la práctica.	Durante la explicación se ha observado un buen nivel de comprensión de los conocimientos y contenidos de la práctica.	Durante la explicación se ha demostrado un conocimiento total sobre los contenidos y conocimientos de la práctica.
No ha contestado correctamente alguna de las preguntas del examen oral, o bien ha sido poco claro en alguna de sus respuestas.	Ha expuesto correctamente la mayoría de conceptos y ha sido claro en sus respuestas.	Ha expuesto correctamente los conceptos y ha contestado con total claridad las preguntas del examen oral.
Ha participado pasivamente en el desarrollo de la práctica.	Ha participado en el desarrollo de la práctica.	Ha participado de forma muy activa en el desarrollo de la práctica.

Tabla 4.8. Para evaluar las prácticas de laboratorio

Rúbrica para evaluar prácticas de laboratorio		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Desarrollo de la práctica	No ha aplicado la mayoría de aspectos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.	No ha aplicado correctamente bastantes aspectos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
Se ha observado alguna carencia en el desarrollo de las prácticas de laboratorio.	Ha aplicado correctamente la mayoría de aspectos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.	Ha aplicado correctamente todos los aspectos necesarios para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

5. Evaluación de las competencias

A continuación se presenta una lista donde se describe cómo se combinan todos los datos que se tienen de los alumnos a fin de evaluar cada competencia. Son:

a) Capacidad de análisis y síntesis

Se evalúa directamente a partir de la nota de los exámenes escritos realizados individualmente. Esta evaluación se complementa al alza por el primer componente, «Resolución de problemas», de la tabla 4.5. de evaluación de participación en el laboratorio y por el segundo componente, «Calidad de los contenidos», de la tabla 4.6. de evaluación de informes de laboratorio. Los componentes de las tablas 4.5. y 4.6. sólo se consideran para la realización de la segunda y la tercera práctica.

b) Capacidad de organizar y planificar

Se evalúa a partir del componente, «Organización y planificación», de la tabla 4.5. de evaluación de participación en el laboratorio y del componente, «Desarrollo de la práctica», de la tabla 4.8. de evaluación de prácticas de laboratorio. La ponderación de las dos notas la fija el profesor, pero se considera más importante la relativa a la tabla 4.5.

c) Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio

Este tipo de conocimientos se evalúa directamente a partir de la evaluación de los exámenes escritos realizados individualmente por los alumnos; la evaluación se complementa con el primer componente, «Conocimiento de contenidos», de la tabla 4.7. de evaluación en el examen oral.

d) Comunicación oral y escrita en la propia lengua

Se evalúa a partes iguales entre la nota del primer componente, «Formado y estructura del informe», de la tabla 4.6. de evaluación de informes de laboratorio y la nota del segundo componente, «Comunicación oral», de la tabla 4.7. de evaluación de examen oral.

e) Habilidades de gestión de la información

Su evaluación parte del segundo componente, «Calidad de los contenidos», de la tabla 4.6. de evaluación de informes de laboratorio y de forma más general se complementa a

criterio del profesor con el componente «Desarrollo de la práctica» de la tabla 4.8. de evaluación de prácticas de laboratorio.

f) Resolución de problemas

Se evalúa a partir del primer componente, «Resolución de problemas», de la tabla 4.5. de evaluación de participación en el laboratorio y del segundo componente, «Calidad de los contenidos», de la tabla 4.6. de evaluación de informes de laboratorio.

g) Trabajo en equipo

Se evalúa a partir del componente «Trabajo en equipo» de la tabla 4.5. de evaluación de participación en el laboratorio y del tercer componente, «Grado de participación», de la tabla 4.7. de evaluación de examen oral.

h) Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica

Se evalúa principalmente con el primer componente, «Conocimiento de contenidos», de la tabla 4.7. de evaluación de examen oral y se complementa con la nota del primer componente, «Resolución de problemas», de la tabla 4.5. de evaluación de participación en el laboratorio.

i) Comunicar de forma efectiva, tanto de forma escrita como oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las TIC, y concretamente de la Informática, teniendo en cuenta su impacto socioeconómico

Se evalúa con la nota del segundo y del tercer componente, «Calidad de los contenidos» y «Coincidencia de los contenidos con el montaje», de la tabla 4.6. de evaluación de informes de laboratorio. En el caso de la segunda y de la tercera práctica también se tiene en cuenta el segundo componente, «Comunicación oral», de la tabla 4.7. de evaluación de examen oral, ya que al ser individual, ésta permite personalizar más la evaluación de cada alumno.

j) Diseñar y desarrollar proyectos informáticos utilizando los principios y las metodologías propias de la ingeniería

La evaluación de esta competencia se hace a partir del primer componente, «Resolución de problemas», de la tabla 4.5. de evaluación de participación en el laboratorio y del componente «Desarrollo de la práctica» de la tabla 4.8. de evaluación de prácticas de laboratorio. En estos casos es importante el seguimiento del profesor, que debe prestar especial atención a la evolución de los alumnos, que debe ir mejorando, especialmente durante la realización de la tercera práctica.

k) Disponer de fundamentos matemáticos, físicos, económicos y sociológicos necesarios para interpretar, seleccionar, valorar y crear nuevos conceptos, teorías, métodos y desarrollos tecnológicos relacionados con la informática y su aplicación

Para su evaluación, el parámetro principal es la nota del componente «Desarrollo de la práctica» de la tabla 4.8. de evaluación de prácticas de laboratorio. Esta valoración se mejora con el primer componente, «Conocimiento de contenidos», de la tabla 4.7. de evaluación de examen oral.

4.3.4. Ejemplo de aplicación: asignatura Medidas electrónicas

Descripción:

La asignatura pretende dar una visión práctica y pragmática de las diferentes áreas relacionadas con la tecnología electrónica y con los sistemas de comunicaciones, que se centran especialmente en los métodos y procedimientos de medida. Es, por lo tanto, bastante heterogénea.

La asignatura se desarrolla siempre dentro del laboratorio, donde hay dispuestas 20 prácticas, cada una en una mesa diferente con todo el equipamiento necesario para realizar la práctica.

Dividimos el curso en dos parciales, y en cada uno se evalúan 10 prácticas.

Objetivos de la asignatura:

Los graduados de nuestro programa de medidas electrónicas adquieren los conocimientos y desarrollan las habilidades que se indican a continuación:

- Tener una visión práctica y pragmática de las diferentes áreas relacionadas con la tecnología electrónica y con los sistemas de comunicaciones.
- Dominio de los conceptos, magnitudes y órdenes de magnitud de los parámetros explicados en las diferentes prácticas.
- Capacidad de análisis de los resultados de medidas realizadas, interpretándolos y justificándolos correctamente.
- Adquirir un buen nivel de experiencia en el uso de la instrumentación.
- El alumno debe ser capaz de planificar el trabajo y de mostrar iniciativa para adquirir buenos resultados en los problemas que presenta la realización de las prácticas.
- Promover el trabajo en grupo y defender las ideas y los conocimientos de forma oral.

1. Competencias que se evalúan

Las competencias que evaluamos en la asignatura Medidas electrónicas las indicamos a continuación:

- a) Capacidad de análisis y síntesis
 - Análisis: estudio de la información descomponiéndola en unidades más pequeñas aislando los conceptos básicos.
 - Síntesis: combinación de información para construir un todo a partir de pequeñas entidades previamente analizadas.

b) Capacidad de crítica y autocrítica

Identificación y justificación de los puntos fuertes y débiles de un contenido realizado por uno mismo o por terceros.

Niveles de gradación de la competencia:

1. Identificación.
2. Justificación.

c) Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio

Grado de asimilación de los conceptos relacionados con los contenidos de la asignatura.

d) Comunicación oral y escrita en la propia lengua

Habilidad para exponer, de forma eficaz y correcta, los contenidos que se quieren transmitir, ya sea de forma oral o escrita, utilizando la lengua considerada como propia.

Niveles de gradación de la competencia:

1. Comunicación escrita correcta en estilo y formato, con contenido coherente y nivel básico de corrección ortográfica y gramatical. Comunicación oral eficaz y correcta en exposiciones con un público de su nivel (por ejemplo, los compañeros de clase).
2. Comunicación escrita correcta y eficaz, utilizando el vocabulario técnico específico y un buen nivel de corrección ortográfica y gramatical. Comunicación oral eficaz y correcta en exposiciones con un público interdisciplinario (por ejemplo, la exposición del TFC).

e) Resolución de problemas

Capacidad de aplicar de forma directa los conocimientos teóricos para solucionar un problema.

f) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

Habilidad para aplicar en un trabajo práctico, proyecto o problema real, los conocimientos obtenidos de forma teórica en la materia en cuestión.

2. Actividades

Se describen las actividades en las que se manifiestan las competencias. Éstas son:

a) Examen oral. Durante esta actividad se pueden evaluar diferentes competencias:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de crítica y autocrítica.
- Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio.
- Comunicación oral en la propia lengua.
- Resolución de problemas.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

- b) Informe escrito. Para cada una de las prácticas realizadas, el alumno presenta un breve informe que debe contener los conceptos fundamentales, los resultados obtenidos y la correcta interpretación de éstos últimos.
- c) Foros. Al principio de curso se abre un foro para cada práctica, en el que los alumnos pueden hacer sus aportaciones, planteando diferentes procedimientos e interpretaciones sobre las medidas y los conceptos de la práctica en concreto. El foro está supervisado por el profesor, pero hay un monitor por práctica, que es uno de los alumnos, al que se le incrementa la nota hasta un máximo del 10% si el foro funciona correctamente y es útil para los compañeros.
- d) Creación de una wikipedia para temas básicos de la asignatura y una para cada práctica, en las que se valoran las aportaciones de los alumnos (problemas habituales, correcciones de la documentación, ejemplos...).

3. Metodologías aplicadas

Los alumnos tienen que hacer 20 prácticas durante el curso. Cada una en una mesa diferente que cuenta con todo el equipamiento necesario para realizar la práctica. Las prácticas se realizan en grupos de dos personas con la cadencia de una por semana.

Los alumnos disponen, desde principio de curso, de un manual didáctico para cada práctica que contiene la explicación de los conceptos teóricos, de los procedimientos de medida, y una descripción de la instrumentación y de las medidas que se realizarán.

El estudiante debe asimilar los conceptos teóricos y la propuesta de práctica en casa. Después dispone de dos horas en el laboratorio con dos profesores que lo guían en la realización de las prácticas. Posteriormente, el laboratorio queda abierto en un horario muy amplio para poder finalizar la práctica, afianzar los conocimientos adquiridos y coger práctica a la hora de hacer las medidas.

Los profesores de la asignatura están a disposición de todos los estudiantes que les quieran realizar consultas.

Utilizamos el campus virtual como herramienta de apoyo a la docencia. Es un campus virtual, basado en Moodle, que permite interactuar con y entre los alumnos, y que tiene diversas utilidades: como intercambiar ficheros, enviar correos y avisos, realizar foros y consultas, crear una wikipedia y otras.

Por lo tanto, podemos clasificar las actividades como:

- Sesiones de laboratorio con profesores de apoyo y consulta.
- Sesiones de laboratorio sin profesores.
- Uso de las actividades y herramientas del campus virtual.

4. Evaluación de cada actividad

Se han fijado criterios de evaluación para cada actividad a fin de evitar la dispersión de criterios entre el profesorado de la asignatura. Con esta finalidad utilizamos las rúbricas como herramientas de evaluación, y además se realizan diversas reuniones de coordinación entre los profesores de la asignatura.

a) Examen oral. Se evalúa tomando como referencia la rúbrica de la tabla 4.9. El examinador asigna una nota numérica sobre 10 puntos en cada fila (vector de tres notas):

- MM: < 2
- M: >2 i <5
- R: > = 5 i <6
- B: > = 6 i <7
- MB: > = 7

La ponderación para extraer la nota del examen es:

- Conocimientos y fundamentos teóricos: 50%.
- Capacidad de aplicar los métodos y procedimientos para la realización de las medidas: 40%.
- Expresión oral y capacidad de argumentación: 10%.

b) Informe escrito. El objetivo del informe es simplemente que el alumno haga un esfuerzo de síntesis y plasme en una hoja lo que es más importante de cada práctica. En este caso, por lo tanto, no queremos una presentación precisa ni una redacción con estilo literario, sino que el informe contenga: un guión de lo que es esencial (parámetros de configuración, formulario, esquemas), los resultados obtenidos y la interpretación de éstos.

En este caso, no utilizamos ninguna rúbrica. La primera valoración indirecta del informe se obtiene en el mismo examen oral, ya que esta hoja es el único documento que puede consultar el alumno durante el examen. El profesor, teniendo en cuenta los puntos mencionados anteriormente, pone una nota sobre 10 puntos cuando el alumno termina de realizar su examen oral.

c) Foro por práctica. En este caso tenemos dos objetivos de evaluación: el trabajo del alumno que hace de monitor y al que, como ya hemos dicho, podemos incrementar la nota hasta un 10% sobre la nota final, y la del resto de alumnos que hacen aportaciones al foro.

Los criterios utilizados son los de la rúbrica de la tabla 4.10., y para el monitor de la práctica añadimos el criterio de la rúbrica de la tabla 4.11.

Obtendremos una nota del 0 al 10 por cada fila (con la misma escala que en el caso a).

Por lo tanto, son dos notas con la ponderación siguiente:

- Calidad de las aportaciones: 70%.
- Actividad e interés: 30%.

Como hemos dicho, la actividad de monitor de práctica se premia con una sobrepuntuación, que puede llegar a suponer un incremento de hasta un 10% sobre la nota final del parcial.

- d) Creación de una Wikipedia para temas básicos de la asignatura y una por cada práctica: los criterios utilizados son también los de la rúbrica de la tabla 4.10.

Obtendremos una nota del 0 al 10 por cada fila (con la misma escala que en el caso a).

Por lo tanto, son dos notas con la ponderación siguiente:

- Calidad de las aportaciones: 65%.
- Actividad e interés: 25%.
- Comunicación escrita: 10%.

Tabla 4.9. Rúbrica para la evaluación del examen oral

Rúbrica para evaluar el examen oral		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Conocimientos y fundamentos teóricos	No entiende o desconoce los conceptos básicos (por ejemplo errores en unidades).	No entiende o desconoce alguno de los conceptos importantes.
	No interpreta ni justifica correctamente los resultados.	Interpreta y justifica parcialmente los resultados.
Capacidad de aplicar los métodos y procedimientos para la realización de las medidas	Errores graves en la configuración de medida.	Errores en la configuración de medida.
	Obtiene resultados absurdos.	Obtiene resultados malos.
Expresión oral y capacidad de argumentación	Falta total de argumentación coherente.	Argumentación parcialmente incoherente.
	Explicación desordenada.	Explicación poco ordenada.
	Uso de vocabulario inadecuado.	Uso poco acertado del vocabulario.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
Entiende los conceptos pero no los tiene afianzados del todo.	Entiende correctamente los conceptos.	Entiende perfectamente los conceptos.
Interpreta y justifica los resultados más importantes.	Interpreta y justifica todos los resultados.	
La configuración de medida es básicamente correcta.	La configuración de medida es correcta.	La configuración de medida es óptima.
Obtiene resultados coherentes.	Los resultados obtenidos son los esperados.	Los resultados obtenidos son los esperados y están perfectamente detallados.
Argumentación básica pero correcta.	Argumentación correcta.	Perfectamente argumentado.
Explicación correcta pero no muy convincente.	Explicación correcta.	Explicación correcta y convincente.
Uso correcto del vocabulario.	Buen uso del vocabulario.	Excelente elección del vocabulario.

Tabla 4.10. Rúbrica para la evaluación de la participación en el foro y en la wikipedia

Rúbrica para evaluar la participación en el foro y en la wikipedia		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Calidad de las aportaciones	No son adecuadas o tienen poca o ninguna relación con la práctica.	Tienen relación con el tema de la práctica pero el planteamiento o la solución son erróneos.
Actividad e interés	No ha hecho ninguna aportación en el foro.	Las pocas aportaciones hechas carecen de interés o son demasiadas evidentes.
Comunicación escrita	Frases sin sentido. Ausencia de vocabulario técnico adecuado. Errores ortográficos y gramaticales graves.	Frases que cuesta entender y relacionar en el contexto. Vocabulario técnico pobre. Errores gramaticales y ortográficos.

Tabla 4.11. Rúbrica complementaria para la evaluación del monitor de práctica

Rúbrica complementaria para evaluar el monitor de práctica		
	Muy mal (MM)	Mal (M)
Gestión y coordinación del foro	No hace ninguna acción para animar a la participación ni para moderar o interceder cuando es necesario.	Las escasas acciones que hace no obtienen resultados; el foro es poco útil y no se centra en los temas de interés.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
El planteamiento y/o la solución son correctos, pero cuesta entenderlas.	El planteamiento y/o la solución son correctos, y están bien expuestas; las explicaciones son claras.	El planteamiento y/o la solución son óptimos, y están muy bien expuestas; las explicaciones se entienden perfectamente.
Participa esporádicamente con aportaciones lo bastante interesantes.	Participa de forma habitual con aportaciones útiles e interesantes.	Participa de forma habitual con aportaciones brillantes.
Frases correctas pero que no consiguen transmitir del todo lo que se pretende transmitir.	Comunicación escrita correcta.	Comunicación escrita correcta y eficaz.
Uso suficiente del vocabulario técnico.	Utiliza el vocabulario técnico suficiente.	Utiliza el vocabulario técnico específico.
Pocos errores ortográficos y gramaticales.	Ortografía y gramática correctas.	Buen nivel de corrección ortográfica y gramatical.

Regular (R)	Bien (B)	Muy bien (MB)
Las acciones hechas consiguen que haya cierta actividad centrada en los temas de interés de la práctica.	Consigue un buen nivel de actividad. El foro se convierte en una herramienta útil para los alumnos.	Consigue un buen nivel de actividad. El foro se convierte en una herramienta muy útil y apreciada por los alumnos.

5. Evaluación de las competencias

Concretaremos, a partir de los datos obtenidos, cómo evaluamos cada competencia:

a) Capacidad de análisis y síntesis, y capacidad de crítica y autocrítica

En esta asignatura se realiza una evaluación conjunta de las dos. Se relaciona la capacidad de crítica con la capacidad de interpretación de resultados (bueno, malo, absurdo...). No se puede hacer una crítica sin hacer previamente un análisis.

La nota se extrae de la que se obtiene para la actividad de examen oral (80%), el informe escrito (5%) y la participación en los foros (15%).

b) Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio

Se evalúa a partir de la actividad de examen oral (80%), el informe escrito (5%), la participación en los foros (10%) y las aportaciones en la wikipedia (5%).

c) Comunicación oral y escrita en la propia lengua

La comunicación oral y escrita es la ponderación de la tercera nota de la rúbrica de la tabla 4.9. para la evaluación del examen oral (50%) y de la tercera nota de la rúbrica de la tabla 4.10. para la evaluación de la participación en el foro y en la wikipedia(50%).

d) Resolución de problemas

Hacemos la evaluación a partir de la media aritmética de las dos primeras notas de la rúbrica de la tabla 4.9. para la evaluación del examen oral (80%) y de la primera nota de la rúbrica de la tabla 4.10. para la evaluación de la participación en el foro y en la wikipedia (20%).

e) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

Es la nota obtenida directamente de la actividad de examen oral tal y como está descrita en el apartado correspondiente.

4.4. ARQUITECTURA. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS

A continuación, describimos ejemplos de evaluación en el área de Arquitectura en dos ámbitos diferenciados: el de la propia asignatura (Sistemas de representación, construcción, fundamentos de proyectos), y transversales (Proyectos de arquitectura e Ingeniería de la edificación).

El procedimiento que hemos seguido para determinar los procedimientos de evaluación en las asignaturas ha sido el siguiente:

1. Descripción de la actividad de aprendizaje y de su contexto en la asignatura.
2. Sistematización de la anterior información a través de una ficha con los campos siguientes:
 - Datos de la asignatura (bloque, materia, asignatura, código de la asignatura).
 - Nombre y descripción de la actividad de aprendizaje.
 - Contexto educativo de enseñanza y aprendizaje de la actividad.
 - Sistemas de evaluación de la actividad.
 - Competencias implicadas en la actividad (nombres y códigos).
3. Elaboración de una rúbrica de evaluación de la actividad a partir de estas competencias.

Con respecto a los espacios transversales más característicos de la enseñanza de la arquitectura —proyectos—, hemos elaborado las matrices de evaluación que sintetizan el conjunto de habilidades y conocimientos necesarios para realizar un proyecto.

4.4.1. Ejemplo de aplicación: asignatura Sistemas de representación

En la asignatura Sistemas de representación II (AS053) se plantea la elaboración de una rúbrica para poder evaluar una actividad de aprendizaje para la creación de un fotomontaje —a partir de las diferentes competencias que entran en acción:

1. Descripción de la actividad de aprendizaje objeto de evaluación y de su contexto educativo: la actividad (elaboración de un fotomontaje) representa el último peldaño de un proceso gradual de adquisición de conocimientos:
 - Primeramente, los alumnos seleccionan imágenes obtenidas de cualquier fuente (libros, películas, vídeos, red, fuentes propias...) y las introducen, acompañadas de una explicación escrita, en el repositorio digital de la asignatura. Se genera un archivo colectivo que se somete a un proceso de votaciones en línea que dará lugar al ranking de imágenes más votadas.
 - Más adelante, los alumnos hacen fotografías de la ciudad de Barcelona que expliquen el debate actual arquitectónico y urbano, tomando como referencia, entre

otras fuentes, la clase teórica, Percepción de la ciudad a través de la cámara, el libro de Rem Koolhaas, *La ciudad genérica*; el texto del fotógrafo y arquitecto Gabriele Basilico, *Arquitecturas, ciudades, visiones. Reflexiones sobre la fotografía*, y el artículo de Manuel Laguillo, «La ciudad de la fotografía»; cada alumno cuelga cinco de estas imágenes en el repositorio digital de la asignatura, y las acompaña de una explicación escrita, asociada cada una a alguno de los temas teóricos. Se genera otro archivo colectivo que se somete a un proceso de votaciones en línea que dará lugar al ranking de imágenes de Barcelona más valoradas.

- A continuación, utilizando el entorno web de la asignatura, cada alumno crea diferentes grupos (mínimo tres) a partir de todas las imágenes (mínimo dos) que forman parte de las dos bibliotecas virtuales creadas de forma colectiva con anterioridad, y acompaña cada imagen de una explicación que evidencie el tema común entre ellas. Alguno de estos grupos de imágenes propuestos puede servir como punto de partida del ejercicio siguiente, el fotomontaje.
- Finalmente, cada alumno crea un fotomontaje que explique, ilustre, sugiera o proponga algo sobre la ciudad o que critique una idea sobre la ciudad, de manera que ponga de manifiesto o sintetice algunas de las cuestiones debatidas en las clases sobre el tema IMAGEN, y lo inserta, acompañado de una explicación escrita, en el repositorio digital del curso.

Utilizando la terminología de la pirámide de Miller, esta última actividad de aprendizaje (creación de un fotomontaje) es del tipo «ejecución», o sea, que el alumno no sólo tiene que demostrar «saber» (*knows*) y «saber explicar» (*knows how*), sino que también debe probar «saber mostrar» (*shows how*) y «actuar» (*does*). Las actividades del tipo «ejecución» son muy adecuadas para evaluar las competencias del alumno, ya que éstas se demuestran en la acción.

2. La siguiente ficha sistematiza y complementa toda la información anterior:

Ficha Fotomontaje. <i>Sistemas de Representación II</i>	
Módulo	PROYECTUAL
Materia	COMPOSICIÓN
Asignatura	AS053 SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN II
Tema	IMAGEN
Actividad aprendizaje	FOTOMONTAJE
Descripción de la actividad de aprendizaje	El alumno elabora un fotomontaje sobre la ciudad de Barcelona, que ponga de manifiesto o sintetice algunas de las cuestiones debatidas en las clases sobre el tema IMAGEN, y lo inserta, acompañado de una explicación escrita, en el repositorio digital del curso.digital del curs.
Contexto educativo de enseñanza y aprendizaje	<p>El tema IMAGEN (primeras nueve semanas del curso) está dedicado al lenguaje de la imagen fotográfica. Se considera la relación entre imagen y realidad desde diversos puntos de vista: filosofía, pintura, fotografía, cine e imagen digital. Se estudian las aplicaciones de la fotografía que han hecho los artistas de vanguardia; el fotomontaje; la fotografía y el movimiento moderno.</p> <p>Clases teóricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Conceptos fundamentales: idea - imagen, imagen - realidad. ■ Percepción de la ciudad a través de la cámara. ■ Fotografía: vanguardia y contemporánea. ■ Fotomontaje. ■ Imagen y publicidad - producción de la imagen. <p>Clases instrumentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ La técnica fotográfica. ■ <i>Photoshop</i> 1 y 2. <p>Bibliografía: toda la del tema IMAGEN.</p> <p>Actividades paralelas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Visita guiada a la exposición del MACBA: Archivo Universal. La condición del documento y la utopía fotográfica moderna. <p>Otras actividades de aprendizaje asociadas (con apoyo del entorno web del curso):</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Imagen plástica: hacer fotos a objetos o elementos cotidianos con la ayuda de los recursos explicados en la clase instrumental, La técnica fotográfica, para obtener una nueva visión, original y que acentúe su plasticidad, de estos elementos. Se toma como referencia el trabajo del fotógrafo Edward Weston explicado en clase. Se cuelgan en el repositorio digital específico. ■ Otros: selección de imágenes extraídas de cualquier fuente. Se cuelgan en el repositorio digital de la asignatura con una explicación.

	<ul style="list-style-type: none"> ■ Votación otros: votación colectiva en el entorno web para elaborar un ranking. ■ Barcelona: hacer fotografías de la ciudad de Barcelona que expliquen el debate actual arquitectónico y urbano y colgarlas en el repositorio digital con una explicación. ■ Votación Barcelona: votación colectiva vía web y elaboración del ranking. ■ Grupos: desde el entorno web de la asignatura, se crean diferentes grupos que se acompañan de una breve explicación que evidencie un tema común u opuesto a partir de todas las imágenes de las dos bibliotecas virtuales colaborativas.
Sistemas de evaluación	Proyectos - Corrección de proyectos - Presentaciones - Participación en clase - Trabajos prácticos con ordenador
Competencias	<p>IS1 Capacidad de análisis y síntesis</p> <p>IS7 Habilidades básicas en el uso del ordenador</p> <p>CS5 Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)</p> <p>A6 Ideación gráfica</p> <p>A8 Crítica arquitectónica</p>

3. Finalmente se elabora la rúbrica de evaluación de la actividad:

Rúbrica de evaluación de competencias: *Fotomontaje - Sistemas de representación II*

Competencias	A (4)	B (3)	C (2)	D (1)
IS1 Capacidad de análisis y síntesis	El fotomontaje pone de manifiesto conceptos básicos de la ciudad contemporánea de forma coherente y aporta nuevas conclusiones.	El fotomontaje pone de manifiesto conceptos básicos de la ciudad contemporánea de forma coherente.	El fotomontaje insinúa algún concepto básico de la ciudad contemporánea, pero de manera poco eficaz o poco clara.	El fotomontaje no insinúa ningún concepto básico de la ciudad contemporánea.
IS7 Habilidades básicas en el uso del ordenador	El alumno tiene un gran dominio de las herramientas informáticas y lo aplica de manera muy satisfactoria en el fotomontaje.	El alumno tiene un buen dominio de las herramientas informáticas y lo aplica de manera eficaz en el fotomontaje.	El alumno tiene un dominio básico de las herramientas informáticas, pero no lo aplica de manera eficaz en el fotomontaje.	El alumno tiene graves deficiencias en el dominio de las herramientas informáticas y/o en su aplicación en el fotomontaje.
CS5 Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad)	El alumno aporta ideas originales tanto en los temas que pone de manifiesto como en su plasmación en el fotomontaje.	El alumno aporta alguna idea original en los temas que pone de manifiesto o en su plasmación en el fotomontaje.	El alumno no aporta ideas originales en los temas que pone de manifiesto ni en su plasmación en el fotomontaje.	El alumno copia literalmente los temas tratados y su plasmación en el fotomontaje.
A6 Ideación gráfica	El alumno utiliza los recursos gráficos para concebir y comunicar las ideas del fotomontaje de manera muy satisfactoria.	El alumno utiliza los recursos gráficos para concebir y comunicar las ideas del fotomontaje de manera coherente.	El alumno muestra deficiencias en el uso de los recursos gráficos, en la concepción o en la comunicación de ideas del fotomontaje.	El alumno tiene graves deficiencias en el uso de los recursos gráficos, tanto en la concepción como en la comunicación de ideas del fotomontaje.
A8 Crítica arquitectónica	El fotomontaje aporta una visión crítica sobre cuestiones del debate arquitectónico actual de forma muy bien argumentada.	El fotomontaje aporta alguna idea sobre cuestiones del debate arquitectónico de forma coherente.	El fotomontaje insinúa alguna idea sobre cuestiones del debate arquitectónico actual, pero de forma poco eficaz o poco clara.	El fotomontaje no aporta ninguna idea sobre cuestiones del debate arquitectónico actual.

4.4.2. Ejemplo de aplicación: asignatura Construcción

En el caso de la asignatura de Arquitectura, Construcción I (AR006), se analiza una actividad de aprendizaje —construcción de una torre— que pertenece al tema El sistema de barras y nudos. Estabilidad vertical.

1. Descripción de la actividad de aprendizaje objeto de evaluación y de su contexto educativo:

Tema: El sistema de barras y nudos. Estabilidad vertical (torres).

En esta práctica consolidaremos los conocimientos adquiridos en las prácticas anteriores llevando al límite las condiciones de estabilidad de un sistema a partir de las posibilidades de un material determinado. Como hemos comprobado, habrá que investigar la naturaleza del material propuesto para poder experimentar con las estrategias de apoyo.

Con papel o cartulina de una densidad máxima de 180-200 g/m² los alumnos deberán ejecutar un sistema estable (torres), en el que se valorará la optimización del material (menor peso posible) con estas condiciones:

- La altura de la torre tiene que ser de 200 cm, y la luz del puente, también.
- Puente y torre deberán estar simplemente apoyados, sin ninguna fijación y sin estar encajados en elementos externos.
- Deberán ser estables y soportar las acciones verticales, representadas por el peso de una lata de 33 cl., en cualquier punto.
- Es condición indispensable que sólo se utilice el material propuesto. No se puede utilizar ningún tipo de cola o similar (los elementos se deberán manipular mecánicamente).

La práctica se hace en grupo. Se hace la corrección conjunta de los ejercicios y se entrega una ficha individual en formato DIN A3 explicando de manera clara y sintética la propuesta, que debe incluir:

- Descripción gráfica (croquis y fotos) de los procesos seguidos.
- Identificación y descripción gráfica de los diversos tipos de esfuerzo observados.
- Estrategias y tecnologías utilizadas en la construcción de la torre.
- Cuantificación de los resultados (unidades de material utilizadas, peso del elemento...).

2. La siguiente ficha sistematiza y complementa toda la información anterior:

Ficha Torre. Construcción I	
Módulo	TÉCNICO
Materia	CONSTRUCCIÓN
Asignatura	AR006 CONSTRUCCIÓN I
Tema	EL SISTEMA DE BARRAS Y NUDOS. ESTABILIDAD VERTICAL
Actividad aprendizaje	TORRE
Descripción actividad de aprendizaje	Realización, en grupo, de una torre lo más alta posible, sólo con dos cartulinas de gramaje y con un sistema de fijación definidos; en su parte más alta debe poder soportar el peso de una lata de refresco sin que se desmonte.
Contexto educativo de enseñanza y aprendizaje	Dentro de la primera parte del curso, en la que se analizan los condicionantes básicos con que nos encontramos al construir, las estrategias de apoyo es uno de los temas tratados. En esta práctica se consolidan los conocimientos adquiridos en las prácticas anteriores llevando al límite las condiciones de estabilidad de un sistema a partir de las posibilidades de un material determinado. Como hemos comprobado, habrá que investigar la naturaleza del material propuesto para poder experimentar con las estrategias de apoyo.
Sistemas de evaluación	Proyectos - Presentaciones - Participación en clase
Competencias	IS1 Capacidad de análisis y síntesis IT2 Trabajo en equipo CS1 Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica B27 Sistemas constructivos industrializados

3. Finalmente se elabora la rúbrica de evaluación de la actividad:

Rúbrica de evaluación de competencias: Torre - Construcción I

Competencias	A (4)	B (3)	C (2)	D (1)
IS1 Capacidad de análisis y síntesis	El análisis del problema de estabilidad y la búsqueda de una solución adecuada han sido exhaustivos.	El análisis del problema de estabilidad y la investigación búsqueda de una solución adecuada han sido correctos.	El análisis del problema de estabilidad y la búsqueda de una solución adecuada han sido correctos, pero presentan carencias.	El análisis del problema de estabilidad se ha hecho y la búsqueda de una solución adecuada ha sido parcial.
IT2 Trabajo en equipo	El equipo ha creado sinergias; juntos han conseguido más de lo que hubieran conseguido por separado.	El equipo se ha organizado bastante bien, asignando roles a cada miembro.	El equipo se ha organizado bien en algunos puntos y en otros no.	Entre los miembros del equipo ha habido escaso entendimiento, pero han llegado a ejecutar el trabajo.
CS1 Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica	Maqueta totalmente coherente con su propuesta y con los conceptos explicados en clase.	Maqueta coherente con su propuesta y con los conceptos explicados en clase, con algunas carencias de concepto.	Maqueta coherente con su propuesta y con los conceptos explicados en clase, con carencias graves de concepto.	Maqueta poco coherente con su propuesta y con los conceptos explicados en clase, con numerosas carencias graves de concepto.
B27 Sistemas constructivos industrializados	Se han aplicado símiles de sistemas industrializados y seriados, con una muy buena ejecución.	Se han aplicado símiles de sistemas industrializados y seriados, con una ejecución correcta.	Se han aplicado símiles de sistemas industrializados, con una ejecución poco precisa.	No se han aplicado símiles de sistemas industrializados y/o la ejecución es tosca.

4.4.3. Ejemplo de aplicación: asignatura Fundamentos de proyectos

En el caso de la asignatura de segundo curso de Arquitectura, Fundamentos de proyectos (AS010), se analiza una actividad de aprendizaje: Proyecto de casa patio. Presentación, perteneciente al tema Vivienda unifamiliar.

1. Descripción de la actividad de aprendizaje objeto de evaluación y de su contexto educativo:

Proyecto de casa patio. Presentación.

Se entrega una ficha resumen del ejercicio al alumno en la que está detallado el programa de necesidades, el solar, la estructura y la documentación que se deberá entregar al final del ejercicio.

El alumno recibe una charla sobre el emplazamiento (la Barceloneta), que introduce la sociología, la evolución histórica y urbana del barrio.

Se realiza una visita guiada al solar para analizar el entorno. El alumno deberá recoger toda la información que considere necesaria para elaborar un primer documento (plano de emplazamiento), que refleje sus inquietudes ante el entorno.

El alumno redacta un programa de prioridades donde define de manera precisa las necesidades y los argumentos que guiarán su proyecto.

El alumno recibe dos charlas sobre la casa patio, que introducen la tipología de la casa y describen su evolución.

La primera documentación (plano emplazamiento) se corrige públicamente para generar un debate entre los compañeros y así poder obtener una documentación más contrastada del entorno.

Después, se inicia un proceso de correcciones guiado por el profesor, que exige al alumno que entregue el documento en diferentes formatos (maquetas, planos, ideogramas, renders); el proceso de corrección enfatiza en cada uno los conceptos y en la capacidad de comprobación que aporta la herramienta.

Finalmente, cada alumno elabora tres paneles que resumen la evolución de su proyecto, y los acompaña de una explicación pública, lo que exige que el alumno genere un discurso ordenado y sintetizado del trabajo plasmado gráficamente.

2. La ficha siguiente sistematiza y complementa toda la información anterior:

Ficha Presentación del proyecto de casa patio. *Fundamentos de proyectos*

Módulo	PROYECTUAL	
Materia	PROYECTOS	
Asignatura	AS010	FUNDAMENTOS DE PROYECTOS
Tema	VIVIENDA UNIFAMILIAR	
Actividad de aprendizaje	PROYECTO DE CASA PATIO. PRESENTACIÓN	
Descripción de la actividad de aprendizaje	<p>Proyecto de casa patio en el barrio de la Barceloneta. Presentación:</p> <p>El alumno elabora una propuesta y la plasma gráficamente en tres paneles, expone y defiende el trabajo realizado según el programa y el entorno propuestos.</p>	
Contexto educativo de enseñanza y aprendizaje	<p>El objetivo del curso es iniciar al alumno en la tarea de proyectar. Se plantean una serie de ejercicios que permitan afrontar esta actividad de manera gradual.</p> <p>El tema del curso gira de forma monográfica en torno a la vivienda de pequeña dimensión, en los ejercicios primeros, y, de un cierto tamaño, en los últimos. Se plantean tres ejercicios básicos, los dos primeros centrados en la vivienda unifamiliar y el tercero en la vivienda colectiva.</p> <p>El proyecto de casa patio es uno de los ejercicios de vivienda unifamiliar.</p>	
Sistemas de evaluación	Proyectos - Corrección de proyectos - Presentaciones - Participación en clase	
Competencias	IS1	Capacidad de análisis y síntesis
	IT1	Capacidad de crítica y autocrítica
	CS2	Habilidades de investigación
	A1	Proyecto básico arquitectónico y urbano
	B5	Sistemas de representación

3. Finalmente se elabora la rúbrica de evaluación de la actividad. Las rúbricas de evaluación de proyectos basadas en competencias tienen sentido en los proyectos de los primeros años de la carrera, pero no tanta en los proyectos de los últimos cursos, ya que el elevado número de competencias específicas del grado de Arquitectura hace conveniente establecer otros parámetros de evaluación que ya lleven implícitos, de manera agrupada, las diferentes competencias, tal y como se explica más adelante, en el apartado 4.5.5:

Rúbrica de evaluación de competencias: *Presentación del proyecto de casa patio - Fundamentos de proyectos*

Competencias	A (4)	B (3)	C (2)	D (1)
IS1 Capacidad de análisis y síntesis	El alumno argumenta de forma detallada una propuesta coherente que da respuesta al conjunto de condicionantes introducidos por el entorno y por el programa.	El alumno argumenta de forma detallada una propuesta que da una respuesta parcial al conjunto de condicionantes introducidos por el entorno y por el programa.	El alumno argumenta de forma parcial una propuesta que da una respuesta incompleta al conjunto de condicionantes introducidos por el entorno y por el programa.	El alumno no argumenta una propuesta que dé respuesta al conjunto de condicionantes introducidos por el entorno y por el programa.
IT1 Capacidad de crítica y autocrítica	El alumno da una respuesta coherente, fruto de un proceso de evolución y de reflexión sobre el propio trabajo.	El alumno da una respuesta coherente, fruto de un proceso incompleto de evolución y reflexión sobre el propio trabajo.	El alumno da una respuesta parcial, fruto de un proceso incompleto de evolución y de reflexión sobre el propio trabajo.	El alumno da una respuesta insuficiente, fruto de un proceso inexistente de evolución y de reflexión sobre el propio trabajo.
CS2 Habilidades de investigación	El alumno amplía el conocimiento a partir de la bibliografía propuesta por los profesores o por el propio alumno. A partir de este proceso mejora el resultado final.	El alumno amplía el conocimiento a partir de la bibliografía propuesta por los profesores o por el propio alumno. Este proceso afecta parcialmente al resultado final.	El alumno lee la bibliografía propuesta por los profesores. Este proceso afecta parcialmente al resultado final.	El alumno no adquiere nuevos conocimientos.

A1 Proyecto básico arquitectónico y urbano	El alumno utiliza correctamente una serie de herramientas que transforman un conocimiento abstracto (adquirido mediante las competencias descritas anteriormente) en una formalización arquitectónica coherente.	El alumno utiliza correctamente una serie de herramientas que transforman un conocimiento abstracto (adquirido mediante las competencias descritas anteriormente) en una formalización arquitectónica básica.	El alumno utiliza parcialmente una serie de herramientas que transforman un conocimiento abstracto (adquirido mediante las competencias descritas anteriormente) en una formalización arquitectónica incompleta.	El alumno no utiliza las herramientas que transforman un conocimiento abstracto (adquirido mediante las competencias descritas anteriormente) en una formalización arquitectónica.
B5 Sistemas de representación	El alumno es capaz de transmitir con éxito, teniendo en cuenta las convenciones que forman parte del marco de conocimientos de los arquitectos, los resultados conseguidos mediante las herramientas adquiridas, (dibujo, maqueta, texto).	El alumno es capaz de transmitir, teniendo en cuenta las convenciones que forman parte del marco de conocimientos de los arquitectos, los resultados conseguidos mediante las herramientas adquiridas, (dibujo, maqueta, texto).	El alumno es capaz de transmitir de forma parcial, teniendo en cuenta las convenciones que forman parte del marco de conocimientos de los arquitectos, los resultados conseguidos mediante las herramientas adquiridas, (dibujo, maqueta, texto).	El alumno no es capaz de transmitir, teniendo en cuenta unas convenciones que forman parte del marco de conocimientos de los arquitectos, los resultados conseguidos mediante las herramientas adquiridas, (dibujo, maqueta, texto).

4.4.4. Ejemplo de aplicación: ámbitos transversales de evaluación

El ámbito de evaluación transversal más significativo de los estudios de arquitectura es el proyecto en el que el alumno debe sintetizar las competencias que adquiere en las diferentes asignaturas. A lo largo de la carrera se van encadenando diversos cursos de proyectos, que culminan en el proyecto final de carrera. Tanto el proyecto de fin de carrera como los proyectos de los diferentes cursos comparten el carácter transversal.

Para evaluar las competencias alcanzadas en los ámbitos de proyectos de arquitectura, se plantea una rúbrica en la que los criterios de evaluación están agrupados en tres grandes bloques (análisis, proyecto, comunicación). Para cada criterio se fijan cuatro niveles de adquisición con una puntuación asociada, de manera que las puntuaciones correspondientes al nivel más satisfactorio de cada criterio suman 100:

- ANÁLISIS (18 %):
 - Programa 6%
 - Entorno 6%
 - Documentación 6%

- PROYECTO (52 %)
 - Concepto 10%
 - Estructura 8%
 - Materialización / Construcción 8%
 - Instalaciones 8%
 - Ejecutabilidad 8%
 - Mantenimiento 3%
 - Normativa 4%
 - Evolución 3%

- COMUNICACIÓN (30 %):
 - Presentación gráfica 6%
 - Presentación escrita 6%
 - Presentación oral 6%
 - Presentación volumétrica 6%
 - Defensa 6%

Rúbrica de evaluación de un proyecto de Arquitectura

Crterios / Niveles:	Insatisfactorio			Muy satisfactorio
ANÁLISIS				
PROGRAMA	0	2	5	6
Conjunto de exigencias, requerimientos y necesidades de un edificio que garantice correctamente el uso y la funcionalidad	El alumno no ha realizado ningún análisis ni tiene conocimiento del programa.	El alumno aporta información pero no es adecuada y/o no demuestra haber hecho ningún análisis ni ninguna reflexión.	El alumno aporta información contrastada, pero no hay conclusiones en el análisis.	El alumno ha investigado, ha contrastado, reflexionado y aporta conclusiones razonables.
ENTORNO	0	2	5	6
Conocimiento de la realidad social, física, climática y tipológica, y del área geográfica y de los recursos locales	El alumno no ha realizado ningún análisis ni tiene conocimiento del entorno.	El alumno aporta información pero no es adecuada y/o no ha hecho ningún análisis ni ninguna reflexión.	El alumno aporta información contrastada, pero no hay conclusiones en el análisis.	El alumno ha investigado, ha contrastado, reflexionado y aporta conclusiones razonables.
DOCUMENTACIÓN	0	2	5	6
Bibliografía de proyectos, tipológicamente parecidos, del entorno directo con intenciones arquitectónicas similares, información de los sistemas, materiales, tecnologías que se utilizan y recopilación de otros proyectos	El alumno no ha realizado ninguna búsqueda de documentación.	El alumno aporta información pero no es adecuada y/o no ha hecho ningún análisis ni ninguna reflexión.	El alumno aporta información contrastada, pero no hay conclusiones en el análisis.	El alumno ha investigado, ha contrastado, reflexionado y aporta conclusiones razonables.

PROYECTO				
CONCEPTO	0	6	8	10
La adecuación a los objetivos planteados mediante riqueza espacial y equilibrio de los elementos arquitectónicos	Los elementos que propone el alumno que conforman este aspecto no son ni adecuados ni están controlados.	La propuesta del alumno es adecuada pero no hay control de los elementos, y éstos están descompensados	La propuesta del alumno es adecuada y está controlada, pero su desarrollo de no es lo bastante detallado y/o no presenta criterios de sostenibilidad.	La propuesta es adecuada y está bien detallada e incorpora criterios de sostenibilidad.
ESTRUCTURA	0	4	6	8
Sistema estructural del proyecto planteado: elección, diseño, desarrollo y sostenibilidad del sistema. Elección y diseño del sistema estructural con relación al entorno, programa, intenciones arquitectónicas y sistemas de instalaciones y sistemas constructivos. Desarrollo del sistema realizando el cálculo y los detalles constructivos	Los sistemas que propone el alumno que conforman este aspecto no son ni adecuados ni están controlados.	La propuesta del alumno es adecuada pero no demuestra tener control del sistema, éste está descompensado.	La propuesta del alumno es adecuada y está controlada, pero su desarrollo no es lo bastante detallado y/o no presenta criterios de sostenibilidad.	La propuesta es adecuada y está bien detallada, ya que incorpora criterios de sostenibilidad.

MATERIALIZACIÓN / CONSTRUCCIÓN	0	4	6	8
<p>Sistema constructivo del proyecto: elección, diseño, desarrollo y sostenibilidad del sistema. Elección y diseño del sistema constructivo con relación al entorno, programa, intenciones arquitectónicas y sistemas de instalaciones y sistemas constructivos. Desarrollo del sistema realizando el cálculo y los detalles constructivos</p>	Los sistemas que propone el alumno que conforman este aspecto no son ni adecuados ni están controlados.	La propuesta del alumno es adecuada, pero no demuestra tener control del sistema, ya que éste está descompensado.	La propuesta del alumno es adecuada y está controlada pero su desarrollo no es lo bastante detallado y/o no presenta criterios de sostenibilidad.	La propuesta es adecuada y está bien detallada e incorpora criterios de sostenibilidad.
INSTALACIONES	0	4	6	8
<p>Sistemas planteados de instalaciones del proyecto: elección, diseño, desarrollo y sostenibilidad del sistema. Elección y diseño del sistema de instalaciones con relación al entorno, programa, intenciones arquitectónicas y sistemas de estructura y sistemas constructivos. Desarrollo del sistema realizando el cálculo y los detalles constructivos</p>	Los sistemas que propone el alumno que conforman este aspecto no son ni adecuados ni están controlados.	La propuesta del alumno es adecuada pero no demuestra tener control del sistema, ya que éste está descompensado.	La propuesta del alumno es adecuada y está controlada, pero su desarrollo no es lo bastante detallado y/o no presenta criterios de sostenibilidad.	La propuesta es adecuada y está bien detallada e incorpora criterios de sostenibilidad.

EJECUTABILIDAD	0	4	6	8
Planteamiento de una construcción factible y sensata	El alumno no controla ni conoce el proceso de ejecución de los sistemas planteados.	El alumno conoce el proceso de ejecución de los sistemas planteados, pero no los controla y/o no son razonables ni adecuados al proyecto.	El alumno conoce el proceso de ejecución de los sistemas planteados, pero no los controla.	El alumno controla el proceso de ejecución de los sistemas, que son adecuados y factibles.
MANTENIMIENTO	0	1	2	3
Envejecimiento del edificio y previsión de elementos para su mantenimiento	El alumno no controla ni conoce el envejecimiento de los materiales y no prevé los elementos necesarios para el mantenimiento del edificio.	El alumno prevé algún elemento para el mantenimiento del edificio, pero no controla el envejecimiento de los materiales.	El alumno prevé suficientes elementos para el mantenimiento del edificio y conoce el envejecimiento de los materiales, pero no plantea soluciones adecuadas.	El alumno conoce el desgaste de los materiales y los sistemas utilizados, y plantea soluciones para controlar este aspecto siempre que no forman parte de la composición arquitectónica. Además, el alumno prevé los elementos suficientes para el mantenimiento del edificio en todos los aspectos.
NORMATIVA	0	2	3	4
Instrucciones de cumplimiento obligado	No conoce la normativa.	Conoce la normativa, pero no lo aplica.	Conoce la normativa, pero la aplica parcial y/o erróneamente.	Conoce la normativa y la aplica correctamente en todos los aspectos.
EVOLUCIÓN	0	1	2	3
Recorrido del proyecto en todos sus aspectos, con capacidad de superar problemas	No hay evolución.	Hay evolución pero no es correcta y/o contrastada y/o controlada.	La evolución ha seguido un camino correcto, pero no se ha contrastado con otras soluciones.	La evolución ha seguido un camino correcto en todos los aspectos y se han contrastado diferentes soluciones.

COMUNICACIÓN				
PRESENTACIÓN GRÁFICA	0	2	4	6
Documentación gráfica con la representación adecuada de toda la información necesaria con respecto a la ejecución del proyecto	No está la documentación necesaria y la representación no es correcta.	La documentación no es necesaria y/o hay incongruencias y/o la representación no es correcta.	La documentación gráfica es correcta, pero no lo bastante detallada.	La documentación gráfica es correcta y cumple todo los aspectos que debe cumplir un proyecto ejecutivo.
PRESENTACIÓN ESCRITA	0	2	4	6
Documentación escrita de la memoria del proyecto, basada en esquemas, organigramas, croquis, perspectivas explicativas y fotografías	No está la documentación necesaria y la escritura no es correcta.	La documentación no necesaria y/o hay incongruencias.	La documentación escrita es correcta, pero no lo bastante detallada.	La documentación escrita es correcta y cumple todo los aspectos que debe cumplir un proyecto ejecutivo.
PRESENTACIÓN ORAL	0	2	4	6
Discurso de la defensa del proyecto con la exposición proyectada de documentación gráfica y escrita	Discurso no controlado ni coordinado con la proyección de las diapositivas.	Discurso controlado y/o no estructurado y/o coordinado con la proyección de las diapositivas.	Discurso bien estructurado y coordinado con la proyección de diapositivas, pero el tono no es correcto.	Discurso bien estructurado y coordinado con la proyección de diapositivas con un tono correcto.
PRESENTACIÓN VOLUMÉTRICA	0	2	4	6
Perspectivas, fotografías, maquetas...	No hay material de representación volumétrica.	No hay suficientes perspectivas y/o maquetas para poder visualizar todo el proyecto y/o no están correctas o controladas.	El material es correcto, pero no permite visualizar los aspectos importantes del proyecto.	Las perspectivas y las maquetas presentadas están en diferente escala y permiten visualizar diferentes aspectos del proyecto y todas las maquetas y perspectivas necesarias para poder entenderlo.

DEFENSA	0	2	4	6
Respuestas correctas con argumentación en todos los aspectos del proyecto	No hay respuestas.	Respuestas no convincentes.	Respuestas no correctas y/o no convincentes ni argumentadas.	Respuestas correctas, convincentes y argumentadas.

A continuación se muestra una rúbrica de evaluación del trabajo de fin de carrera de Ingeniería de la Edificación. En este caso se consideran suficientes tres niveles de calificación.

Rúbrica de evaluación de un proyecto de Arquitectura técnica o de Ingeniería de la edificación

Criterios / Niveles:	Insatisfactorio	Satisfactorio	Muy satisfactorio
ESTUDIO DEL PROYECTO: Análisis de la viabilidad técnica, económica y social de la propuesta y descripción de los contenidos del trabajo y de sus objetivos	Análisis del proyecto mal elaborado en el que no se especifican claramente los objetivos, la viabilidad de la propuesta ni las conclusiones.	Análisis correcto y estructurado de la viabilidad de la propuesta, que incorpora la documentación necesaria.	Análisis completo de todos los aspectos relativos a la ejecución de la propuesta, que incorpora todas las justificaciones de los diferentes campos de estudio.
ORGANIZACIÓN, ESTRUCTURACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO: Tener presente la importancia de la estructuración y de las fases de un proyecto y ser capaz de cuantificar el tiempo que será necesario invertir en cada fase	Presenta errores en la valoración de las duraciones de las actividades y no autoexige el cumplimiento de dichas duraciones.	Valoración aproximada de las actividades y modificación de la planificación personal en función de los cambios realizados en el TFC.	Valoración correcta y mantenimiento de las duraciones de las actividades con distribución y aumento de recursos.
DESARROLLO GRÁFICO DE LA PROPUESTA: Elaboración de la documentación gráfica con la definición de todos los elementos y trabajos necesarios para poder ejecutar el proyecto, con planos de arquitectura, estructura e instalaciones	Documentación mal elaborada e insuficiente que no permite ejecutar correctamente la obra.	Documentación suficiente y que permite ejecutar la obra complementada con documentación escrita.	Documentación gráfica cumplida y ordenada para la ejecución de la obra.

<p>MEDICIONES, PRESUPUESTO Y PLIEGO DE CONDICIONES: Análisis, valoración y acotación técnica legal de las diferentes partidas de obra que configuran el proyecto</p>	<p>Documentación desordenada, mal estructurada, con carencias en las valoraciones de las diferentes actividades.</p>	<p>Documentación correctamente estructurada y ordenada, y coherente con la información descrita en la documentación del proyecto.</p>	<p>Valoración correcta de la propuesta con la elaboración de los diferentes documentos necesarios para conocer el coste global de la operación.</p>
<p>DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: Elaboración de la documentación escrita y gráfica necesaria para definir las medidas de seguridad que se deben tomar en la obra en fase de ejecución</p>	<p>Documento incompleto que no resuelve ni representa los criterios ni los requisitos mínimos de la seguridad en la obra.</p>	<p>Documentación gráfica y escrita en la que se resuelven de forma genérica los requerimientos de seguridad y salud de la ejecución de la obra.</p>	<p>Organiza la ejecución en clave de seguridad y desarrolla, incorporando todos los detalles, las medidas de seguridad necesarias en cada proceso constructivo de la obra.</p>
<p>DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD: Definición de los controles que se deben realizar en los diferentes procesos constructivos que configuran la obra y a todos los materiales que los forman para garantizar la calidad final de la obra</p>	<p>Errores de concepto en la elaboración del programa con documentación insuficiente y mal estructurada.</p>	<p>Documento en el que se definen de forma genérica los diferentes controles necesarios para efectuar en los diferentes procesos constructivos definidos en el proyecto.</p>	<p>Documento completo en el que se especifican con detalle todos los controles que se efectuarán en los diferentes procesos constructivos y en el que se adjunta documentación gráfica y escrita que facilita la comprensión del programa.</p>
<p>DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO: Definir los trabajos necesarios para un correcto mantenimiento de la obra acabada y definir la frecuencia de estos trabajos</p>	<p>Documentación incompleta en la que no se valora ni la frecuencia ni el coste del mantenimiento de todos los elementos de la obra acabada.</p>	<p>Documentación ordenada y suficiente para realizar el mantenimiento de los diferentes elementos de la obra acabada.</p>	<p>Se definen soluciones constructivas pensando en el mantenimiento y se presenta documentación bien estructurada que incluye una correcta definición de todos los condicionantes que intervienen en el mantenimiento del edificio.</p>

SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE: Análisis de los criterios de sostenibilidad y medio ambiente utilizados en la propuesta	Poco interés en los criterios de sostenibilidad, que no se reflejan claramente en el proyecto.	Estudio completo y bien definido de las diferentes soluciones adoptadas en la propuesta.	Se desarrolla el trabajo valorando la sostenibilidad y el medio ambiente. Se incluyen y se definen correctamente todos los aspectos que intervienen en los criterios de sostenibilidad y medio ambiente, y se adjunta toda la documentación necesaria.
DEFENSA: Exposición coherente y ordenada del trabajo con documentación escrita y gráfica que muestra los objetivos, los problemas resueltos y las conclusiones, con la recopilación de la documentación en lo referente a soluciones adoptadas en el trabajo	Discurso y presentación de la documentación mal estructurados en los que no quedan claros los objetivos del trabajo ni las conclusiones obtenidas por el alumno.	Presentación correcta y ordenada de las diferentes actividades que ha llevado a cabo durante el TFC.	Discurso bien estructurado y presentación bien elaborada de la documentación de todos los apartados que ha elaborado en el TFC.

Estas rúbricas sirven de referencia para las diversas asignaturas que componen el plan de estudios, ya que el objetivo último del proceso de enseñanza es conseguir que el alumno tenga la capacidad de reunir y de aplicar todos los conocimientos adquiridos en torno a un proyecto.

En el caso de las asignaturas de Proyectos, la cantidad y las relaciones de los conocimientos que entran en juego varían a lo largo de la carrera. Así, durante los primeros cursos de Proyectos puede ser suficiente que el alumno trabaje algunos elementos del proyecto y que sea capaz de integrarlos, por ejemplo, en la relación entre la estructura y la concepción del espacio. En cursos posteriores, se pueden introducir más elementos, por ejemplo, detalles constructivos y cálculo de las estructuras e instalaciones. Sin embargo, es al final de los estudios, en el proyecto final, cuando se pide una integración completa de todos los elementos, como pasa en el desarrollo de un proyecto en el ámbito profesional. Por lo tanto, las rúbricas de Proyectos definen el perfil profesional de la titulación según el criterio de la institución que la imparte.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLEN, J.; RAMAEKERS, G.; VAN DER VELDEN, R. La medición de las competencias de los titulados superiores. En VIDAL GARCÍA, J. *Métodos de análisis de la inserción laboral de los universitarios*. León: Universidad de León, 2003, p. 31-54.
- ANECA. PROYECTO REFLEX. Informe ejecutivo. *El profesional flexible en la sociedad del conocimiento*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2007.
- ANECA. *Libro blanco del título de grado en Ingeniería Informática*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2004.
- ANECA. *Programa de convergencia europea. El crédito europeo*. Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación, 2003.
- ANECA. *Libro blanco de grado en Arquitectura* (borrador). Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Disponible en: http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_arq_borrador.pdf, p. 29
- AQU CATALUNYA. *Guia per al disseny d'un perfil de formació: Enginyeria Química*. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, 2006.
- AQU CATALUNYA. *Marc general per a la integració europea*. Barcelona: Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya, 2004.
- BARRÓN, C. La evaluación basada en competencias en el marco de los procesos de globalización. En VALLE, M. (coord.) *Formación de competencias y certificación profesional*. México: Centro de Estudios de la Universidad, UNAM, 2000.
- BENITONE, P; ESQUETINI, C; GONZÁLEZ, J; MARTY, M; SIUFU, G; WAGENAAR, R (ed.). *Reflections on and outlook for higher education in Latin America*. Final Report – Tuning Latin America Project. Universidad de Deusto / Rijksuniversiteit Groningen, 2004-2007.
- CRAWLEY, E. F. *The CDIO syllabus. A statement of goals for undergraduate engineering education*. Department of Aeronautics and Astronautics, MIT (Massachusetts Institute of Technology), 2001.
- FERNÁNDEZ A. «Arquitectura y enseñanza». En: *Ideología y enseñanza de la Arquitectura en la España contemporánea*. Madrid: Tucur Ediciones, 1975, p. 19
- GARCÍA-PIQUER, A.; FORNELLS, A.; GOLOBARDES, E.; CUGOTA, L. *Diagnòstic de les competències en una titulació d'Enginyeria Informàtica (segon cicle) usant tècniques de clustering*. Informe tècnic, Enginyeria i Arquitectura La Salle – Universitat Ramon Llull, 2008
- GONZÁLEZ, J, WAGENAAR, R. *Tuning Educational Structures in Europe. Fase I*. Universidad de Deusto, 2003.

GONZÁLEZ, J, WAGENAAR, R. *Tuning Educational Structures in Europe. Fase II*. Universidad de Deusto, 2005.

HUTMACHER, R. W. L'avaluació en la transformació de les modalitats de govern dels sistemes educatius. En: *Tendències europees en avaluació i educació*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Consell Escolar de Catalunya, 1999, p. 15-34.

LASNIER, F. *Réussir la formation par compétences*. Montreal: Guérin, 2000.

LE BOTERF, G. *Ingeniería de las competencias*. Barcelona: Gestión 2000, 2001.

LLORENS, A. *Estudi sobre els perfils professionals dels enginyers en l'àmbit de les TIC*. ATEL, 2008.

McCRINDLE, M. *The ABC of XYZ: Generational diversity at work*. McCrindle Research. Disponible en:
<http://www.quayappointments.com.au/email/040213/images/generational_diversity_at_work.pdf>

MILLER, ALLEN H.; IMRIE, B.; COX, K. *Student assessment in higher education*. Londres: Kogan Page, 1998.

MILLER, GE. *The assessment of skills/competences/performance*. Academic Medicine (Supplement), n° 65. 1990. p. 63-67.

MONTERO, J. A.; ALÍAS, F.; GARRIGA, C.; VICENT, L.; IRIONDO, I. Assessing students' teamwork performance by means of fuzzy logic. *Lecture Notes in Computer Science. 9th International Work-Conference on Artificial Neural Networks*, 2007, vol. 4507, p. 383-390.

MONTERO, J. A.; ALSINA, R. M.; MORÁN, J. A.; CID, M. Fuzzy logic system for student's evaluation. *Lecture Notes in Computer Science; 8th International Workshop on Artificial Neural Networks*, 2005, vol. 3512, p. 1246-1253.

MONTERO, J. *Hacia una metodología docente basada en el aprendizaje activo del estudiante presencial de ingeniería, compatible con las exigencias del Espacio Europeo de Educación Superior*, tesis doctoral. Barcelona: Universitat Ramon Llull, 2008 (capítulo 5).

NCES. *Defining and Assessing Learning: Exploring Competency-Based Initiatives*. National Postsecondary Education Cooperative, 2002. Disponible en:
<<http://inces.ed.gov/publicsearch/>> (consultado en septiembre de 2008).

PEDRAGOSA O; PLANAS J.. *Competències: definició i propostes de treball. Guies del professorat*, 1. Universitat de Vic, 2006.

PERRENOUD, C. *Construir competencias desde la escuela*. Santiago de Chile: Dolmen, 1999.

PHAM, V. H.; MIYAKE, L., CASE, J. GIL, S. *The gen Y perceptions study*. Career Center y Spectrum Knowledge, 2008.

PRADES, A. *Les competències transversals i la formació universitària*. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2005.

QAA. *Engineering. Subject benchmark statement*. The Quality Assurance Agency for Higher Education, 2006.

ROE, R. A. What makes a competent psychologist? *European Psychologist*, 7 (3), p. 192-202.

RUÉ, J.; MARTÍNEZ, M. *Les titulacions UAB en l'Espai Europeu d'Educació Superior*. Cerdanyola del Vallès: IDES-UAB, 2005.

YÁÑIZ, C.; VILLARDÓN, L. *Planificar desde competencias para promover el aprendizaje*. Bilbao: Cuadernos del ICE-Universidad de Deusto, 2006.

Via Laietana 28, 5^a planta | 08003 Barcelona | Tel.: +34 **93 268 89 50** | Fax: +34 93 268 89 51



Agència
per a la Qualitat
del Sistema Universitari
de **Catalunya**

WWW.AQU.CAT