

Competencias en Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) en los estudios universitarios: reflexión y propuesta participativas

VICTOR MANUEL RODRÍGUEZ ESPINOSA¹ ✉ | INMACULADA AGUADO SUÁREZ
FRANCISCO AGUILERA BENAVENTE | JOAQUIN BOSQUE SENDRA
EMILIO CHUVIECO SALINERO | FRANCISCO ESCOBAR MARTÍNEZ
MONTSERRAT GÓMEZ DELGADO | MARÍA JESÚS SALADO GARCÍA | JAVIER SALAS REY

Recibido: 19/10/2015 | 12/03/2016

Resumen

El objetivo de este trabajo es ofrecer una reflexión que conduzca a una asignación coherente de competencias en la enseñanza sobre Tecnologías de la Información Geográfica (Cartografía, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección) que se imparte en la universidad. Tras analizar diversas propuestas al respecto, en España y a nivel internacional, y a través de una serie de talleres participativos, un grupo de académicos de la Universidad de Alcalá ha generado su propia propuesta sobre las competencias más importantes y necesarias a conseguir en cada nivel de la educación superior (grado, master y doctorado). La propuesta ha sido contrastada con los resultados de una encuesta realizada entre un conjunto de académicos universitarios españoles.

Palabras clave: Cartografía, competencias, niveles de enseñanza universitaria, SIG, Teledetección.

Abstract

Competence in Geographic Information Technology (GIT) in studies university-reflection and participatory proposal.

The aim of this paper is to offer an insight on competences leading to their consistent allocation in the different courses on Geographic Information Technologies (Cartography, Geographic Information Systems - GIS and Remote Sensing) taught in universities. To do this, after analyzing the various proposals on the subject, both in Spain and internationally, and after conducting a series of participatory workshops, a group of academics from the University of Alcalá has generated its own proposal on the most important and necessary competences to acquire at each level of higher education (bachelor, master and doctorate). Furthermore, the proposal has been contrasted with the results of a survey conducted by a wide range of Spanish university academics.

Keywords: Cartography, competencies, GIS, Remote Sensing, university educational levels.

1. Todos los autores de este trabajo pertenecen a la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá.

Resumè

Compétence en Technologie de l'Information Géographique (TIG) dans les études universitaires: réflexions et propositions participative.

Le but de cet article est de proposer une réflexion conduisant à une allocation cohérente des compétences dans les différents cours sur les technologies d'information géographique (Cartographie, Système d'Information Géographique- SIG et télédétection) enseignées dans les universités. Pour ce faire, après avoir analysé les différentes propositions sur le sujet, à la fois en Espagne et à l'étranger, et après la réalisation d'une série d'ateliers participatifs, un groupe de l'Université de Alcalá a généré sa propre proposition sur les compétences les plus importants et nécessaires pour obtenir à chaque niveau de l'enseignement supérieur (licence, master et doctorat). En outre, la proposition a été contrastée avec les résultats d'une enquête menée par un large éventail d'universitaires espagnols

Mots Clés: Cartographie, compétences, SIG, niveau de l'enseignement universitaire, télédétection.

1. Introducción. El concepto de competencia y su irrupción en la enseñanza superior

Desde que en 1999 los ministros de Educación de la Unión Europea firmaran la Declaración de Bolonia, las universidades europeas se han visto inmersas en un proceso de adaptación y modificación de sus planes de estudio y, de forma más general, de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. El comúnmente denominado Proceso de Bolonia persigue la construcción del Espacio Europeo Común de Enseñanza Superior (EEES).

En primera instancia el proceso significó equiparar la estructura y duración de los estudios universitarios de todos los países europeos, estableciendo para ello tres niveles: grado, máster y doctorado. Los grados, que pueden constar de entre 180 y 240 ECTS², es decir, pueden tener una duración de entre tres y cuatro años (lo que actualmente constituye un debate en la universidad española con motivo de la aprobación Real Decreto 43/2015, de 2 de febrero, por el que se establece la nueva ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales), pretenden capacitar a los graduados para una actividad profesional; los másteres, con una duración de uno a dos años, deben facilitar una formación avanzada en ciertos aspectos de cada materia y, por último, el doctorado busca habilitar al estudiante para la realización de investigaciones propias (García, 2006).

Por otra parte, el Proceso de Bolonia ha supuesto, en especial en la universidad española, alterar de manera sustancial la forma de impartir la enseñanza (De Martín, 2009), de manera resumida, pasando de un enfoque didáctico dominado por el paradigma psicológico conductista y centrado en los contenidos, a otro encuadrado en el contexto constructivista y basado en las competencias.

De esta forma, la redacción de cualquier plan de estudio universitario (de grado, máster o incluso de doctorado) debe partir de la definición del conjunto de *competencias* que, formuladas de forma clara y precisa (REACU, 2011), el estudiante debe alcanzar una vez finalizados sus estudios.

2. ECTS (European Credit Transfer System): Sistema implantado a raíz de los acuerdos de Bolonia para determinar la carga docente de las asignaturas universitarias. El ECTS centra su contabilidad en el número de horas que el estudiante debe dedicar para la superación de las diferentes materias. Así, un ECTS equivaldría a 25-30 horas de trabajo del alumno, frente al «crédito» del sistema de cómputo anterior que contabilizaba 10 horas de clase presencial con el profesor.

El Marco Europeo de Cualificaciones Universitarias (<http://www.mecd.gob.es/mecu/que-es/marcos-cualificaciones.html>) y el Marco Español de Cualificaciones para la Enseñanza Superior (MECES), del que se hablará más adelante, son referentes obligados para el diseño de esos planes.

El concepto de competencia se convierte, así, en elemento central del proceso educativo, resultando necesario tanto conocer la complejidad del concepto en todas sus dimensiones, como establecer en cierta medida los *corpus* competenciales (frente a las listas de contenidos) que deben formar parte de los diferentes estudios universitarios en los tres niveles señalados.

Mucho se ha escrito respecto al concepto de competencia y, a pesar de ello, no existe una definición consensuada. La diversidad de fuentes ha dado lugar a diversas concepciones sobre el mismo y esto, unido a su relevante papel en la formulación de nuevos planes de estudio, obliga a una reflexión y a un intento de diferenciación según los tres niveles universitarios.

El diccionario de la RAE (Real Academia Española) define competencia como la «pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado». En este contexto concreto, por tanto, habría que entender competencias como pericias, aptitudes, idoneidad para hacer algo que los estudiantes de una titulación deben alcanzar al finalizar sus estudios. A este respecto, resulta interesante, por esclarecedora, la discusión que sobre la definición del concepto realizan Torrez *et al.* (2011).

Por otra parte, como recoge Montero (2010), en 2003 el Proyecto Tuning, en el que se reunían las experiencias de los programas Sócrates-Erasmus y otros cursos piloto hacia la armonización educativa europea y hacia la implantación de la metodología del nuevo EEES, definió competencia como «[...] combinación dinámica de atributos, en 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 del proceso educativo [...]». Por su parte, Perrenoud (2004) la define como la capacidad de movilizar varios recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situación. Una definición muy similar es la ofrecida en la Guía de Apoyo elaborada por la ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación):

[...] el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes que se adquieren o desarrollan mediante experiencias formativas coordinadas, las cuales tienen el propósito de lograr conocimientos funcionales que den respuesta de modo eficiente a una tarea o problema de la vida cotidiana y profesional que requiera un proceso de enseñanza y aprendizaje [...] (ANECA, 2012).

Más aún, sobre estas competencias la misma guía indica que «[...] son aprendidas y desarrolladas a partir de actividades que permiten integrar esas habilidades, actitudes y conocimientos [...] éstas deben ser evaluables [...]». De esta forma, una persona demuestra una competencia, es decir, es competente para hacer o pensar algo cuando es capaz de reorganizar lo aprendido y transferirlo a nuevas situaciones y contextos (Margalef, 2011).

Por tanto, el concepto de competencia es un constructo teórico complejo, que implica la puesta en marcha de diversos procesos cognitivos. Se trata de saberes que permiten enfrentarse a problemas y que, por tanto, tienen un carácter muy aplicado, frente a los objetivos, que suelen tener un carácter más teórico y que no se encuentran relacionados con las respuestas que los estudiantes deben dar a diferentes tipos de situaciones.

La nueva organización de la enseñanza superior debe centrarse en estas competencias y, por tanto, se han de formular las que el título en cuestión debe tener,

[...] todas las acciones curriculares diseñadas en el plan de estudios habrán de estar dirigidas a que los estudiantes adquieran las competencias definidas y, por lo tanto, para cada módulo, materia, asignatura, curso, etc., tendrá que definirse lo que se espera que un estudiante sea capaz de demostrar tras su superación [...] (ANECA, 2012: 20).

Es decir, las asignaturas, sus contenidos, las actividades de aprendizaje previstas en ellas, etc., deben estar subordinadas a conseguir que los estudiantes alcancen las competencias previstas en el título.

Este hecho convierte en fundamental el proceso de elaboración de las competencias para, después, diseñar el proceso de enseñanza-aprendizaje en torno a ellas. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo concreto establecer un listado de competencias relacionadas con las TIG (Cartografía, SIG y Teledetección) que deberían estar asociadas a los tres niveles universitarios, grado, máster y doctorado, en titulaciones relacionadas con el análisis/gestión del territorio, como pueden ser las de Geografía y Ordenación de Territorio, Medio Ambiente, etc. Tras este apartado introductorio, después de revisar diferentes propuestas nacionales e internacionales al respecto, en el epígrafe 3 se presenta la propuesta de competencias elaborada por la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá que, posteriormente, se ha contrastado, en el apartado 4, con una encuesta realizada a un conjunto de docentes universitarios españoles. Las conclusiones ponen fin a este artículo.

1.1. La definición de competencias y sus problemas

En la mencionada guía elaborada por ANECA se incluye un anexo (Anexo V. Orientaciones para la definición de competencias) de apoyo para la definición y elaboración de una competencia. Según se indica en este documento, para su definición, una competencia ha de recoger dos elementos: (1) un verbo activo (definir, describir, identificar, interpretar, relacionar, discutir, aplicar, demostrar, solucionar, diferenciar, analizar, etc.), que «[...] debe identificar una acción que genere un resultado observable, lo que permite la identificación de posibles actividades de aprendizaje y de pruebas de evaluación ajustadas a éste [...]»; (2) descripción del objeto de la acción y el contexto en el que se aplica, «[...] la competencia debe hacer referencia al campo disciplinario en el que se fundamenta. Ejemplo: traducir e interpretar textos latinos [...]».

En el Cuadro 1 se presenta el listado de los verbos activos (de menor a mayor requerimiento intelectual), en función de sus objetivos, recomendados en la mencionada guía.

Cuadro 1. Competencias y Verbos activos

Verbo activo	Significado	Infinitivos posibles	
CONOCER	... recordar información previamente aprendida (ideas, hechos, fechas, nombres, símbolos, definiciones, etc.)	Escribir Describir Numerar Identificar Etiquetar Leer	Reproducir Seleccionar Nombrar Decir Definir ...

Verbo activo	Significado	Infinitivos posibles	
COMPRENDER	<i>... entender (apropiarse, aferrar) lo que se ha aprendido. Se demuestra cuando se presenta información de otra manera, se transforma, se buscan relaciones, se asocia a otro hecho, se interpreta o se saben decir las posibles causas y consecuencias.</i>	Clasificar Citar Convertir Describir Discutir Estimar	Explicar Dar ejemplos Exponer Resumir Ilustrar Parafrasear ...
APLICAR	<i>... el alumno selecciona, transfiere y utiliza datos y leyes para completar un problema o tarea. Esto puede conllevar un mínimo de supervisión... el estudiante utiliza lo que ha aprendido. Utiliza información que ha recibido en situaciones nuevas y concretas para resolver problemas...</i>	Usar Recoger Calcular Construir Controlar Determinar Establecer Incluir Producir Proyectar Proporcionar Relacionar	Solucionar Transferir Aplicar Resolver Utilizar Demostrar Informar Aplicar Relatar Contribuir Administrar ...
ANALIZAR	<i>... el estudiante distingue, clasifica y relaciona evidencias o estructuras de un hecho o de una pregunta, se hace preguntas. Descompone el todo en sus partes y puede solucionar problemas a partir del conocimiento adquirido: razona. Intenta entender la estructura de la organización del material informativo, examinando las partes de las que se compone. La información que obtiene le sirve para desarrollar conclusiones divergentes. Identifica motivos y causas haciendo inferencias y/o halla evidencias que corroboran sus generalizaciones.</i>	Analizar Discriminar Categorizar Distinguir Comparar Ilustrar Contrastar Precisar	Separar Limitar Priorizar Subdividir Construir diagramas ...
SINTETIZAR	<i>... El alumno crea, integra, combina ideas, planea, propone nuevas maneras de hacer. Crea aplicando el conocimiento y las habilidades anteriores para producir algo nuevo u original. Se adapta, es capaz de hacer previsiones, se anticipa, categoriza, colabora, se comunica, compara...</i>	Crear Adaptar Anticipar Planear Categorizar Elaborar hipótesis Inventar Combinar Desarrollar Comparar Comunicar Compilar Componer Contrastar	Expresar Formular Integrar Codificar Reconstruir Reorganizar Revisar Estructurar Sustituir Validar Facilitar Generar Incorporar Iniciar Reforzar ...

Verbo activo	Significado	Infinitivos posibles	
EVALUAR	<i>... emitir juicios sobre la base de criterios preestablecidos... emitir juicios respondiendo a unos objetivos determinados y basándose, en la medida de lo posible, en evidencias que avalen el resultado obtenido.</i>	Valorar Comparar Contrastar Concluir Críticar Decidir	Definir Interpretar Juzgar Justificar Ayudar ...

Fuente: ANECA (2012). Elaboración propia.

Este es el enfoque comúnmente empleado y llevado a cabo en este estudio, aunque es posible hacer algunas objeciones al respecto. La principal es que asociar competencias con aquellos verbos relacionados con aspectos sencillos, tales como definir, enumerar, conocer, etc., puede ser una simplificación excesiva del concepto de competencia, de acuerdo con las definiciones aportadas en el epígrafe anterior y que vinculan la competencia con el desarrollo de procesos cognitivos complejos. De esta forma, podría argumentarse que el concepto de competencia está más relacionado con verbos como aplicar, analizar, evaluar, sintetizar, etc.

No obstante, y para facilitar el proceso de implementación por parte del profesorado, quizás sea más sencillo realizar una descomposición de competencias complejas (en las que se ponen en marcha diferentes procesos cognitivos) en competencias sencillas, aunque luego sea necesario un nuevo proceso de integración para intentar que los estudiantes adquieran saberes complejos y equilibrados, en los que la componente «teórica» se combine con la «práctica».

2. Competencias a alcanzar por los estudiantes de TIG

Existen asignaturas de materias TIG en diversos planes de grados, másteres y doctorados. En el caso de los grados, en España, previo a la implantación del EEES, la comunidad universitaria elaboró los denominados Libros Blancos de cada titulación. El objetivo de estos documentos era presentar modelos finales y consensuados (evaluados positivamente por una comisión de ANECA) que recogiesen los aspectos fundamentales de los planes de estudio, entre ellos, las competencias a adquirir.

En la actualidad no existe ningún grado universitario específico en TIG en España. Probablemente, la titulación con mayor presencia de las TIG sea el Grado en Geomática y Topografía. No obstante, nuestra investigación se centra en los grados relacionados con el análisis/gestión territorial, por lo que tomaremos como referencia el Libro Blanco del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio (ANECA, 2005a). En éste, para el caso de las TIG, se incluyen las siguientes competencias: utilizar la información geográfica como instrumento para la interpretación del territorio; expresar información cartográficamente; conocer las capacidades de los SIG en la gestión y planificación de proyectos; elaborar cartografías temáticas e inventarios del medio físico para la evaluación, planificación y ordenación del territorio; conocer la naturaleza de la información geográfica en formato digital: geometría, topología y atributos temáticos (Bosque *et al.*, 2013a). Estas competencias coinciden con las descritas en grados en TIG impartidos en algunas universidades europeas: combinar e interpretar diferentes tipos de evidencias geográficas; aplicar un rango de técnicas para el análisis de datos geográficos e interpretar los resultados; presentar

información geográfica de manera efectiva; realizar aplicaciones de programación en el entorno SIG (Bosque *et al.*, 2013a).

Por otro lado, en los estudios de máster en TIG españoles se mencionan competencias como: ser capaz de realizar operaciones de captura, almacenamiento, gestión, análisis y presentación de la información geográfica en el entorno de los SIG; ser capaz de comprender, manejar, interpretar y analizar imágenes de satélite y fotografías aéreas; ser capaz de pensar (concebir), elaborar, utilizar e interpretar mapas sencillos (Bosque *et al.*, 2013a).

El análisis de estos datos pone de manifiesto las semejanzas entre la formulación de competencias TIG planteadas en los niveles formativos de grado y máster, resultando una tarea muy complicada diferenciar las competencias propias de cada nivel; lo mismo puede decirse respecto de los estudios de doctorado. Parece, por tanto, que se hace necesaria una definición clara y diferenciada de las competencias, de su nivel de adquisición en cada nivel educativo universitario, con el fin último de elaborar planes de estudio adaptados a la «realidad» formativa de cada uno de los mencionados niveles.

Por ejemplo, en EEUU, el University Consortium for Geographic Information Science- UCGIS ha desarrollado, un modelo detallado de «currícula» de la GeoScience, donde el denominado GIS&T Body of Knowledge ofrece contenidos de temas y lecciones para obtener competencias en esta nueva disciplina, muy ligada a las TIG (UCGIS, 2010). En el ámbito profesional, el Geospatial Technology Competency Model (GeoTech Center, EEUU <http://www.geotechcenter.org/>), organismo que tiene entre sus objetivos «[...] proporcionar el desarrollo profesional, enseñanza y recursos curriculares, carrera profesional y competencias nucleares del modelo para técnicos y tecnólogos geoespaciales [...]», sí presenta una clara jerarquía (piramidal) en las competencias de las TIG, desde las más fundamentales, en la base de la misma, a las más especializadas, en la cúspide. Para nuestro caso, interesan los niveles intermedios, centrados en competencias más específicas de cada campo del saber (denominadas «habilidades y conocimientos nucleares geoespaciales»), así como las competencias más técnicas asociables a cada sector de la industria geoespacial (posicionamiento y adquisición de datos, análisis y modelado; desarrollo de *software* y aplicaciones) (ETA, 2010).

El planteamiento del GeoTech Center resulta de enorme interés, sobre todo porque se aborda desde la perspectiva de las necesidades de la industria TIG hacia la que, en teoría, dirigirán sus pasos profesionales los graduados de los diversos niveles de la enseñanza y que demandará determinados conjuntos de competencias en los futuros profesionales. Otra aportación interesante es la diferenciación clara de los tres perfiles profesionales más usuales, al menos en EEUU, en la industria TIG: generador de datos analista de datos; y programador. Considerar estos perfiles profesionales en los planes de estudio sobre TIG, también en la formulación de sus competencias, parece muy recomendable. Un análisis más detallado de estos perfiles profesionales y sus competencias puede ser consultado en ETA (2010).

Esta jerarquía en la definición de competencias también es evidente en el Marco Español de Cualificaciones para la Enseñanza Superior (MECES), en el que se describen las competencias básicas que los títulos universitarios oficiales españoles deben proporcionar a sus graduados (MECES, 2011). Las competencias o cualificaciones asignadas a cada uno de los niveles universitarios presentan una clara jerarquía, siendo más complejas cuanto más elevado es el nivel. El Cuadro 2 muestra esta jerarquía en el caso de la competencia relativa al grado general de conocimientos a alcanzar en cada nivel.

Cuadro 2. Conocimientos según nivel de enseñanza

Nivel	Competencia...
GRADO	<i>haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado una comprensión de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en su campo de estudio con una profundidad que llegue hasta la vanguardia del conocimiento.</i>
MÁSTER	<i>haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.</i>
DOCTORADO	<i>haber adquirido conocimientos avanzados en la frontera del conocimiento y demostrado, en el contexto de la investigación científica reconocida internacionalmente, una comprensión profunda, detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología científica en uno o más ámbitos investigadores.</i>

Fuente: MECES (2011). Elaboración propia.

A pesar de distintos esfuerzos realizados hasta la fecha, el panorama actual en la definición de competencias TIG en nuestro país, en los distintos niveles universitarios, es aún confuso. Es en este punto donde resulta pertinente (y, consideramos, de gran ayuda para la docencia de estas materias) establecer cuáles deberían ser esas competencias, elaborar una relación detallada de las mismas, adoptando una organización jerárquica en función de su consecución en los diferentes niveles educativos universitarios.

Hemos de advertir, en primer lugar, que la enseñanza de algunos conocimientos sobre las TIG se puede impartir en varios de los grados ofertados actualmente en nuestro país. Sin embargo, nos centraremos aquí en aquellos que pudieran coincidir con el perfil de analista propuesto por el GeoTech Center y, así, tomaríamos como referencia estudios más relacionados con el análisis/gestión del territorio, como pueden ser los de Geografía (y Ordenación del Territorio) o Ciencias Ambientales; el Grado en Geomática y Topografía, por ejemplo, dado su perfil más orientado a la generación de datos (ANECA, 2005b), quedaría fuera de este estudio.

Por otro lado, aunque las materias incluidas en las TIG son más, en este trabajo nos centraremos en las tres básicas: Cartografía, SIG y Teledetección. Haciendo extensibles los resultados de algunos trabajos, como los de Serra *et al.* (2012) en Cataluña, son las opciones habituales en la enseñanza universitaria de nuestro país; lo poco viable de incluir enseñanzas de todas las tecnologías, temáticas y disciplinas relacionadas con las TIG, de «muy diferente complicación y profundidad», obliga a una selección de las mismas (Bosque *et al.*, 2013a) y, en la mayoría de estudios, las tres mencionadas ocupan un lugar preponderante, por número de asignaturas impartidas, por horas o créditos dedicados, etc. Por otra parte, estas tecnologías están, además, muy relacionadas con ciertos perfiles y salidas profesionales, habituales entre graduados en Geografía, Ciencias Ambientales, etc.

Una cuestión práctica, que parece relevante en el momento de jerarquizar las competencias, es si el conocimiento de los diferentes campos TIG (a) debería ir de mayor número de ellos (en grado) a menor cantidad de ellos, en los niveles más especializados (máster o doctorado), quizá

conociendo siempre algo de los tres campos TIG más difundidos, o (b) estudiar uno solo o unos pocos de estos campos e ir profundizando más en el mismo en niveles superiores. Decidir sobre estas dos alternativas es relevante en la formulación de los planes de estudio, teniendo en cuenta que el grado de especialización en las TIG es cada vez más acusado.

3. La propuesta de competencias en el estudio de las TIG

Como se ha apuntado con anterioridad, el objetivo fundamental de este artículo se ha concretado en la presentación de una propuesta de competencias a adquirir por los estudiantes de TIG en cada nivel de enseñanza universitaria. Propuesta que resulta de un intenso proceso participativo, de reflexión y discusión, de un grupo de profesores de la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá con amplia experiencia en la docencia de estas tecnologías en los diferentes niveles universitarios. Una reflexión prolongada en el tiempo y que, como primera aportación, se materializó en una propuesta inicial de competencias (sólo para el caso de la enseñanza universitaria de los SIG) (Bosque *et al.*, 2013b).

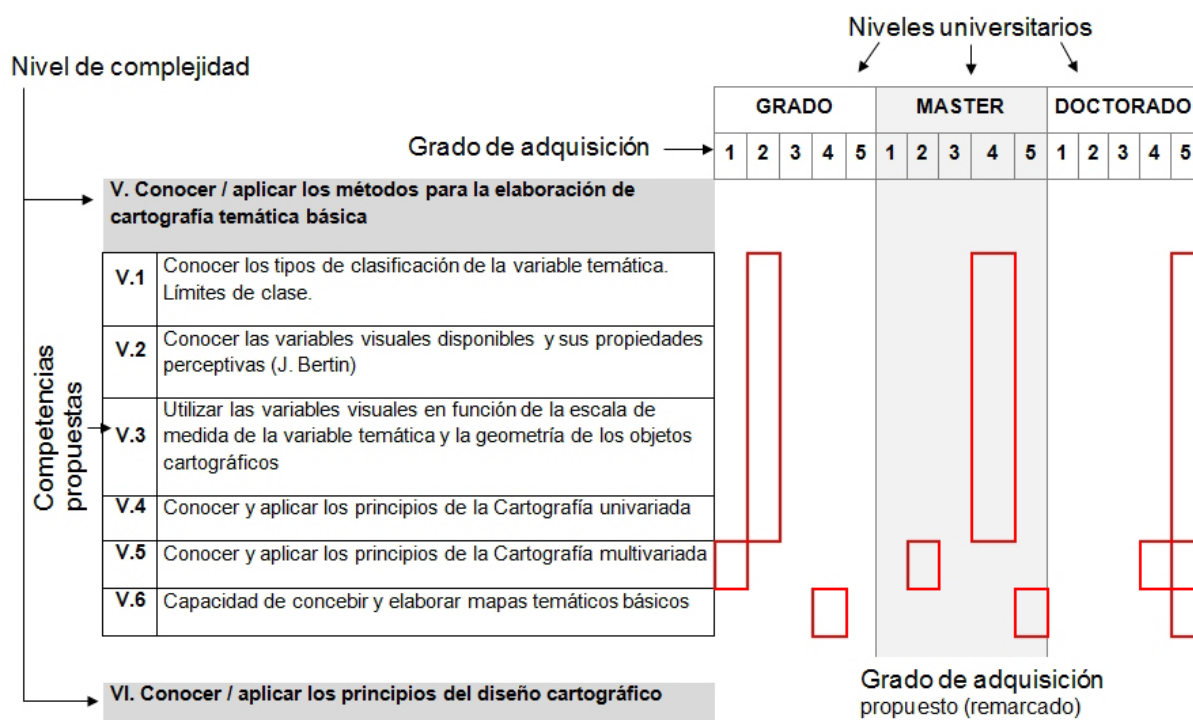
La discusión de esta propuesta inicial, las reflexiones que motivó y las conclusiones que se derivaron de la misma pusieron de manifiesto la conveniencia y utilidad que tendría ampliar la propuesta al resto de materias de las TIG en cuya docencia está implicada la Unidad Docente (Grado en Ciencias Ambientales, Máster y Doctorado en TIG). Organizados en grupos de trabajo diferenciados según especialidad (Cartografía, SIG, Teledetección), los docentes participaron en numerosas sesiones de discusión y puesta en común de la propuesta, definición, organización y grado de adquisición de las competencias en cada nivel educativo universitario.

A partir de los materiales consultados y de la propia experiencia docente sobre el tema, se plantea una propuesta de competencias (ver anexos; también disponible en http://geogra.uah.es/competencias_tig/), que considera tanto la jerarquía establecida por MECES en cuanto a niveles educativos, como la jerarquía planteada por el GeoTech Center estadounidense en cuanto a grado de complejidad de las mismas.

En este sentido, se han creado cinco niveles de competencias, que, en función de su complejidad, podrían concretarse en: definir/identificar componentes y aplicaciones de las TIG; conocer/comprender características y modelos de datos geográficos; conocer/valorar recursos y fuentes de datos en TIG; conocer/aplicar principios, modelos y funciones con TIG; e interpretar/evaluar/comunicar soluciones a problemas geográficos con el uso de las TIG.

Estos niveles contienen una serie de competencias específicas para cada una de las materias de estudio. Cada una de estas competencias específicas es valorada con el grado de adquisición que estimamos le corresponde en cada uno de los tres niveles universitarios. Los grados de adquisición establecidos son: (1) no considerada en este nivel; (2) conseguida de forma inicial (fundamentos); (3) conseguida parcialmente (profundización); (4) plenamente conseguida y (5) se asume ya conseguida en niveles inferiores (Imagen 1).

Imagen 1. Ejemplo de la estructura general de la propuesta de competencias



Fuente: Elaboración propia.

La consecución de estas competencias en los distintos niveles dependerá del número, tipo y dimensión de las asignaturas incluidas en el plan de estudios. Como indican Bosque *et al.* (2013a), en España los estudios de grado que tienen que ver con las TIG son de varios tipos; los de Geomática y Topografía, dedican un número importante de asignaturas (y, por tanto, de tiempo) a estos temas, mientras que, por el contrario, en los Grados de Geografía (algunos también de Ordenación del Territorio) o de Ciencias Ambientales el tiempo otorgado es mucho menor. Es evidente que la distribución de las competencias en ellos no puede ser igual. Sin embargo, se asume que hay competencias elementales que son específicas de un nivel determinado, independientemente del número de horas de dedicación docente en ese nivel.

En concreto, en los anexos se plantea una posible solución de reparto de competencias, para las tres disciplinas TIG consideradas en este estudio y para los tres niveles de estudio universitarios, basada en el planteamiento docente y de cursos que se hace en la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá (Grado de Ciencias Ambientales, Máster y Doctorado en TIG) y fruto de la experiencia propia en la docencia de esta disciplina en los últimos 30 años.

4. Comparación de las propuestas de competencias TIG a partir de encuestas a docentes universitarios

Como se ha comentado en apartados anteriores, la propuesta de competencias en TIG para los tres niveles universitarios es resultado de la experiencia en esta materia de la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá y ha supuesto un ejercicio de reflexión importante y prolongado en el tiempo. Pero, en este punto, se consideró pertinente contrastarla con la opinión que

al respecto pudieran tener otros docentes universitarios implicados en titulaciones de Geografía, Ordenación del Territorio y/o Ciencias Ambientales.

No se trataba tanto de solicitarles alternativas a las competencias propuestas (que, sin duda, exigiría un esfuerzo similar al ya realizado por el equipo de la Universidad de Alcalá) como de conocer su grado de acuerdo con las ya planteadas y, en especial, con la organización que se propone para ellas (en cuanto a grado de adquisición) en cada nivel educativo.

Con este objetivo se realizó una encuesta *online* a una muestra de casi doscientos docentes y/o profesionales relacionados con la enseñanza universitaria de las TIG. Diseñada con la aplicación «libre» LimeSurvey (<https://www.limesurvey.org/>) y alojada en la página electrónica de la Unidad Docente de Geografía (<http://geogra.uah.es/limesurvey/admin/>). Se realizaron tres encuestas individualizadas, presentando por separado las propuestas de competencias para cada una de las componentes de las TIG tratadas en este estudio. A cada encuestado se le envió la propuesta correspondiente a su especialidad, solicitándole la asignación del nivel de adquisición que consideraba más adecuado para cada competencia en cada nivel universitario, según las categorías señaladas anteriormente.

La selección de potenciales encuestados se realizó, fundamentalmente, consultando en internet planes de estudios actuales relacionados con la docencia de las TIG en las titulaciones antes mencionadas. El número de respuestas a la encuesta no fue elevado; sólo se pudieron considerar válidas 41 de todas las registradas en la aplicación (un 21% del total de las enviadas), aunque con diferencias claras entre propuestas, variando, según especialidad, desde un 10% para Cartografía hasta un 33% para el listado de competencias relativas a SIG, pasando por el 25% que representan las respuestas válidas en materia de Teledetección.

Posibles explicaciones de esta escasa participación se podrían buscar en las dimensiones de la encuesta (listados de más de 40 competencias) que, en muchos casos, motivó altos índices de abandono, pero, sobre todo, en el esfuerzo de abstracción que exigía su cumplimentación para los encuestados, que debían asignar niveles de adquisición para cada competencia a lo largo de todo el ciclo formativo universitario. Pero, dadas las especiales características de la encuesta, se consideró que el número de respuestas obtenido podría ser suficiente para, al menos, obtener valoraciones generales de su análisis y comparación con nuestras propuestas de competencias.

No obstante, el número de respuestas sólo podría ser aceptable para el caso de los estudios de grado, donde oscilaba entre 19, caso de la propuesta de competencias SIG, y 8 en la de Cartografía, pasando por las 10 recibidas para la propuesta de Teledetección. En estudios de máster o doctorado el número de respuestas fue significativamente inferior para todas las propuestas y, por tanto, mucho menos representativas para plantear cualquier tipo de análisis.

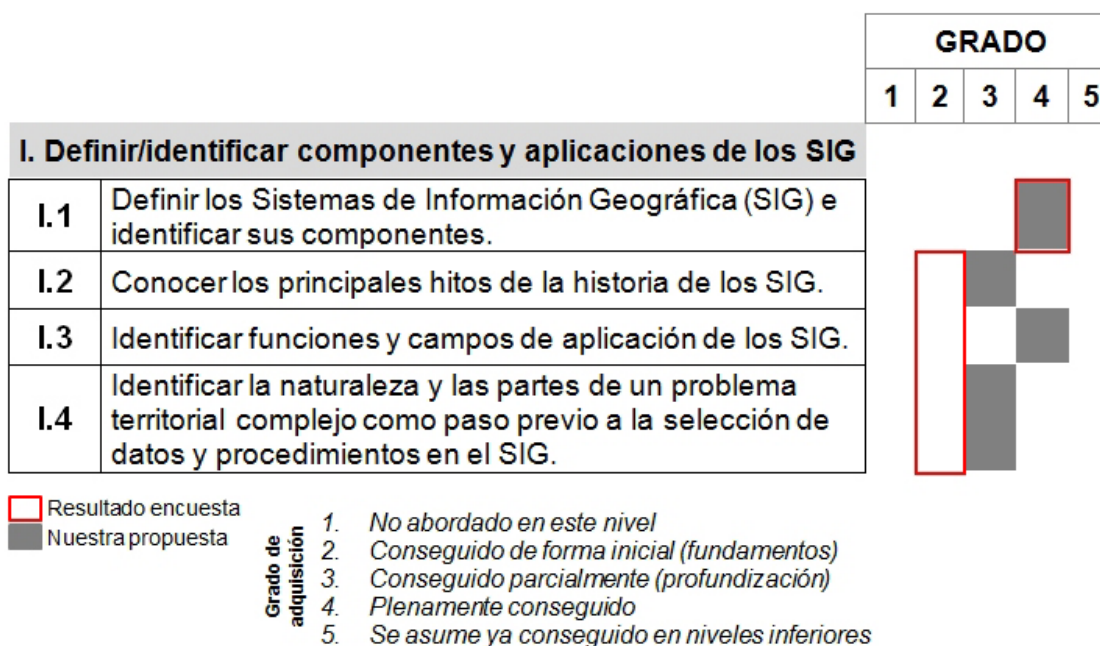
El tratamiento estadístico de los resultados, cuando su representatividad lo permitió, se hizo utilizando la moda estadística. A partir de ese valor y, en concreto, del porcentaje que éste representaba sobre el total de respuestas, se comprobó la mayor o menor coincidencia de los resultados de la encuesta (en cuanto al grado de adquisición) con nuestras propuestas.

Atendiendo sólo a los estudios de grado, se puede decir que predominan las discrepancias sobre las coincidencias. Estas últimas sólo se registran para poco más del 50% del total de competencias propuestas (en torno al 45% en las de Cartografía y SIG y del 60% para las de Teledetección) (ver anexos).

En bloques como, por ejemplo, el II de la propuesta de Teledetección (*Conocer / valorar recursos y fuentes de datos en Teledetección*), salvo en dos competencias de las doce incluidas en él, los encuestados coinciden en considerar su adquisición inicial por estudiantes de grado; también en el bloque IV de la propuesta de SIG (*Seleccionar/aplicar las funciones de análisis de un SIG para solucionar problemas geográficos de distinta naturaleza*) se coincide en que las competencias deben adquirirse inicialmente en grado, o en los bloques IX al XI de la de Cartografía (*Conocer / aplicar los principios de la Cartografía multitemporal (evolutiva), de la Cartografía de flujos y de la Cartografía multimedia*) donde hay plena coincidencia en que las competencias en ellos incluidas no deben ser consideradas en ese nivel universitario.

Pero, en general, los encuestados suelen consignar la mayoría de competencias a niveles superiores que los propuestos. Sucede así, por ejemplo, en el primer bloque (*I. Definir/ identificar componentes y aplicaciones...*), donde se recogen competencias genéricas e introductorias de Cartografía, SIG y Teledetección; los encuestados consideran su plena adquisición (o, en todo caso, la profundización en las mismas) en este tipo de estudios, mientras que nuestra propuesta las considera inicialmente adquiridas (Imagen 2). Similar situación también se da en otros bloques con competencias más específicas de cada TIG y que suelen referirse a métodos, procedimientos, etc. propios de las mismas.

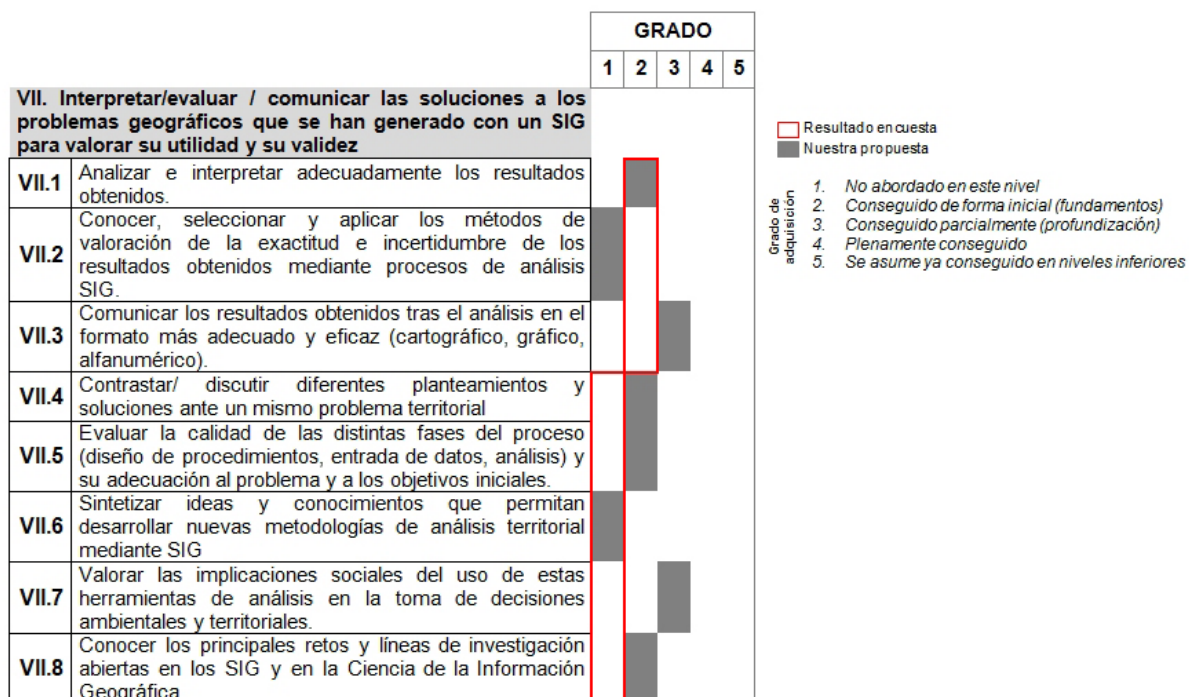
Imagen 2. Coincidencias/discrepancias en la asignación del grado de adquisición de competencias en estudios de Grado (ejemplo 1). Propuesta propia y resultados de la encuesta



Fuente: Encuesta y elaboración propia.

El último bloque, por ejemplo, común a las tres propuestas (*Interpretar/ evaluar/ comunicar las soluciones a los problemas geográficos que se han generado con... para valorar su utilidad y su validez*), incluye competencias que, en nuestra opinión, suponen una mayor complejidad en los procesos cognitivos de los alumnos, que implicarían un mayor nivel de madurez del mismo y que debieran considerarse, no en estudios de grado, sino en niveles universitarios más avanzados. Sin embargo, lo habitual es que los encuestados consideren que, al menos inicialmente, deberían adquirirse en este nivel educativo (Imagen 3).

Imagen 3. Coincidencias/discrepancias en la asignación del grado de adquisición de competencias en estudios de Grado (ejemplo 2). Propuesta propia y resultados de la encuesta



Fuente: Encuesta y elaboración propia.

Es necesario reconocer que nuestras propuestas de competencias podrían haber estado condicionadas por ciertos factores y esto, en parte, podría explicar alguna de las discrepancias más significativas con los resultados de la encuesta. Como se ha mencionado, son resultado de la experiencia docente en estas tecnologías de la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá; una experiencia que, además, abarca el ciclo formativo completo, desde Grado a Doctorado, algo poco habitual en la enseñanza universitaria de las mismas en nuestro país. Esto aporta una visión transversal, tal vez sesgada, que, con seguridad, se ha reflejado de alguna forma al plantear la organización y la adquisición de las competencias.

Al plantearlas teniendo en cuenta la existencia de un máster (<https://geogra.uah.es/master/>) y un doctorado (<http://geogra.uah.es/doctorado/>) específicos sobre TIG puede haber llevado, por ejemplo, a rebajar el nivel de exigencia de nuestra propuesta en Grado. Como se ha visto, en estos estudios los niveles de adquisición de competencias propuestos son, en general, inferiores a los asignados por los encuestados, en espera, en nuestro caso, de que sea en máster y/o doctorado donde el alumno consiga mayor especialización y adquiera competencias más complejas.

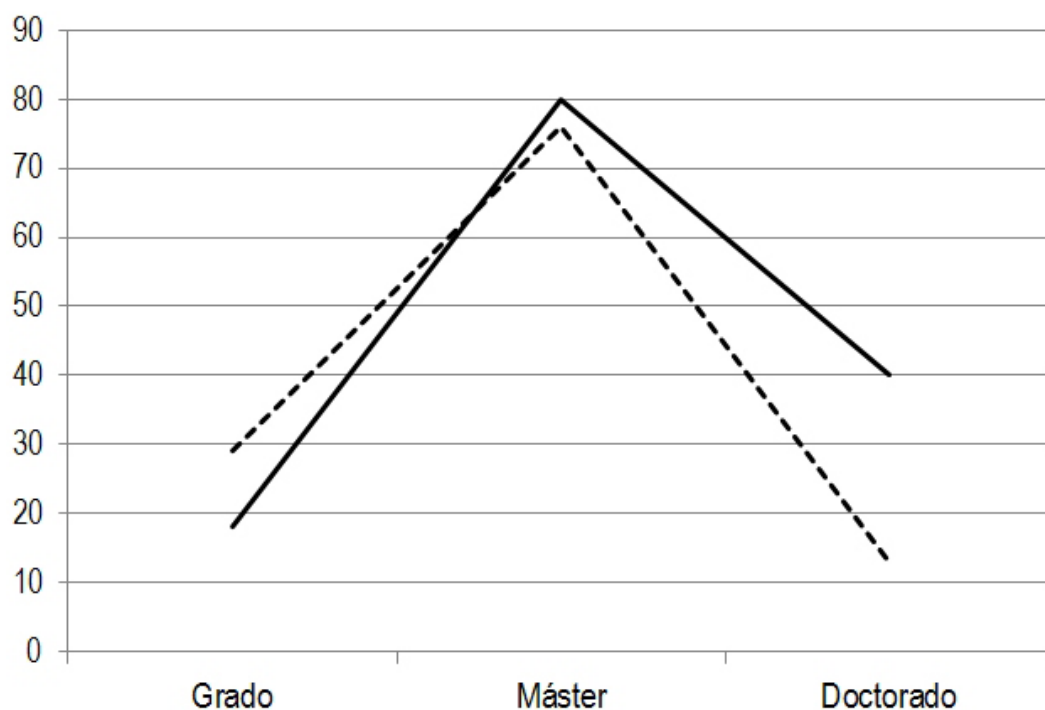
Tampoco se puede obviar como posible condicionante el relativo a la concentración casi exclusiva de nuestra docencia sobre TIG en un Grado en Ciencias Ambientales; una titulación donde las asignaturas de estas materias, aun siendo importantes, no dejan de ser algo tangenciales al cuerpo general de conocimiento de la misma. Se trata de una asignatura de carácter obligatorio, con una carga lectiva reducida en el conjunto del estudio y que se imparte en el primer curso de la titulación. En cursos posteriores, encontramos varias asignaturas obligatorias o de carácter optativo en las que las TIG son utilizadas puntual y/o parcialmente en temáticas como ordenación del territorio, cartografía de riesgos, etc.

Según se ha podido extraer de la encuesta, sólo un 22% de los encuestados impartía docencia en grados de este tipo, siendo mayoría (más del 54%) los que lo hacían en Grados de Geografía, donde las materias relacionadas con las TIG, como es lógico, conforman un núcleo central de la titulación y con un importante peso en número de asignaturas y carga lectiva de las mismas.

Tras un análisis de los planes de estudio de los Grados de Geografía en diferentes universidades españolas, se pudo comprobar que, en la mayoría de ellos, el conjunto de asignaturas sobre esta materia supone cargas lectivas superiores a los 24-36 ECTS, pudiendo superar en algunos casos los 50 (Universidad Complutense, Universidad de Oviedo); se imparten asignaturas específicas para cada una de las TIG, habitualmente varias, abordando en los primeros cursos los fundamentos de las mismas para, en cursos superiores, incluir asignaturas avanzadas; la mayoría son de carácter obligatorio, con cargas lectivas, por lo general, de 6 créditos y distribuidas a lo largo de los diferentes cursos de la titulación.

Son, por tanto, diferentes y diversos los condicionantes que, en un análisis general de los resultados de la encuesta, podrían explicar las divergencias más significativas con nuestras propuestas. Entre otras cuestiones, el análisis también ha permitido advertir la posible existencia de dos tipos curva o modelo de adquisición de competencias TIG en estudios universitarios de nuestro país (Imagen 4): (1) una «lenta», como la de nuestras propuestas y propia de grados como los de Ciencias Ambientales, en la que la adquisición de competencias es más gradual, desde los primeros niveles universitarios hasta alcanzar el máster o doctorado, más especializado y donde se acaban de adquirir la totalidad de las mismas; y (2) una «rápida», propia de grados como los de Geografía, en la que gran parte de competencias se adquieren ya en el primer nivel universitario y, además, con grados de adquisición superiores a los propuestos.

Imagen 4. Curvas de adquisición de competencias TIG (número de competencias «plenamente conseguidas») en los diferentes niveles universitarios, según propuesta propia (línea continua) y resultados de la encuesta (línea discontinua)



Fuente: Encuesta y elaboración propia.

En este punto, no podemos obviar la incidencia que sobre esta propuesta de competencias, así como el grado de adquisición de las mismas, tendrá la nueva ordenación de las enseñanzas universitarias en nuestro país (Real Decreto 43/2015, de 2 de febrero). Parece evidente que esta reestructuración, sobre todo en los grados, conducirá a una reducción del número de horas dedicada a la enseñanza de las diferentes materias, en este caso de las TIG y, en este sentido, en ese nuevo contexto, la mencionada curva «lenta», de adquisición gradual de competencias, parece la más apropiada.

5. Conclusiones

Se ha discutido el concepto de competencia educativa, un tema muy debatido y, en muchas ocasiones, todavía mal conocido. Un concepto complejo, constructo teórico que implica la puesta en marcha de diversos procesos cognitivos y que no debe confundirse con el de objetivo en el que, habitualmente y en la práctica, acaba convirtiéndose cuando se plasman competencias en las guías docentes. Esta revisión del concepto ha sustentado la lista propuesta de competencias en TIG consensuada por los profesores de la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá.

La propuesta ha sido contrastada con la visión de otros docentes en TIG de universidades españolas a través de una encuesta *online*; aun reconociendo sus evidentes limitaciones (sobre todo, derivadas del escaso número de respuestas obtenidas), consideramos que la encuesta (y sus resultados) ha sido una valiosa primera aproximación a la visión y opinión de otros docentes en esta materia y, además, ha permitido apuntar ciertos aspectos a mejorar y sobre los que profundizar en futuras investigaciones.

La eventual utilidad y aplicabilidad de esta reflexión y de la lista propuesta se extiende a tres ámbitos de la actividad docente universitaria. Primeramente, constituye una base sólida sobre la que construir futuros planes de estudio, que deberán ser sometidos a escrutinio por agencias de evaluación y/o acreditación. En este sentido, se ha intentado seguir las directrices y la terminología empleada por la ANECA. Además, puede facilitar la redacción y coordinación, entre asignaturas de una misma titulación y entre niveles de enseñanza –grado, master y doctorado–, de guías docentes, documentos que requieren un importante ejercicio de planificación por parte del profesorado. Por último, permite configurar unos contenidos más coherentes y adaptados a cada nivel universitario, redundando así en un proceso de enseñanza-aprendizaje más efectivo.

Tanto el proceso seguido como la propuesta final presentan obvios aspectos en los que convendría profundizar. Por un lado, como ya se ha discutido, el número de participantes en la encuesta dista de ser óptimo. Dada la complejidad del tema y la abundancia de competencias susceptibles de ser incluidas en alguno de los tres niveles de enseñanza de las TIG en la universidad, sería deseable la celebración de un foro con amplia participación del profesorado involucrado. Este foro podría ser organizado *ex profeso* o simultáneo a congresos sobre didáctica o TIG.

Por su parte, la lista de competencias está fuertemente influenciada por el peso que las TIG presentan en estudios como los de Ciencias Ambientales o de Geografía y Ordenación del Territorio. El estudio quedaría complementado por un estudio similar en el que el objeto fuera la enseñanza de las TIG en otras titulaciones relacionadas.

Finalmente, sería deseable complementar la validación de la propuesta, por el momento consensuada por el profesorado de TIG de la Universidad de Alcalá y, al menos parcialmente, por los profesores encuestados. La propuesta podrá ser revisada y eventualmente validada tras su aplicación en los tres niveles de enseñanza universitaria. Ello implica un estudio dilatado en el tiempo, desde el inicio del grado hasta la conclusión del doctorado. Este es nuestro propósito, aun siendo conscientes de que la más que probable modificación de la duración de los estudios de grado y máster desencadenará una revisión acorde de la propuesta.

6. Referencias bibliográficas

- ANECA (2005a). *Libro Blanco. Título de Grado en Geografía y Ordenación del Territorio*. Madrid: Agencia Nacional de la Calidad y Acreditación-ANECA, 432 págs.
- ANECA (2005b). *Libro Blanco. Título de Grado de Ingeniero de Geomática y Topografía*. Valencia: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación-ANECA, 372 págs.
- ANECA (2012). *Guía de Apoyo para la elaboración de la Memoria de verificación de títulos oficiales universitarios (Grado y Máster) (v.0.4.)*. Madrid: Unidad de Evaluación de Enseñanzas e Instituciones, Agencia Nacional de la Calidad y Acreditación-ANECA, 88 págs.
- Bosque Sendra, Joaquín; Aguilera Benavente, Francisco; Barreira González, Pablo; Gómez Delgado, Montserrat; Rodríguez Espinosa, Víctor Manuel y Salado García, María Jesús (2013a). «La enseñanza de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) en España y en Europa». En: *XIV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica-CONFIBSIG*, Tegucigalpa (Honduras) 3-5 de julio de 2013.
- Bosque Sendra, Joaquín; Aguilera Benavente, Francisco; Barreira González, Pablo; Gómez Delgado, Montserrat; Rodríguez Espinosa, Víctor Manuel y Salado García, María Jesús (2013b). «Una propuesta de competencias y capacidades para los estudios de TIG». En: *XIV Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica-CONFIBSIG*, Tegucigalpa (Honduras) 3-5 de julio de 2013.
- ETA (2010). *Geospatial Technology Competency Model*. Washington DC: US Department of Labor, Employment and Training Administration-ETA, 28 págs.
- Margalef García, Leonor (2011). «Pautas para la planificación docente: plan didáctico de una asignatura». En: *Master Universitario en Docencia Universitaria 2011-12*, Universidad de Alcalá (inédito).
- De Martín, Elena (2009). «Profesorado competente para formar alumnado competente». En: Pozo, Juan Ignacio y Pérez Echevarría, María del Puy (coords.). *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias*. Madrid: Ed. Morata, 199-216.
- García Ruíz, María Rosa (2006). «Las competencias de los alumnos universitarios». *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 20, núm. 3, 2006, pp. 253-269.
- MECES (2011). *Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior*. Madrid: Boletín Oficial del Estado, Núm. 185 Sec. I. Pág. 87912 (miércoles, 3 de agosto de 2011).
- Montero Curiel, Marisa (2010). «El Proceso de Bolonia y las nuevas competencias». *Tejuelo*, 9 (2010), 19-37.
- Perrenoud, Philippe (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Ed. Grao, 168 págs.
- REACU (2011). *Evaluación para la verificación. Protocolo de evaluación para verificación de títulos universitarios oficiales (v.1.1.)*. Madrid: Red Española de Agencias de Calidad Universitaria-REACU, 9 págs.
- Serra, Pere; Pou, Mireia y Pons, Xavier (2012). «La docència en Ciència i Tecnologia de la Informació Geogràfica a Catalunya (2006-2009): una aproximació quantitativa». *Documents d'Anàlisi Geogràfica* 2012, vol. 58/3, pp. 497-517.
- Torrez Wilde, Óscar Hernán; Bosque Sendra, Joaquín y Carrasquilla Salas, Octavio Enrique (2011). «Propuesta metodológica para la identificación de satisfactores de competencias de la enseñanza de la Ciencia de la información geográfica». En: Pineda, Noel Bonfilio; Némiga, Xanat Antonio; Madrigal, Delfino y Balderas, Miguel Angel (Eds.). *La innovación geotecnológica como soporte para la toma de decisiones en el desarrollo territorial*. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México, 15 págs.
- UCGIS (2010). *Model Curricula Project. GI S&T Body of Knowledge*. Ithaca, NY: University Consortium for Geographic Information Science-UCGIS. Disponible en: <http://www.ucgis.org/priorities/education/modelcurricula>

project.asp; <http://www.ucgis2.org/publication/alternative-designs-curriculum-content-and-evaluation>; <http://www.ucgis2.org/publication/professional-gis-education>; <http://www.ucgis2.org/publication/research-based-gis-science-graduate-education>

7. Anexo 1. Propuesta de competencias a adquirir en Cartografía

En este apartado se recogen los listados de competencias propuestas, así como el grado de adquisición en los diferentes niveles universitarios, para cada una de las TIG: Anexo 1- Propuesta de competencias a adquirir en Cartografía; Anexo 2- Propuesta de competencias a adquirir en SIG y Anexo 3- Propuesta de competencias a adquirir en Teledetección. Se han establecido cinco grados de adquisición, identificados con la siguiente numeración: (1) no considerada en este nivel; (2) conseguida de forma inicial (fundamentos); (3) conseguida parcialmente (profundización); (4) plenamente conseguida; (5) se asume ya conseguida en niveles inferiores. Remarcado en rojo se señala el grado de adquisición propuesto por el equipo de la Universidad de Alcalá; solo para los estudios de Grado y Máster, se destaca (en fondo gris oscuro) el grado de adquisición que ha resultado de la encuesta (medido mediante la moda aritmética), con indicación del porcentaje que representan las respuestas dadas en ese caso para la competencia en cuestión. También es posible consultar estas propuestas en página web de la Unidad Docente de Geografía: http://geogra.uah.es/competencias_tig/.

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
I. Definir / identificar componentes y aplicaciones de la Cartografía																
I.1	Definir mapa y Cartografía.				75					67						
I.2	Conocer los principales hitos de la historia de la Cartografía.		37				67									
I.3	Identificar funciones y aplicaciones de la Cartografía.				75					67						
I.4	Identificar tipos de mapas existentes y criterios para clasificarlos.				75					67						
II. Conocer/Comprender las características de los datos geográficos																
II.1	Enumerar los componentes de un hecho geográfico.	37		37			33	33	33							
II.2	Identificar los elementos y relaciones que forman la componente espacial de un hecho geográfico.			37				67								
II.3	Identificar la escala de medida del aspecto temático en un dato geográfico.			50						67						
II.4	Conocer y aplicar los diferentes tipos de geometrías para la representación de datos geográficos.			62			50	50								
II.5	Comprender los diferentes tipos de generalización cartográfica.			75						67						
II.6	Conocer los principales sistemas de referencia (geográficos y planares).			75						67						
II.7	Comprender y aplicar las características propias de las diferentes familias de proyecciones cartográficas.			50						67						

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
III. Conocer/Comprender los modelos de datos usados para representar la información geográfica en formato digital																
III.1	Conocer características, ventajas y limitaciones de cada modelo de datos (raster y vectorial).			29	29	29					100					
III.2	Enumerar los componentes de los modelos para la representación digital de los hechos geográficos.	37			37					100						
III.3	Enumerar las formas de representar la posición geográfica.				50					100						
III.4	Comprender las diversas formas de cada modelo de datos.	37			37					100						
III.5	Conocer y evaluar los distintos componentes de la calidad de los datos geográficos, así como fuentes y márgenes de error asumibles.	37								100						
III.6	Conocer la importancia y utilidad de los metadatos en la generación y manejo de información geográfica.	37								100						
IV. Conocer / valorar recursos y fuentes de datos cartográficos disponibles																
IV.1	Conocer fuentes bibliográficas, repositorios de datos y recursos didácticos reseñables de la Cartografía.		37	37						50	50					
IV.2	Conocer las etapas principales en la construcción cartográfica.				50					50	50					
IV.3	Seleccionar / valorar fuentes de datos cartográficos.		37		37					50	50					
IV.4	Conocer posibles fuentes de error en el diseño y lectura cartográficos.				50					50	50					
IV.5	Conocer los <i>software</i> más usuales en el campo de la Cartografía.		37	37						100						

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
V. Conocer / aplicar los métodos para la elaboración de cartografía temática básica																
V.1	Conocer los tipos de clasificación de la variable temática. Límites de clase.				62					50	50					
V.2	Conocer las variables visuales disponibles y sus propiedades perceptivas (J. Bertin).				50					50	50					
V.3	Utilizar las variables visuales en función de la escala de medida de la variable temática y la geometría de los objetos cartográficos.				50					50	50					
V.4	Conocer y aplicar los principios de la Cartografía univariada.				50					50	50					
V.5	Conocer y aplicar los principios de la Cartografía multivariada.			37						50	50					
V.6	Capacidad de concebir y elaborar mapas temáticos básicos.				62					100						
VI. Conocer / aplicar los principios del diseño cartográfico																
VI.1	Comprender las consideraciones perceptuales ligadas al diseño cartográfico.		50							100						
VI.2	Conocer y aplicar principios y componentes de la comunicación cartográfica.			37						50	50					
VI.3	Conocer y aplicar los principios de rotulación cartográfica.				50					100						
VII. Conocer / aplicar los principios teóricos y aplicados de la Cartografía 3D																
VII.1	Conocer las características de la Cartografía 3D y sus derivados.		50							100						
VII.2	Comprender las variables “visuales” volumétricas.			50						100						
VII.3	Conocer y aplicar las técnicas de construcción de Cartografía volumétrica.		50							100						

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<i>Grado de adquisición de la competencia</i> →																	
VIII. Conocer / aplicar los principios teóricos y aplicados de los Cartogramas																	
VIII.1	Conocer, seleccionar y aplicar la relación entre base cartográfica y dato temático.	25	25	25	25								100				
VIII.2	Identificar, conocer y comprender la panoplia de tipos de Cartogramas.	37		37					50	50							
VIII.3	Conocer y aplicar las herramientas de construcción de Cartogramas.	50							50	50							
IX. Conocer / aplicar los principios de la Cartografía multitemporal (evolutiva)																	
IX.1	Comprender los principios de cambio temporal en Cartografía.	62								100							
IX.2	Utilizar herramientas de construcción de Cartografía multitemporal.	62								100							
IX.3	Identificar las posibilidades de representación en Cartografía multitemporal.	62								100							
X. Conocer / aplicar los principios de la Cartografía de flujos																	
X.1	Conocer y aplicar los conceptos y definiciones de la Cartografía de flujos.	50							50	50							
X.2	Comprender la problemática específica de los mapas de flujos.	62								100							
X.3	Conocer y aplicar herramientas para la construcción de mapas de flujos.	62								100							

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
<i>Grado de adquisición de la competencia</i> →																	
XI. Conocer / aplicar los principios de la Cartografía multimedia																	
XI.1	Conocer y aplicar conceptos y definiciones de Cartogr. multimedia (interacción, animación, 3D, sonido y otras variables sensoriales).	62							50	50							
XI.2	Aplicar las variables sensoriales (sonido) a los datos geográficos.	62								100							
XI.3	Aplicar herramientas para la construcción de mapas interactivos.	62								100							
XI.4	Aplicar herramientas para la construcción de mapas animados.	62								100							
XII. Interpretar / evaluar / comunicar las soluciones a los problemas geográficos que se han generado con Cartografía para ponderar su utilidad y su validez.																	
XII.1	Analizar e interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.				37	37					100						
XII.2	Conocer, seleccionar y aplicar los métodos de valoración de la exactitud e incertidumbre de los resultados obtenidos mediante procesos de análisis SIG.	50							50	50							
XII.3	Comunicar los resultados obtenidos tras el análisis en el formato más adecuado y eficaz (cartográfico, gráfico, alfanumérico).				37						100						
XII.4	Contrastar / discutir diferentes planteamientos y soluciones ante un mismo problema territorial.	62							50	50							
XII.5	Evaluar la calidad de las distintas fases del proceso (diseño de procedimientos, entrada de datos, análisis) y su adecuación al problema y a los objetivos iniciales.	57							50	50							
XII.6	Sintetizar ideas y conocimientos que permitan desarrollar nuevas metodologías de análisis territorial mediante Cartografía.	62							50	50							
XII.7	Valorar implicaciones sociales del uso de estas herramientas de análisis en toma de decisiones ambientales y territoriales.	62							50	50							
XII.8	Conocer los principales retos y líneas de investigación abiertas en la Cartografía y en la Ciencia de la Información Geográfica.	50							50	50							

8. Anexo 2. Propuesta de competencias a adquirir en SIG.

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
I. Definir/identificar componentes y aplicaciones de los SIG																
I.1	Definir los Sistemas de Información Geográfica (SIG) e identificar sus componentes.				74					71						
I.2	Conocer los principales hitos de la historia de los SIG.		53				30	30								
I.3	Identificar funciones y campos de aplicación de los SIG.			63			30	30	30							
I.4	Identificar la naturaleza y las partes de un problema territorial complejo como paso previo a la selección de datos y procedimientos en el SIG.		37				30	30								
II. Conocer/Comprender las características de los datos geográficos																
II.1	Enumerar los componentes de un hecho geográfico.		47							40						
II.2	Identificar los elementos y relaciones que forman la componente espacial de un hecho geográfico.		47				30	30								
II.3	Identificar la escala de medida del aspecto temático de un dato geográfico.			74				44								
II.4	Conocer y aplicar los diferentes tipos de geometrías para la representación de datos geográficos.			33				56								
II.5	Comprender los diferentes tipos de generalización cartográfica.		47				44									
II.6	Conocer los principales sistemas de referencia (geográficos y planares).			37				33	33							
II.7	Comprender y aplicar las características propias de las diferentes familias de proyecciones cartográficas.		37							38						

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
III. Conocer/Comprender los modelos de datos usados para representar la información geográfica en formato digital																
III.1	Conocer características, ventajas y limitaciones de cada modelo de datos (raster y vectorial)				47					56						
III.2	Enumerar los componentes de los modelos para la representación digital de los hechos geográficos.			37	37				56							
III.3	Enumerar las formas de representar la posición geográfica.			47					44							
III.4	Comprender las diversas formas de cada modelo de datos.			47					56							
III.5	Conocer y evaluar los distintos componentes de la calidad de los datos geográficos, así como fuentes y márgenes de error asumibles.		47					56								
III.6	Conocer la importancia y utilidad de los metadatos en la generación y manejo de información geográfica.		58						56							
IV. Conocer/valorar recursos y fuentes de datos para la construcción de un SIG																
IV.1	Conocer fuentes bibliográficas, repositorios de datos y recursos didácticos reseñables de los SIG.			44					50							
IV.2	Conocer los principios básicos del análisis y el razonamiento espacial de manera que puedan ser aplicados en la resolución de problemas espaciales.		33	33					50							
IV.3	Seleccionar y valorar las fuentes de datos geográficos de tipo raster y vectorial más adecuadas para resolver un determinado problema territorial.			39				50								
IV.4	Conocer las fuentes de error en una base de datos geográficos.		39					50								
IV.5	Conocer los <i>softwares</i> más usuales en el campo de los SIG.		39						50							

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
V. Conocer/aplicar las funciones de entrada de datos de un SIG																
V.1	Conocer y aplicar los aspectos básicos de diseño conceptual y lógico de las bases de datos espaciales propias de un SIG.		39						50							
V.2	Utilizar herramientas de importación/exportación/transformación de información geográfica en diferentes programas.		39						50							
V.3	Emplear herramientas topológicas para garantizar la coherencia espacial de las bases de datos geográficas.		50						50							
V.4	Ser capaz de usar y gestionar bases de datos espaciales, valorando su importancia para el desarrollo de un proyecto SIG.		39							63						
V.5	Ser capaz de crear la representación digital de una red de transporte.		50						50							
V.6	Aplicar el método de interpolación más adecuado para la generación de un Modelo Digital del Terreno (MDT).		50						38							
VI. Seleccionar/aplicar las funciones de análisis de un SIG para solucionar problemas geográficos de distinta naturaleza																
VI.1	Seleccionar y ordenar las funciones de análisis de los SIG más adecuadas para resolver un determinado problema territorial.		35	35						57						
VI.2	Aplicar los métodos más apropiados de álgebra de mapas, y otras operaciones de análisis espacial, incluidos en un SIG, tanto en modelo vectorial como raster, para tratar y resolver cuestiones territoriales complejas.		35							57						
VI.3	Seleccionar y aplicar procedimientos de análisis geoestadístico para la detección de patrones espaciales		47						71							
VI.4	Aplicar las herramientas básicas de análisis de redes (en conjunción, si es preciso, con los instrumentos de modelado espacial) para la resolución de un problema territorial dado.		53						71							

		GRADO					MÁSTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
VI.5	Aplicar las herramientas básicas de análisis de un MDT.		29						43							
VI.6	Desarrollar e implementar rutinas para automatizar procesos que requieran gestionar un gran volumen de datos		65						43							
VI.7	Diseñar y aplicar las nuevas metodologías desarrolladas para obtener resultados que solucionen problemas geográficos.		53						57							
VII. Interpretar/evaluar / comunicar las soluciones a los problemas geográficos que se han generado con un SIG para valorar su utilidad y su validez																
VII.1	Analizar e interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.		53							71						
VII.2	Conocer, seleccionar y aplicar los métodos de valoración de la exactitud e incertidumbre de los resultados obtenidos mediante procesos de análisis SIG.		53							43						
VII.3	Comunicar los resultados obtenidos tras el análisis en el formato más adecuado y eficaz (cartográfico, gráfico, alfanumérico).				41					57						
VII.4	Contrastar/ discutir diferentes planteamientos y soluciones ante un mismo problema territorial		35						43	43						
VII.5	Evaluar la calidad de las distintas fases del proceso (diseño de procedimientos, entrada de datos, análisis) y su adecuación al problema y a los objetivos iniciales.		41						57							
VII.6	Sintetizar ideas y conocimientos que permitan desarrollar nuevas metodologías de análisis territorial mediante SIG		59						71							
VII.7	Valorar implicaciones sociales del uso de estas herramientas de análisis en toma de decisiones ambientales y territoriales.				41					57						
VII.8	Conocer los principales retos y líneas de investigación abiertas en los SIG y en la Ciencia de la Información Geográfica.		59						43							

9. Anexo 3. Propuesta de competencias a adquirir en Teledetección.

		GRADO					MASTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
I. Definir / identificar componentes y aplicaciones de la Teledetección																
I.1	Definir la Teledetección, sus ventajas y limitaciones frente a otras fuentes de información espacial.				50					67						
I.2	Conocer los principales hitos de la historia de la Teledetección.		60						33							
I.3	Identificar funciones y aplicaciones de la Teledetección.		50						67							
I.4	Comprender las posibles interacciones de la Teledetección con otros tipos de técnicas de análisis y gestión espacial.	40	40						83							
II. Conocer / valorar recursos y fuentes de datos en Teledetección																
II.1	Conocer fuentes bibliográficas, repositorios de datos y recursos didácticos reseñables de la Teledetección.	50							33							
II.2	Conocer los principios físicos de la Teledetección: el espectro electromagnético, el comportamiento espectral de las cubiertas terrestres y las interacciones de la atmósfera con la radiación electromagnética.			60						67						
II.3	Comprender la matriz de datos de una imagen digital.	40								50						
II.4	Conocer las características de los sensores de Teledetección.	60								50						
II.5	Conocer las misiones más destacadas en Teledetección espacial.	60							50							
II.6	Seleccionar los datos y la/s resolución/es más adecuada/s para el análisis de una determinada variable.	60							83							
II.7	Conocer los servidores, formatos y soportes físicos para la adquisición de datos de Teledetección.	60							50							
II.8	Conocer las fuentes de error geométricas y radiométricas de una imagen.	60							50							
II.9	Conocer los componentes de un equipo de análisis digital de imágenes.	50							83							

		GRADO					MASTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
II.10	Conocer y evaluar los distintos componentes de la calidad de los datos, así como fuentes y márgenes de error asumibles.		50							50						
II.11	Conocer la importancia y utilidad de los metadatos en la generación y manejo de información geográfica.	40								50						
II.12	Conocer los <i>software</i> más usuales en el campo de la Teledetección.		40	40						50						
III. Aplicar las funciones previas a la interpretación de imágenes																
III.1	Utilizar herramientas de utilidad general en el tratamiento digital de imágenes: importación/exportación, gestión de archivos, visualización y análisis estadístico.		50							50						
III.2	Conocer, seleccionar y aplicar los procedimientos de ajuste del contraste y filtros digitales en función de los objetivos de trabajo.		50							50						
III.3	Conocer, seleccionar y aplicar los procedimientos de corrección geométrica de imágenes.		40						33	33						
III.4	Conocer, seleccionar y aplicar los procedimientos de corrección radiométrica, obtención de magnitudes físicas y corrección atmosférica de imágenes.	50								50						
III.5	Desarrollar e implementar rutinas para automatizar procesos que requieran gestionar un gran volumen de datos.	80							33							
IV. Aplicar las funciones de interpretación de imágenes																
IV.1	Conocer, seleccionar y aplicar los criterios para la interpretación visual.			40	40					60						
IV.2	Identificar y detectar características del territorio a través del análisis visual			40	40					60						
IV.3	Conocer/aplicar operaciones matemáticas y lógicas entre bandas/imágenes.			50						80						
IV.4	Conocer, seleccionar y aplicar técnicas de transformación (ind. espectrales, componentes principales, etc.) para generar información temática.	50	50							80						

		GRADO					MASTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
IV.5	Conocer, seleccionar y aplicar técnicas de clasificación para la generación de cartografía temática de interés en la gestión del territorio.		57							60						
IV.6	Conocer, seleccionar y aplicar los métodos de análisis multitemporal para la resolución de problemas territoriales.		44							60						
IV.7	Conocer, seleccionar y aplicar técnicas de análisis hiperespectral para la generación de información temática.	56					40									
IV.8	Conocer, seleccionar y aplicar técnicas específicas para extraer información temática de datos RADAR y LIDAR para el análisis y gestión del territorio.	78					40			40						
IV.9	Conocer, seleccionar y aplicar técnicas de fusión de datos.	67								60						
IV.10	Conocer, seleccionar y aplicar técnicas para el análisis de la estructura espacial del territorio.		44							40						
IV.11	Discriminar el interés de los modelos empíricos y de simulación para la extracción de información temática.	56								60						
IV.12	Seleccionar las funciones de Teledetección más adecuadas para el análisis de un determinado problema territorial.		56							80						
V. Interpretar / evaluar / comunicar las soluciones a los problemas geográficos que se han generado con Teledetección para ponderar su utilidad y su validez.																
V.1	Analizar e interpretar adecuadamente los resultados obtenidos.		56							100						
V.2	Conocer, seleccionar y aplicar los métodos de valoración de la exactitud e incertidumbre de los resultados obtenidos mediante procesos de teledetección.		44							60						
V.3	Comunicar los resultados obtenidos tras el análisis en el formato más adecuado y eficaz (cartográfico, gráfico, alfanumérico).		44							80						

		GRADO					MASTER					DOCTORADO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Grado de adquisición de la competencia →</i>																
V.4	Contrastar / discutir diferentes planteamientos y soluciones ante un mismo problema territorial.		56							80						
V.5	Evaluar la calidad de las distintas fases del proceso (diseño de procedimientos, entrada de datos, análisis) y su adecuación al problema y a los objetivos iniciales.		67							60						
V.6	Sintetizar ideas y conocimientos que permitan desarrollar nuevas metodologías de análisis territorial mediante Teledetección.	56								60						
V.7	Valorar implicaciones sociales del uso de estas herramientas de análisis en toma de decisiones ambientales y territoriales.		56							60						
V.8	Conocer los principales retos y líneas de investigación abiertas en Teledetección y en la Ciencia de la Información Geográfica.		56							60						

Sobre los autores

VICTOR MANUEL RODRÍGUEZ ESPINOSA; INMACULADA AGUADO SUÁREZ;
FRANCISCO AGUILERA BENAVENTE; JOAQUIN BOSQUE SENDRA; EMILIO CHUVIECO SALINERO;
FRANCISCO ESCOBAR MARTÍNEZ; MONTSERRAT GÓMEZ DELGADO; M.ª JESÚS SALADO GARCÍA;
JAVIER SALAS REY

Los autores forman parte de la Unidad Docente de Geografía de la Universidad de Alcalá (<http://geogra.uah.es/>). Con una extensa experiencia en la investigación del empleo de las TIG en diversas áreas de aplicación y para la resolución de diferentes tipos de problemas territoriales, el equipo de la Unidad Docente de Geografía participa en la enseñanza de estas materias en distintos Grados (Ciencias Ambientales, Turismo, etc.), en un Master en *Tecnologías de la Información Geográfica* (<https://geogra.uah.es/master/>) y en un programa de doctorado con el mismo título. De igual forma, son autores o coautores de un importante número de publicaciones (artículos en revistas científicas, capítulos de libros y comunicaciones a congresos) en temas relacionados con el uso de las TIG.