

# Integración de competencias de responsabilidad social, sostenibilidad y ética profesional en los grados de ingeniería informática

Rafael Miñano Rubio

Departamento de Matemática Aplicada a las TIC  
Universidad Politécnica de Madrid

Código ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9207-002X>  
rafael.minano@upm.es

## Resumen

Tras la adaptación al EEES, todos los grados relacionados con la ingeniería informática incluyen competencias transversales y profesionales relacionadas con la responsabilidad social, la sostenibilidad y la ética profesional. Con el fin de conocer su nivel de integración real en la docencia, y como parte de un estudio más amplio, se han analizado los planes de estudio en 25 universidades españolas, identificando las asignaturas (incluyendo el Trabajo Fin de Grado) que incluían dichas competencias en sus guías docentes, y que también las integraban de hecho en sus temarios. Los resultados muestran una gran diversidad en el enfoque y el nivel de integración efectiva de dichas competencias en los planes de estudio. En general, el trabajo de este tipo de competencias es algo puntual o aislado, y solo en algunos casos aparece de forma sistemática y equilibrada a lo largo del currículum. No obstante, se han identificado un buen número de buenas prácticas que muestran que existen oportunidades viables para trabajar estas competencias en el contexto actual de la universidad española.

## Abstract

After the Bologna process, every informatics engineering degree program in Spain includes competences related to environmental, social, ethical and professional responsibility. In order to know their level of real integration in teaching, we have analysed the curricula of 25 Spanish universities, identifying the courses that include in fact such competences in their syllabus, methodological options and evaluation criteria. The results show that there are a great diversity of approaches, but only in a few cases these competences are included in a holistic and systematic way. However, some good practices have been identified and they can be of great help to deal with these challenges in the present framework of the Spanish universities.

## Palabras clave

Ética, responsabilidad social, sostenibilidad, currículo, competencias transversales

## 1. Introducción

Desde muy diversos ámbitos se apoya la inclusión en la formación en ingeniería de conocimientos, habilidades y valores, que integren aspectos ambientales, sociales y éticos, y que fomenten la reflexión y la toma de conciencia sobre la responsabilidad de los futuros profesionales [1, 5, 6, 13]. En el campo de la ingeniería informática, son una importante referencia las recomendaciones curriculares de la ACM (incluyendo aspectos sociales, legales y de ética profesional en el núcleo del currículo [2]) o los resultados de aprendizaje para la acreditación EURO-INF (definiendo el *Contexto económico, social, legal, ético y ambiental* como una de las seis categorías a considerar, [6]).

Además, la adaptación de las titulaciones universitarias al marco del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior, ha hecho que muchos grados incluyan competencias relacionadas con la responsabilidad social, la sostenibilidad y la ética profesional.

A pesar de estas demandas externas, el informe final de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible muestra progresos en el compromiso de las universidades, pero la completa integración de la sostenibilidad en la formación universitaria aún presenta porcentajes muy bajos [4]. Además, el impacto en la formación en las ingenierías aún es limitado y no hay evidencias de que se estén desarrollando estrategias de enseñanza y aprendizaje eficaces que aborden de manera integral y sistémica el trabajo de dichas competencias [3, 14].

En este artículo se presentan los resultados de un estudio realizado sobre la integración de estas compe-

tencias en titulaciones de grado relacionadas con la ingeniería informática. Este estudio se enmarca en un trabajo más amplio cuyo objetivo es conocer el grado de integración de las competencias de sostenibilidad en grados de ingeniería en España [11].

## 2. Objetivos y metodología

Como se ha explicado anteriormente, el objetivo es estudiar cómo los actuales grados de ingeniería informática están integrando en la docencia las competencias relacionadas con la responsabilidad social, la sostenibilidad y la ética profesional. En adelante, para facilitar la redacción, se denotarán como CRS (Competencias para la Responsabilidad Social), entendiéndose que incluyen todos los aspectos anteriores.

Como objetivos específicos del estudio se plantean:

- Identificar cómo se concreta el trabajo de las CRS en las asignaturas del plan de estudios, atendiendo de forma especial si se hace de forma sistemática y holística.
- Identificar experiencias relevantes que sirvan de referencia en el desarrollo de estas competencias en los grados de ingeniería.

Para ello, se ha seguido la siguiente metodología. El estudio se ha realizado de forma exhaustiva en las universidades de la Comunidad de Madrid (6 públicas y 5 privadas)<sup>1</sup>. Para completarlo, se han seleccionado otras 14 universidades españolas (11 públicas y 3 privadas)<sup>2</sup>. Entre ellas están las universidades politécnicas y otras universidades de las que se tenían referencias de buenas prácticas en el ámbito de la sostenibilidad y la responsabilidad social.

Se han considerado como CRS de referencia la competencia recomendada en el RD1393/2007 de ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (*capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética*) y las recomendadas específicamente para los títulos

<sup>1</sup> Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA), Universidad Alfonso X El Sabio (UAX), Universidad Autónoma de Madrid (UAM), Universidad Carlos III (UC3M), Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universidad de Alcalá (UAH), Universidad Europea de Madrid (UEM), Universidad Francisco de Vitoria (UFV), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad Rey Juan Carlos (URJC) y Universidad San Pablo CEU.

<sup>2</sup> Mondragon Unibertsitatea (MONDRAGON), Universidad de Deusto (DEUSTO), Universidad de Extremadura (UEX), Universidad de Granada (UGR), Universidad de Oviedo (UNIOVI), Universidad de Valladolid (UVA), Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU), Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Universitat de Girona (UdG), Universitat de les Illes Balears (UIB), Universitat de València (UV), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Universitat Politècnica de València (UPV), Universitat Ramon Llull (URL).

oficiales de las profesiones de ingeniería informática (BOE-A-2009-12977):

- *Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico en Informática.*
- *Capacidad para diseñar, desarrollar, seleccionar y evaluar aplicaciones y sistemas informáticos, [...], conforme a principios éticos y a la legislación y normativa vigente.*
- *Capacidad para planificar, concebir, desplegar y dirigir proyectos, servicios y sistemas informáticos [...] valorando su impacto económico y social.*

Además, se han considerado otras que han definido las propias universidades o que son específicas de las distintas ramas de la ingeniería informática. El criterio seguido es que tengan relación explícita con alguno de los 4 aspectos fundamentales considerados para nuestro estudio (en adelante, aspectos CRS):

- éticos y de responsabilidad profesional.
- sociales,
- ambientales,
- legales y normativos.

Para cada universidad, se han revisado sus páginas web analizando la presencia de dichos aspectos en distintos niveles: en las competencias y objetivos del grado, en las competencias especificadas en las guías docentes de las asignaturas, la inclusión concreta en el temario, y aspectos metodológicos y de evaluación.

Para facilitar el análisis cualitativo, y la comparación e identificación de experiencias relevantes, se han definido 6 categorías diferentes de asignaturas, agrupadas en 3 bloques:

- *Humanidades:* El primer bloque incluye las asignaturas directamente relacionadas con los conocimientos no técnicos asociados a las CRS. En este contexto, son asignaturas sobre aspectos éticos, sociales y/o legales de la informática, y asignaturas humanísticas (sociología, historia).
- *Transversales:* El segundo bloque incluye asignaturas en las que se podría, a priori, trabajar las CRS de forma transversal desarrollando la dimensión de aplicación de dichas competencias. Se han categorizado en asignaturas de *Economía y Empresa*, asignaturas de *Seguridad* (como materia con un impacto social relevante dentro de la ingeniería informática), y *Otras asignaturas*.
- *Proyectos:* El tercer bloque incluye asignaturas apropiadas para desarrollar la integración de las CRS en la actividad profesional, agrupándose en dos categorías: asignaturas relacionadas con *Proyectos de Ingeniería Informática* y el *Trabajo Fin de Grado* (TFG).

Los datos obtenidos se han analizado por categorías de asignaturas y de forma longitudinal a lo largo de cada plan de estudios<sup>3</sup>.

Para estudiar si las CDS se integran de forma sistemática se tomarán como indicadores básicos el número y tipo de asignaturas que incluyen CRS en temario. Para estudiar si se hace de forma holística, se analizará el número y tipo de aspectos CRS que se trabajan.

Se asume que esta metodología tiene algunas limitaciones, motivadas por la necesidad de acotar el alcance del mismo. El número de aspectos CDS estudiados no es exhaustivo, no recogiendo la dimensión económica o el razonamiento crítico. Los resultados cuantitativos son estadísticamente representativos de la situación de las universidades de la Comunidad de Madrid, donde el estudio ha sido exhaustivo. A nivel cualitativo, seguramente habrá experiencias interesantes en otras universidades españolas que no se han identificado.

La fuente principal de información, las guías docentes de las asignaturas, aportan una información que no siempre se corresponde con el trabajo real para el desarrollo de competencias; por ejemplo, no es fácil que se recojan matices como el fomento de la reflexión o el enfoque holístico de los temas.

No obstante, se considera que los resultados que se presentan a continuación, tanto cuantitativos como cualitativos, aportan información útil sobre cómo se están trabajando las CRS en los grados de ingeniería informática de las universidades españolas y para orientar el trabajo futuro.

### 3. Resultados

Al estudiar las CRS que se declaran como competencias en la definición de cada titulación, se observa que todos los aspectos considerados (éticos, ambientales, sociales y legales) aparecen en todas ellas. Las CRS recomendadas “oficialmente” se asumen tal cual en muchos grados, pero en otros se definen otras CRS con muy diversas redacciones y enfoques.

Sin embargo, el que todos los aspectos estén incluidos en las competencias no implica que todos se incluyan en los temarios (Figura 1).

#### 3.1. Integración sistemática de las CRS

Para estudiar si la integración de las CRS a lo largo del plan de estudios se hace de forma sistemática, se

<sup>3</sup> Como hay gran diversidad de titulaciones, se ha considerado un plan de estudios por universidad, ya que el núcleo de las distintas titulaciones era bastante similar. Como excepciones, se tienen los casos de las UPM y la UPC, en donde había dos centros con planes de estudio significativamente diferentes. Por tanto, en el estudio se han considerado un total de 27 “titulaciones” o planes de estudio.

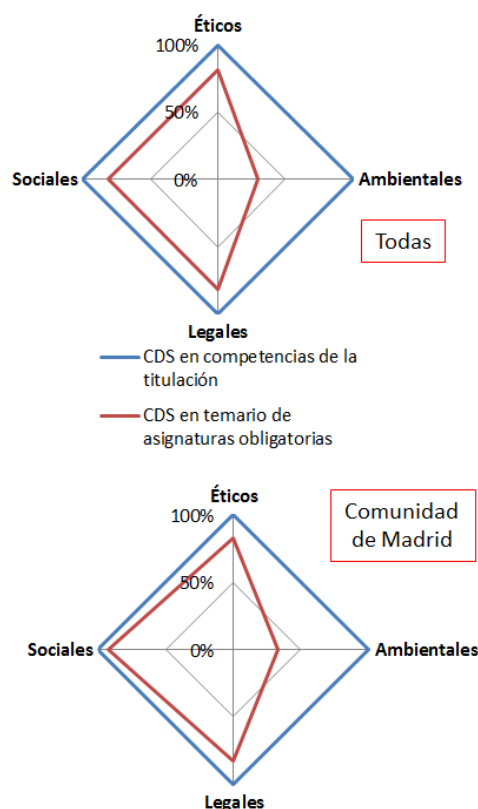


Figura 1: Porcentaje de titulaciones que incluyen aspectos CRS en las competencias de la titulación y en los temarios de las asignaturas obligatorias.

ha estudiado el número de asignaturas obligatorias por titulación que incluyen explícitamente en temario algún aspecto de las CRS (Cuadro 1) y la categoría de asignaturas que los incluyen (Figura 2).

Se ha observado que el modelo más frecuente es trabajar CRS en una asignatura de *Humanidades* y en alguna otra/s asignatura/s de forma *transversal*; esto se da en el 37% de los grados estudiados. Otro modelo común es que los aspectos CRS se trabajen exclusivamente en asignaturas de *Humanidades* (26%). Solamente el 18% de las titulaciones incluyen estos aspectos simultáneamente en alguna asignatura de *Humanidades*, en alguna asignatura de forma *transversal* y en alguna asignatura de aplicación (*Proyectos* o *TFG*).

	Media	Mediana	Moda	Desv.
CAM (12)	2,6	2	2	1,4
Todas (27)	2,4	2	1	1,5

Cuadro 1: Medidas centrales y de dispersión del número de asignaturas obligatorias por titulación que incluyen explícitamente aspectos CRS en temario.

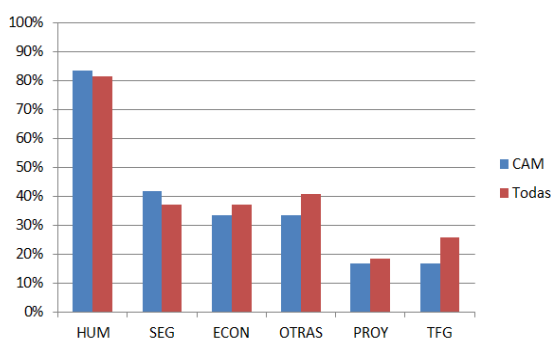


Figura 2: Porcentaje de titulaciones que incluyen aspectos CDS en el temario de asignaturas de cada categoría.

### 3.2. Integración holística de las CRS

Para estudiar la integración holística de las CRS a lo largo del plan de estudios, se han obtenido datos sobre los aspectos CRS que aparecen en los programas de las asignaturas con mayor frecuencia: cuántos (Cuadro 2) y cuáles (Figura 1).

	0	1	2	3	4
<b>CAM (12)</b>	0%	0%	25,0%	41,7%	33,3%
<b>Todas (27)</b>	3,7%	7,4%	18,5%	44,4%	26,0%

Cuadro 2: Número de aspectos CDS que una titulación incluye en el temario de asignaturas obligatorias (porcentaje sobre el nº de titulaciones).

En relación al número de aspectos que se trabajan en una titulación, el valor medio es 3, siendo los aspectos éticos, sociales y legales, los más frecuentes, con bastante diferencia frente a los ambientales.

Además, también se ha estudiado por categorías de asignaturas, observándose que las asignaturas de *Humanidades* y el *TFG* son los contextos en los que más se trabajan de forma conjunta estos aspectos (Figura 3).

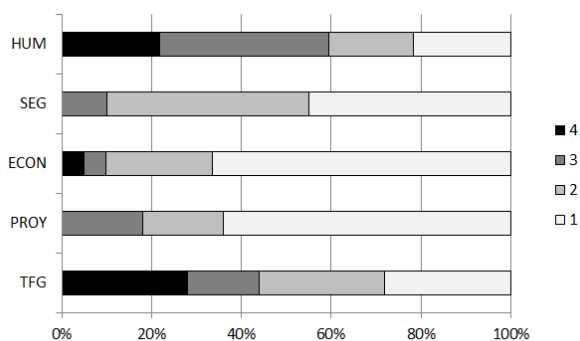


Figura 3: Número de aspectos CRS que se trabajan de forma conjunta en una asignatura (porcentaje sobre las asignaturas de cada categoría que incluyen aspectos CRS en el temario)

Por último, para poder identificar experiencias que combinen un tratamiento holístico y sistemático se estudió el número de aspectos que se trabajan en 2 o más asignaturas. El valor medio es de 1.2 (la mediana es 1), siendo los aspectos sociales los que con mayor frecuencia aparecen en dos o más asignaturas, seguidos de los aspectos éticos. En los grados de informática sólo se identificaron cuatro titulaciones (UPM-ETSISI, UPC-FIB, UPC-EPSEVG y DEUSTO) que trabajan 3 aspectos en dos o más asignaturas.

### 3.3. Asignaturas de Humanidades

El estudio por separado de cada una de las categorías definidas permite tener una visión más cualitativa y detallada de cómo se están trabajando las CRS en los grados de ingeniería informática.

En relación a las asignaturas de la categoría de *Humanidades*, los datos obtenidos muestran que el 63% de las titulaciones estudiadas tienen asignaturas obligatorias de este ámbito (75% en la Comunidad de Madrid) y más del 80% tienen alguna, bien obligatoria o bien optativa. La mayoría de las asignaturas obligatorias son asignaturas que abordan de forma conjunta aspectos éticos, sociales y legales, o al menos dos de ellos. Muchas veces se refleja en el título, por ejemplo, *Ética legislación y profesión* o *Aspectos éticos y sociales*.

Como era de esperar, todas las asignaturas obligatorias estudiadas en este bloque incluyen competencias relacionadas con aspectos sociales y/o con la ética profesional. Además, estos aspectos se incluyen en el temario, generalmente de forma coherente con las competencias especificadas, lo cual no ocurre en el resto de categorías (Figura 5).

Los aspectos más tratados son, por este orden, los sociales (86% de las asignaturas), éticos (72%), legales (58%) y los menos frecuentes los ambientales (36%) (sobre todo en asignaturas optativas y fundamentalmente desde la perspectiva del desarrollo sostenible) (Figura 4).

Las temáticas más tratadas son, principalmente, privacidad y protección de datos, propiedad intelectual y delitos informáticos. Otros temas frecuentes son brecha digital, RSC (Responsabilidad Social Corporativa), seguridad, software libre o desarrollo sostenible, y de forma puntual se encuentran temas como accesibilidad, CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), historia, hacking ético, cultura, gobierno electrónico, derechos humanos o impactos de las TIC en educación, salud, cultura y relaciones sociales.

La mayoría de estas asignaturas (2/3) reflejan en sus guías docentes, metodologías activas que promueven la reflexión, el debate y la participación de los estudiantes, tanto de forma individual como en equipo. Las más frecuentes son los estudios de caso, la realización de trabajos monográficos (individuales o en grupo) y los debates (tanto abiertos, como con

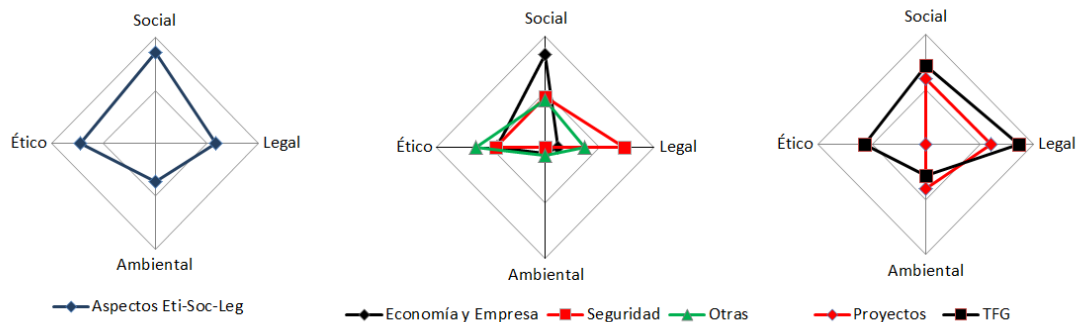


Figura 4: Presencia de aspectos CRS que se trabajan en las asignaturas de cada categoría (porcentaje sobre el total de asignaturas de cada categoría que los incluyen en temario)

una estructura definida que exige una implicación y reflexión importante). Otras metodologías interesantes que aparecen de forma puntual son las lecturas reflexivas (en algunos casos sistemáticas y con guiones de reflexión estructurados), noticias de prensa, películas o realización de proyectos. Dichas actividades suelen ser evaluadas y tener un peso importante en la calificación final (entre un 30% hasta el 100%).

El perfil del profesorado imparte este tipo de asignaturas es muy variado, perteneciendo en su mayoría a departamentos técnicos o con varios profesores de distintos departamentos. Con menor frecuencia, se observa profesorado de departamentos de derecho, pero no se han encontrado casos en los que estas asignaturas estén asignadas a departamentos de humanidades o ciencias sociales.

### 3.4. Asignaturas que trabajan CRS de forma transversal.

En este bloque hemos incluido asignaturas del ámbito de *Economía y Empresa*, *Seguridad* y *Otras asignaturas* de diversos campos que incluían competencias CRS en sus guías docentes.

Todas las universidades estudiadas incluyen asignaturas de *Economía y Empresa* y de *Seguridad* en sus planes de estudio. Las del primer ámbito, son mayoritariamente obligatorias, mientras que las del segundo se encuentran como obligatorias en poco más de la mitad de las titulaciones y en el resto como optativas.

En ambos casos, más del 50% de dichas asignaturas incluyen CRS entre sus competencias, sin embargo no llega al 30% el porcentaje de asignaturas que incluyen aspectos CRS en sus temarios (Figura 5).

El enfoque de las asignaturas de este bloque es fundamentalmente técnico y, en general, no se explicitan espacios para la reflexión. Una excepción, que se considera de interés, se encuentra en la asignatura *Sistemas de Gestión de Seguridad de Sistemas de*

*Información* (UPV-EHU), en donde se especifica que “las actividades propuestas estarán ligadas a cuatro líneas de reflexión, trabajo y aprendizaje”, entre las que se incluyen la “seguridad informática personal y las implicaciones sociales, políticas y éticas de los aspectos de seguridad informática”.

En las asignaturas de *Seguridad*, los aspectos CRS suelen presentarse en la introducción (apartados sobre la sociedad de internet, distintos puntos de vista de la seguridad, aspectos legales, normativas LOPD), o bien en un apartado específico, principalmente de legislación. En las de *Economía*, aparecen principalmente en apartados sobre RSC. Esto se refleja en la Figura 4, los aspectos sociales son los más frecuentes en la categoría de *Economía* y los legales lo son en la de *Seguridad*.

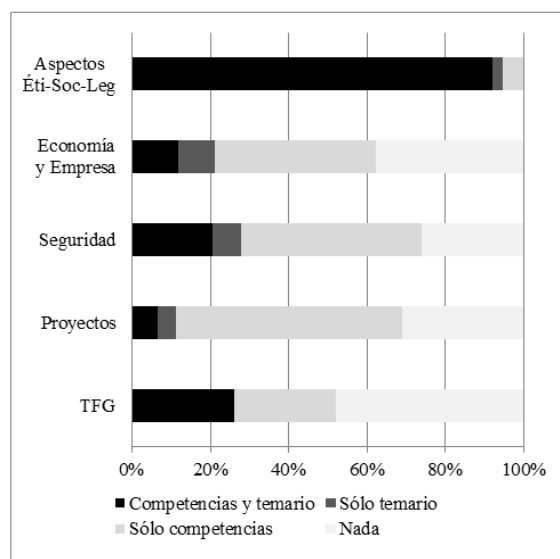


Figura 5: Integración de las CRS en las asignaturas de cada categoría. (Porcentaje sobre el número total de asignaturas de cada categoría.)

En las *Otras asignaturas*, los aspectos que más aparecen son los éticos. En éstas, los aspectos CRS se incluyen como apartados concretos en los temarios de asignaturas técnicas como Sistemas Operativos (*Legalidad vigente y código de ética del administrador*), Ingeniería del software (*Aspectos éticos y profesionales de la ingeniería del software*), Tecnologías web (*Aspecto legales*), Robótica (*Implicaciones éticas y sociales*), Interacción persona-máquina (*Accesibilidad y marco legal*) o Nanotecnología (*Aplicaciones en aspectos ambientales*).

### 3.5. Asignaturas de proyectos y TFG.

En todas las universidades estudiadas hay titulaciones que tienen al menos una asignatura de *Proyectos* y algunos planes de estudio contemplan más de una; en la mayoría de los casos son asignaturas obligatorias. El *TFG* es obligatorio en todas las titulaciones estudiadas.

Por la especificidad del *TFG*, se ha considerado: i) que incluye competencias: si se mencionan explícitamente las CRS o las incluyen en sus resultados de aprendizaje; ii) que incluye CRS en temario: si se incluyen explícitamente en las instrucciones para la realización del trabajo o bien en los criterios de evaluación.

En la Figura 5, se observan de nuevo incoherencias entre la inclusión como competencias y su presencia en el temario, sobre todo en las asignaturas de *Proyectos* donde poco más del 10% incluyen aspectos CRS en el temario. En concreto, casi el 50% de estas asignaturas incluyen competencias del ámbito ético, pero ninguna lo aborda explícitamente.

En el *TFG* se ha observado que algo más de la mitad de las universidades estudiadas (56%) incluyen CRS como competencias o resultados de aprendizaje, sin embargo sólo la mitad de ellos las trabajan y/o evalúan explícitamente (Figura 5).

Las temáticas más frecuentes son los aspectos legales y los sociales (gestión con grupos de interés o seguridad). Los aspectos éticos sí aparecen en el *TFG*, y en ambos contextos se han encontrado casos que abordan temáticas ambientales (gestión de residuos y prevención de riesgos) (Figura 4).

Respecto a la metodología, en las asignaturas de *Proyectos*, se han encontrado pocos casos que expliciten el desarrollo de un anteproyecto completo a lo largo del curso y no se han encontrado casos en los que las CRS se evalúen de forma específica.

En el *TFG* el modo más frecuente de evaluar es mediante una rúbrica. Algunas de ellas incluyen facetas relativas a las CRS, indicando el porcentaje de la calificación que le corresponde. Por ejemplo, la rúbrica del Informe del Tutor en la UGR incluye la faceta *Reconocer los principios legales y deontológicos de la profesión así como su dimensión social*, cuyo indicador es *Identifica los aspectos éticos y*

*sociales relacionados con la profesión*. Este ítem aporta el 3% de la calificación final (10% de la valoración del tutor). En otros casos, los aspectos sociales o legales, se incluyen en competencias más amplias o dentro de apartados de “calidad técnica” (DEUSTO).

Una experiencia destacable es la desarrollada en la UPC-FIB, utilizando una metodología “socrática” basada en preguntas para guiar la elaboración del *TFG* y una rúbrica muy detallada en varios hitos [12].

## 4. Análisis

El objetivo de este estudio es conocer cómo los actuales grados de ingeniería informática están integrando en la docencia las competencias relacionadas con la responsabilidad social, la sostenibilidad y la ética profesional (CRS). En primer lugar, es destacable que todas las titulaciones estudiadas incluyen entre sus competencias todos los aspectos CRS considerados en este estudio, hecho que no se da en otras titulaciones de ingeniería [11].

Sin embargo, se han encontrado incoherencias entre las competencias declaradas y su inclusión efectiva en el temario de las asignaturas, tanto a nivel de titulación (Figura 1), como dentro de las asignaturas. A nivel de titulación es relevante el escaso tratamiento de aspectos ambientales en los programas. Por asignaturas, sorprende que solo el 60% de las asignaturas de *Proyectos* incluyen las CRS entre sus competencias, pero, además, solo el 10% las integran específicamente en el programa (por ejemplo, en grados de ingeniería industrial, se incluyen en el 90% de las asignaturas de ese tipo [11]).

Este trabajo se plantea estudiar de especialmente si la integración de las CRS se hace de forma sistemática y holística, por lo que a continuación se analizan los resultados obtenidos en relación a dicho objetivo.

En cuanto al trabajo sistemático de las CRS a lo largo del plan de estudios, teniendo en cuenta los resultados presentados en el apartado 3.1 y asumiendo la diversidad observada, una “titulación tipo” de ingeniería Informática trabajaría aspectos CRS en 2 o 3 asignaturas: una de ellas sería de *Humanidades*, la segunda podría ser en alguna de *Seguridad*, *Economía* u *Otras*, y si lo hace en 3, también lo haría en el *TFG* o en *Proyectos*.

Una característica especial en los grados de informática es la inclusión de asignaturas obligatorias específicas de *Humanidades*, orientadas a aspectos éticos, sociales y/o legales, en un alto porcentaje de titulaciones. Esto puede explicarse por el hecho de que las competencias recomendadas en el BOE para las titulaciones de ingeniería informática incluyen de forma amplia las CRS, en todos sus aspectos, y al hecho de que asociaciones profesionales de referencia como la ACM las incluya en el núcleo de sus recomendaciones curriculares.

Sin embargo, este hecho puede tener un efecto colateral perverso, y es que se concentre el trabajo de las CRS en dichas asignaturas, no se planifique su integración en otras asignaturas y, por tanto, no haya un trabajo sistemático de dichas competencias a lo largo del plan de estudios. Si el objetivo es que los futuros profesionales integren criterios de responsabilidad social y sostenibilidad en su actividad profesional, es necesario que se trabajen esas competencias en asignaturas de proyectos y en el TFG.

Cuando se ha estudiado el trabajo sistemático de cada aspecto, se ha visto que la "titulación tipo" solo trabajarían de forma sistemática (en dos o más asignaturas) los aspectos sociales y, quizás, los éticos.

En relación al tratamiento holístico de las CRS, se observa un desequilibrio en detrimento de los aspectos ambientales frente a los aspectos sociales, éticos y legales, que se trabajan en asignaturas obligatorias en un alto porcentaje de titulaciones. Las asignaturas de *Humanidades* y el *TFG* son los contextos en los que más se trabajan de forma conjunta estos aspectos (Figura 3), aunque combinar aspectos sociales y legales es también frecuente en las de *Seguridad*.

Otro de los objetivos del estudio es identificar experiencias relevantes que sirvan de referencia en el desarrollo de las CRS en los grados de ingeniería. Como ejemplos de trabajo de las CRS de forma holística y sistemática, se han seleccionado los dos grados de la UPC, uno de la UPM (ETSISI) y el de DEUSTO, teniendo en común que todos ellos trabajan los aspectos sociales, éticos y legales en al menos dos asignaturas. También tienen en común que todos incluyen las CRS en el *TFG* y en alguna/s asignatura/s de forma transversal, potenciando la aplicación e integración de estas competencias en la actividad profesional.

Sin embargo, los modelos que siguen tienen algunas diferencias que son reflejo de la gran diversidad de modos en los que las CRS se pueden trabajar en los planes de estudio. Por ejemplo, el grado de la Facultat d'Informàtica de la UPC no tiene asignatura obligatoria de *Humanidades* (sí tiene una optativa) y opta por el trabajo planificado de las CRS en asignaturas obligatorias tanto de *Economía*, *Seguridad* como en *Otras asignaturas*, en varias optativas y en el *TFG* [9].

El estudio también ha servido para identificar prácticas docentes en cada categoría de asignaturas, tanto por los contenidos que incluyen, el enfoque que dan a las CRS y/o por las metodologías docentes empleadas.

Estas experiencias, permiten ser optimistas al afirmar que es posible trabajar las CRS de forma sistemática y equilibrada en nuestro marco académico actual, permiten identificar las oportunidades para mejorar lo que se hace actualmente, en el corto y medio plazo, y sirven de referencia para afrontar los

retos actuales lograr que las CRS estén plenamente integradas en la formación universitaria de los futuros profesionales de la ingeniería.

## 5. Oportunidades y retos

El hecho de que todos los aspectos CRS estén reflejados en las competencias de todas las titulaciones estudiadas, ha de ser considerado como una oportunidad para impulsar y fortalecer el trabajo efectivo de las CRS a lo largo del plan de estudios.

Otra oportunidad es la presencia de asignaturas de *Humanidades* en un alto porcentaje de planes de estudio. Se ha observado una gran diversidad de enfoques, lo cual constituye una riqueza, y refleja que son un contexto propicio para trabajar las CRS de forma holística y con metodologías que promueven la participación y el razonamiento crítico. Estas asignaturas, que actualmente concentran en gran medida el trabajo de las CRS, pueden servir de plataforma y de referencia para incluir de forma transversal los aspectos CRS en otras asignaturas, ya que tienen la visión global de todos ellos. Esto requiere una implicación de su profesorado en tareas de coordinación, diálogo y colaboración con el profesorado de otras materias. Dado que en la mayoría de los casos pertenece a departamentos técnicos, esto puede ser bastante viable.

Las experiencias docentes relevantes que se han identificado, sirven de guía sobre cómo incluir los aspectos CRS en cada contexto. Hay asignaturas de *Economía* y *Empresa* que los trabajan en temas de RSC o desde un enfoque integral de la calidad, que promueven la reflexión sobre los impactos de diferentes modelos de negocio y de organización.

También las asignaturas de *Seguridad* muestran que pueden ser propicias para trabajar los aspectos legales y promover reflexiones éticas y/o sociales. Además, en el apartado 3.4 se han mencionado experiencias muy diversas en *otras asignaturas* técnicas que incluyen las CRS de forma transversal.

Uno de los retos es el trabajo efectivo en las asignaturas en donde se han de integrar las CRS con el trabajo técnico concreto: *Proyectos* y *TFG*. Hay muy pocas experiencias de asignaturas de *Proyectos*, en las que se refleje la integración de las CRS. En este ámbito, los aspectos legales o sociales son los que pueden dar pie a dicha integración y a una reflexión más amplia. En cuanto al *TFG*, hay algunas experiencias de referencia [7, 12], pero aún son minoritarias y las características propias de la "asignatura" hacen que la inclusión de las CRS sea compleja.

El otro gran reto es el trabajo de los aspectos ambientales, generalmente olvidados. La relevancia de los aspectos sociales, éticos y legales en el ámbito de las tecnologías de la información es tan evidente – solo es necesario revisar las páginas de tecnología y/o

sociedad de los principales medios de comunicación – que eclipsa los impactos ambientales de estas tecnologías. Quizás por ello, es más urgente el formar a los futuros profesionales y hacerles conscientes de los impactos ambientales de estas tecnologías a lo largo de todo su ciclo de vida, así como la tarea de sensibilizar a toda la sociedad para influir sobre ellos. En el estudio se ha identificado que un contexto apropiado para ello podrían ser las asignaturas de *Proyectos* y *TFG*, aunque se precisaría de una visión global que debería presentarse en las asignaturas de *Humanidades* o en los temas de RSC en las de *Economía*.

Por último, como algo que va más allá del ámbito del profesorado, se considera que los procesos de evaluación de las titulaciones, que periódicamente se están llevando a cabo en las universidades española, deberían velar por la coherencia y la integración efectiva de las CRS, ya que están incluidas en las competencias de todos los grados.

## 6. Conclusiones

Se ha realizado un estudio sobre la integración de competencias relacionadas con la responsabilidad social, la sostenibilidad y la ética profesional en los grados de ingeniería informática en 25 universidades españolas. Los resultados muestran una gran diversidad en el enfoque y el nivel de integración efectiva de dichas competencias en los planes de estudio. Se han observado incoherencias entre la inclusión de competencias en las guías docentes y su inclusión efectiva en los temarios, y se ha identificado un desequilibrio entre la presencia de los aspectos ambientales frente a los sociales, legales y éticos. Además, dichos aspectos no siempre se trabajan de forma integrada u holística.

En general, el trabajo de este tipo de competencias es algo puntual o aislado, concentrándose en asignaturas de Humanidades, aunque sí existen experiencias en los que aparece de forma sistemática y equilibrada a lo largo de todo el plan de estudios.

Precisamente, la elevada presencia de asignaturas obligatorias relacionadas con aspectos éticos, sociales y/o legales, en donde se trabajan estas competencias específicamente, se considera una oportunidad para extender dicho trabajo a otras asignaturas. Además, se han identificado un buen número de buenas prácticas que muestran que existen oportunidades viables para trabajar estas competencias en el contexto actual de la universidad española.

## Referencias

- [1] Accreditation Board for Engineering and Technology. Criteria for Accrediting Engineering Programs 2016/17.
- [2] Association for Computer Machinery. Curricula Recommendations. Disponible en

<http://www.acm.org/education/curricula-recommendations>.

- [3] Doris R. Brodeur. Mentoring young adults in the development of social responsibility. *Australasian Journal of Engineering Education*, 19(1), 13-25, 2013.
- [4] Carolee Buckler y Heather Creech. Shaping the future we want: UN Decade of Education for Sustainable Development; final report. UNESCO, 2014.
- [5] CADEP, Grupo de Trabajo de Calidad Ambiental y Desarrollo Sostenible de la CRUE. Directrices para introducción de la Sostenibilidad en el Currículo. Marzo 2012.
- [6] Engineering Education for Sustainable Development. Declaration of Barcelona, 2004.
- [7] Celia Fernández Aller y Rafael Miñano. Guía para trabajar la competencia de responsabilidad social y ambiental. Archivo Digital UPM: <http://oa.upm.es/35542/>
- [8] EQANIE. Euro-Inf Framework Standards and Accreditation Criteria for Informatics Programmes New Programme Outcomes. Octubre 2015.
- [9] Jordi García, Fermín Sánchez, David López, Eva Vidal, Jose Cabré, Helena García y Marc Alier. De la teoría a la práctica: cinco años después de la integración de la competencia genérica de sostenibilidad en el Grado en Ingeniería Informática. En *Actas de las XX JENUI* (pp. 253-260). Universidad de Oviedo, julio 2014.
- [10] Rafael Miñano, Celia Fernández Aller, Áurea Anguera y Eloy Portillo. Introducing ethical, social and environmental issues in ICT engineering degrees. *Journal of Technology and Science Education*, 5(4), 272-285, 2015.
- [11] Rafael Miñano. Estudio de la integración de la sostenibilidad en grados de ingeniería industrial. En *Avances en Ciencias de la Educación y del Desarrollo*, 2016 (en proceso de edición).
- [12] Fermín Sánchez Carracedo, Jose Cabré, Jordi Garcia, Eva Vidal, David López, Marc Alier y Carme Martín. Guía del estudiante para elaborar el informe de sostenibilidad del TFG. En *Actas de las XXII JENUI* (pp. 111-118). Universidad de Almería, julio 2016.
- [13] Jordi Segalàs. Engineering education for a sustainable future (PhD dissertation). Universitat Politècnica de Catalunya, junio 2009.
- [14] Henk Zandvoort, Tom Børsen, Michael Deneke y Stephanie J. Bird. Editors' Overview Perspectives on Teaching Social Responsibility to Students in Science and Engineering. *Science and Engineering Ethics*, vol. 19, pp. 1413-1438, 2013.