

Una propuesta de competencias y capacidades para los estudios sobre tecnologías de la información geográfica (TIG)

Bosque Sendra, J., Gómez Delgado, M., Aguilera Benavente, F., Rodríguez Espinosa, V.M., Barreira González, P y Salado García, M.J.

Resumen:

El objetivo de este trabajo es plantear una lista de competencias a alcanzar por los estudiantes que realicen algún estudio universitario sobre SIG. Para ello, después de analizar las diversas propuestas que sobre el tema se han planteado (*University Consortium for Geographic Information Science-UCGIS, GeoTech Center, Libros Blancos* de nuevos estudios universitarios españoles, etc.), se hará una evaluación y discusión crítica de estos planteamientos para generar una propuesta propia de las competencias más importantes y necesarias a obtener en un título sobre SIG.

Palabras clave: TIG, competencias, SIG y niveles de enseñanza.

Abstract:

The aim of this paper is to propose a list of competencies to be achieved by students undertaking a study on SIG. To do this, after analyzing the various proposals on the issue have been raised, such as University Consortium for Geographic Information Science (UCGIS), GeoTech Center, Spanish White Papers, etc., will be evaluated and critical discussion of these approaches to generate a own proposal of the most important skills necessary to get in an title to GIS.

Keywords: GIT, competencies, GIS and educational levels.

Bosque Sendra, J. (joaquin.bosque@uah.es); **Gómez Delgado, M.** (montserrat.gomez@uah.es); **Aguilera Benavente, F.** (f.aguilera@uah.es); **Rodríguez Espinosa, V.M.** (victor.rodriguez@uah.es); **Barreira González, P.** (pablobarreira@hotmial.com) y **Salado García, M.J.** (mariaj.salado@uah.es). Unidad Docente de Geografía (Dpto. Geografía y Geología), Universidad de Alcalá.

1. INTRODUCCIÓN. EL CONCEPTO DE COMPETENCIA

Desde hace unos años las Universidades españolas y europeas están inmersas en un proceso de adaptación y modificación de sus planes de estudio y, más en general, de la forma de realizar la enseñanza; se trata del denominado *Proceso de Bolonia* para la construcción del Espacio Europeo de Enseñanza Superior-EEES.

En primera instancia el proceso significa equiparar los niveles de estudio universitario de todos los países europeos, estableciendo tres niveles: Grado, Máster y Doctorado. Los Grados, que pueden ser de tres o cuatro años, pretenden preparar a los graduados para una actividad profesional; los Másteres deben facilitar una formación avanzada en ciertos aspectos de cada materia y, por último, el Doctorado busca habilitar para la realización de investigaciones propias. Para lograr esa unificación, además, se define una unidad común con la que medir la carga de trabajo de cada estudio, el crédito ECTS (*European Credit Transfer System*), que representa entre 25 y 30 horas de aprendizaje y trabajo del alumno, valorando el tiempo invertido por el mismo, ya sea en las actividades presenciales con el profesor como en las tareas personales, para adquirir las competencias del programa de estudio.

Por otra parte, el *Proceso de Bolonia* ha supuesto, en especial en la Universidad española, alterar de manera importante la forma de impartir la enseñanza universitaria (de Martín, 2009), de manera resumida, pasando de un enfoque didáctico dominado por el paradigma psicológico conductivista y centrado en los contenidos, a otro encuadrado en el contexto constructivista y basado en las competencias. Ahora la redacción de cualquier plan de estudios universitario (de Grado o Máster, incluso de Doctorado) debe partir de la definición del conjunto de *competencias* que el estudiante debe alcanzar una vez finalizados sus estudios. 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 cambio no ha sido fácil y no ha estado, ni está, exento de la resistencia u oposición por parte de muchos profesores y estudiantes universitarios, en especial, por las funciones de control, evaluación y acreditación atribuidos a la Agencia

Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA, <http://www.aneca.es/>); a lo largo de este tiempo ha sido habitual encontrar en la prensa escrita y/o en Internet menciones a este “malestar” (consultar, por ejemplo, <http://www.erllano.org/2009/06/20/600-profesores-de-derecho-se-oponen-al-plan-bolonia/> o <http://www.publico.es/espana/183279/la-revuelta-anti-bolonia-no-encuentra-reaccion>, así como la respuesta a las críticas a la “burocratización” que genera la ANECA que daba la antigua directora del organismo, http://elpais.com/diario/2009/02/02/educacion/1233529203_850215.html).

Ha sido a este organismo al que se le ha encomendado la verificación de todos los nuevos planes de estudio de Grado y Máster puestos en marcha para sustituir a los antiguos estudios (licenciaturas, ingenierías, ingenierías técnicas, diplomaturas, etc.). Esta verificación, que solo cubre los aspectos formales del diseño del nuevo estudio, ha sido bastante penosa y compleja para muchas Universidades y muchas propuestas de título. Para su realización la ANECA ha publicado una serie de documentos, como el denominado *Protocolo de Verificación de los Títulos* (REACU, 2011) o la *Guía de Apoyo para la Elaboración de la Memoria* (ANECA, 2012), que para muchos resultan largos, complicados, excesivamente burocráticos y que han provocado la denominada “*fatiga universitaria con la reforma de los planes de estudio*” (ver el Informe de la Comisión de Expertos nombrada en 2012 por el ministro de Educación, disponible en <http://www.mecd.gob.es/prensa-mecd/actualidad/2013/02/20130215-comision-expertos.html>).

La impresión es que la actual reorganización de las enseñanzas universitarias en España no parece contar con un apoyo unánime entre el profesorado encargado de impartir esa docencia. De alguna forma, esto se refleja notablemente en la redacción de los nuevos planes de estudio. Aunque formalmente, tras el proceso de verificación controlado por la ANECA, se acomodan a las exigencias de un planteamiento centrado en las competencias, desde el punto de vista de la práctica real no dejan de ser, en muchas ocasiones, meras adaptaciones formales de una enseñanza más tradicional en la que los contenidos siguen siendo la guía esencial de la actividad docente.

De ser ciertas estas impresiones y consideraciones, cabría preguntarse cuáles pueden ser las causas de esta situación. Evidentemente pueden ser muchas y variadas, pero aquí nos centraremos exclusivamente en una de las posibles: la dificultad de la formulación de competencias de un título y, en nuestro caso parti-

cular, de los estudios universitarios relacionados con la enseñanza de los SIG. Se pretende hacer alguna aportación a mejorar la formulación y la realidad cotidiana de los estudios que se plantean el uso de estas tecnologías.

Pero llegado este punto, tal vez resulte conveniente definir qué se entiende por *competencia* en el contexto de la enseñanza universitaria. Es uno de los conceptos clave de todo el *Proceso de Bolonia* y en el que, como ya se ha mencionado, se basa el diseño y redacción de los actuales planes de estudio universitarios.

El diccionario de la Real Academia Española-RAE 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 un título deben alcanzar al finalizar sus estudios; resulta interesante la discusión que sobre la definición del concepto realizan Torrez *et al.* (2011).

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...*”. Perrenoud (2004) por su parte define competencia 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: “... 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...”.

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).

La nueva organización de la enseñanza superior debe centrarse en estas competencias y, por tanto, lo primero siempre ha de ser 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 para el título.

Como vemos, lo que predomina en este nuevo enfoque es (1) definir las competencias que formarán parte de la titulación y (2) pensar el resto de las cuestiones (contenidos de las asignaturas, evaluaciones, actividades de los estudiantes) como medios para alcanzar las competencias previamente definidas.

En la mencionada *Guía* se incluye un anexo (Anexo V. Orientaciones para la definición de competencias) que aclara bastante cómo definir y elaborar 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 la tabla 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*.

Tabla 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 ...
COMPRENDER	... 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.	Clasificar Crear Convertir Describir Discutir Estimar ...	Explicar Dar ejemplos Exponer Resumir Ilustrar Parafrasear ...
APLICAR	... 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...	Usar Recoger Calcular Construir Controlar Determinar Establecer Incluir Producir Proyectar Proporcionar Relacionar ...	Solucionar Transferir Aplicar Resolver Utilizar Demostrar Informar Aplicar Relatar Contribuir Administrar ...
ANALIZAR	... 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.	Analizar Discriminar Categorizar Distinguir Comparar Ilustrar Contrastar ...	Precisar Separar Limitar Priorizar Subdividir Construir diagramas ...
SINTETIZAR	... 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...	Crear Aceptar 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 ...
EVALUAR	... 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.	Valorar Comparar Contrastar Concluir Críticar Decidir ...	Definir Interpretar Juzgar Justificar Ayudar ...

Fuente: ANECA (2012)

Una vez aclarado este concepto esencial y ahora en relación a los estudios de SIG, en los que se centra este trabajo, cabría plantear las siguientes cuestiones: ¿existe una formulación de esas competencias para esos estudios?; ¿es esa formulación más o menos aceptada como válida y adecuada por una parte sustancial de expertos, profesores, investigadores y/o usuarios de estas técnicas?. El objetivo de este trabajo es revisar esta situación y llegar, si es posible, a formular una lista tentativa de competencias en SIG que pueda cumplir esa exigencia de universalidad y de reconocimiento amplio por parte de los interesados en el tema.

2. REVISIÓN DE LA LISTA DE COMPETENCIAS Y CAPACIDADES A ALCANZAR POR LOS ESTUDIANTES TIG FORMULADAS EN DIVERSOS ORGANISMOS

Se ha realizado una búsqueda en Internet de información sobre las competencias a adquirir por los estudiantes de las TIG en diversos organismos españoles, europeos, e incluso de otros continentes, presentándose a continuación algunos de los resultados más significativos que se han obtenido.

2.1. Marco Español de Cualificaciones para la Enseñanza Superior

En primer lugar es necesario hacer referencia a los planteamientos contenidos en el denominado Marco Español de Cualificaciones para la Enseñanza Superior-MECES, definido por el Ministerio de Educación de España a través del Real Decreto 1027/2011 de 15 de julio (www.boe.es/boe/dias/2011/08/03/pdfs/BOE-A-2011-13317.pdf).

MECES (http://www.meces_encuentros.unican.es/) contiene una descripción de las competencias básicas que los títulos universitarios oficiales españoles deben proporcionar a sus graduados, estableciendo unas cuestiones mínimas que los estudiantes deberían alcanzar en cada nivel de enseñanza. Parece interesante revisar esas competencias y ver cómo se relacionan con la temática TIG en los diferentes niveles universitarios en España.

El MECES diferencia cuatro niveles de títulos en nuestro país (Técnico superior, Grado, Máster y Doctorado), para cada uno de los cuales concreta un conjunto de competencias o cualificaciones a obtener. A modo de ejemplo, para el nivel de Máster *“...se incluyen aquellas cualificaciones que tienen como finalidad la adquisición por el estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional, o bien a promover la iniciación en tareas investigadoras...”*.

Otra manera, también interesante, de analizar las competencias establecidas en el MECES puede ser a través de su jerarquía en los cuatro niveles de enseñanza. Esta jerarquía es evidente, por ejemplo y como se reproduce a continuación (tabla 2), cuando se atiende a la competencia relativa al grado general de conocimientos a alcanzar en cada nivel:

Tabla 2. Conocimientos según nivel de enseñanza

Nivel	Competencia...
TÉCNICO SUPERIOR	(a) haber demostrado poseer conocimientos especializados en un área profesional o de estudio, con comprensión crítica para la integración y transferencia de saberes, así como para el desarrollo de la creatividad, la iniciativa personal y el espíritu emprendedor
GRADO	(a) 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
MÁSTER	(a) 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
DOCTORADO	(a) 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

Fuente: MECES (2011)

También es evidente esta jerarquía si, por ejemplo, se analiza la competencia referida a los datos (información) y su utilización en cada uno de los niveles de enseñanza (tabla 3):

Tabla 3. Competencia sobre “datos” según nivel de enseñanza

Nivel	Competencia...
TÉCNICO SUPERIOR	(c) poseer la capacidad de analizar la información necesaria para evaluar y dar respuesta a situaciones previstas y no previstas, mediante la búsqueda de soluciones fundamentadas, creativas e innovadoras dentro de un campo de estudio o profesional
GRADO	(c) tener la capacidad de recopilar e interpretar datos e informaciones sobre las que fundamentar sus conclusiones incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, la reflexión sobre asuntos de índole social, científica o ética en el ámbito de su campo de estudio
MÁSTER	(c) saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso
DOCTORADO	(c) haber demostrado que son capaces de diseñar un proyecto de investigación con el que llevar a cabo un análisis crítico y una evaluación de situaciones imprecisas donde aplicar sus contribuciones y sus conocimientos y metodología de trabajo para realizar una síntesis de ideas nuevas y complejas que produzcan un conocimiento más profundo del contexto investigador en el que se trabaja

Fuente: MECES (2011)

Una cuestión práctica que parece relevante en esta jerarquía de competencias es si el conocimiento de los diferentes campos TIG (a) debería ir de mayor número de ellos (en un nivel educativo inferior: Técnico superior o Grado) a menor cantidad de ellos (en los niveles de Máster o de Doctorado), quizá conociendo siempre algo de los tres campos TIG más difundidos (Cartografía, SIG y Teledetección), o (b) si habitualmente se estudia uno solo o unos pocos de estos campos y se va

profundizando más en el mismo. Esto puede ser bastante relevante para la formulación de los planes de estudio, teniendo en cuenta que las TIG son muy variadas, y cada vez más lo son más (en este sentido, consultar el planteamiento que se recoge en Bosque et al. (2013) sobre lo que incluyen las siglas TIG).

Seguramente la solución más adecuada sería estudiar al principio varios campos de TIG (en particular los tres básicos arriba mencionados) y, al ir avanzando en el nivel de enseñanza, restringirlo a uno solo.

2.2. *Geospatial Technology Competency Model (GeoTech Center, EE.UU.)*

El *GeoTech Center* de EE.UU. (<http://www.geotechcenter.org/>) es un organismo entre cuyos objetivos se encuentra "... *to provide professional development, teaching and curriculum resources, career pathways and model core competencies for geospatial technicians and technologists...*". Aquí la jerarquía de competencias también se recoge con claridad, aunque con evidentes diferencias respecto a lo ya comentado.

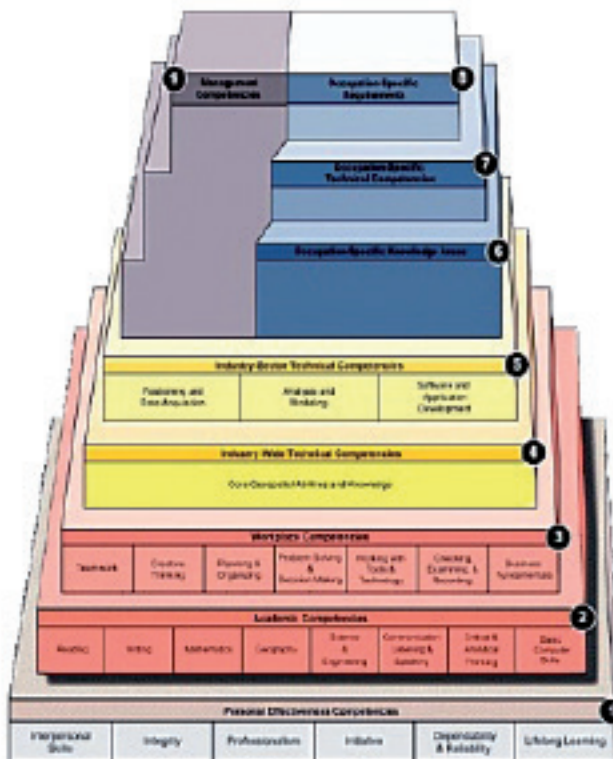
Para la formulación de lo que denomina competencias-núcleo, este centro ha elaborado una pirámide (figura 1) que guía la definición de competencias en cada persona, desde las más fundamentales a las más especializadas, sin que esta jerarquía coincida exactamente con los niveles educativos mencionados u otros similares. Dejando a un lado las competencias comentadas en la parte inferior de esta pirámide, que son las que se pueden obtener en los niveles elementales de enseñanza (Primaria o Secundaria) o aquéllas que se tienen que ir perfeccionado personalmente a lo largo de toda la vida, lo más interesante para nuestra problemática es lo es lo planteado en el cuarto y quinto nivel. El cuarto se centra en competencias más específicas de cada campo del saber (en este caso, de las TIG), también denominadas "habilidades y conocimientos nucleares geoespaciales"; son competencias generales de la rama de la industria, de la actividad que tiene que ver con el estudio del territorio. Por encima, en el quinto nivel, se sitúan las competencias técnicas específicas de cada sector de la industria geoespacial (en nuestra denominación, las TIG); en concreto en el *GeoTech Center* diferencia tres sectores, tres especialidades TIG: (1) posicionamiento y adquisición de datos, (2) análisis y modelado y (3) desarrollo de *software* y aplicaciones (ETA, 2010).

Por encima de estos niveles aún se plantean algunos más, conectados con

la gestión y otro tipo de cuestiones que no se analizan en este trabajo.

Este 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 profesionales. Aportación también interesante en el mismo es la diferenciación clara de los tres perfiles profesionales más usuales, al menos en EE.UU., en la industria TIG: (1) generador de datos, (2) analista de datos y (3) programador (ETA, 2010). Considerar estos perfiles profesionales en los planes de estudio sobre TIG, también en la formulación de sus competencias, parece muy recomendable.

Figura 1. Modelo de competencias para Tecnologías Geoespaciales



Fuente: ETA (2010)

No obstante, aquí tampoco se discute una cuestión, comentada anteriormente, y que, en nuestra opinión, resulta fundamental: la diferenciación entre competencias a adquirir en los diferentes niveles educativos. Sí se detallan temas o competencias generales de la industria geoespacial, la relacionada con las TIG (hasta un total de 34) y para cada uno de los perfiles profesionales mencionados se indican las competencias más relevantes a alcanzar (ETA, 2010). A modo de ejemplo, se presentan en la tabla 4 las correspondientes al perfil de analista de datos:

Tabla 4. Competencias para Analista de datos

Analysis and Modeling	
<p>This sector encompasses the professional end-users of geospatial data and software, many of whom are employed in geospatial occupations within allied industries (such as those identified in the Technical Content Areas section below, under Organizational and Institutional Aspects). Successful practitioners in this sector know when and how to employ analytical functions of geospatial software tools to render valid and reliable information from geospatial data. Many are fluent with both data-driven <i>exploratory</i> analyses as well as model-driven analyses for hypothesis testing and prediction. Some analysts specialize in designing and implementing geospatial databases that enable efficient analyses. Others specialize in processing remotely-sensed image data. Still others are licensed by state governments to perform legal analyses of land records.</p>	
Critical Work Functions	
<ul style="list-style-type: none"> ☒ Perform a site suitability analysis using intersection and overlay functions of GIS software ☒ Use GIS software to identify an optimal route that accounts for visibility, slope, and specified land uses ☒ Perform dynamic segmentation on transportation network data encoded in a linear reference system ☒ Explain how leading online routing systems work, and account for common geocoding errors ☒ Use location-allocation software functions to locate service facilities that satisfy given constraints ☒ Develop conceptual, logical, and physical models of a geospatial database designed in response to user requirements ☒ Compare characteristics and appropriate uses of geospatial modeling techniques, such as neural networks, cellular automata, heuristics, agent-based models, and simulation models such as Monte Carlo simulation ☒ Assess the current state of the art in coupling predictive models and simulations with GIS software 	<ul style="list-style-type: none"> ☒ Employ cartographic techniques to represent different kinds of uncertainty, including uncertain boundary locations, transitional boundaries, and ambiguity of attributes ☒ Establish, re-establish and/or monument property boundaries; represent such boundaries in plats, records, and descriptions, all under personal and professional liability as stipulated in legal statute and precedent ☒ Define the sampling theorem in relation to the concept of spatial resolution of remotely-sensed imagery ☒ Determine appropriate image data and image analysis techniques needed to fulfill project requirements ☒ Outline workflows that identify sequence of procedures involved in geometric correction, radiometric correction, and mosaicking of remotely sensed data ☒ Explain how to quantify the thematic accuracy of a land use/land cover map derived from remotely-sensed imagery ☒ Evaluate the thematic accuracy of a data product derived from aerial image interpretation, such as a soils map, using ground verification methods ☒ Explain the difference between pixel-based and object-based image classification ☒ Perform object-oriented image classification using specialized software tools

Fuente: ETA (2010)

Otra fuente de interés mencionado en esta referencia es la documentación elaborada por el *University Consortium for Geographic Information Science-UCGIS*. Este consorcio universitario estadounidense ha desarrollado un modelo detallado del “currícula” de la *GeoScience*, nueva disciplina íntimamente ligada con las

TIG (UCGIS, 2010). En este documento el denominado *GIS & T Body of Knowledge* se pueden encontrar contenidos de temas y lecciones que permitirían obtener las competencias planteadas anteriormente.

2.3. Libros Blancos de nuevos planes de estudio universitarios (España)

Estos documentos son el resultado de un largo y exhaustivo proceso que se emprendió en España hace algunos años ante la necesidad de preparar y adaptar los nuevos planes de estudio universitarios al EEES. La comunidad universitaria participó activamente en los trabajos, debates y reflexiones para la elaboración de los diferentes *Libros Blancos* (uno para cada titulación); el objetivo era presentar modelos finales y consensuados (también evaluados positivamente por una comisión de la ANECA) que recogiesen los aspectos fundamentales a considerar en el diseño de los planes de estudio de cada titulación a poner en marcha: características de la titulación, perfiles profesionales, competencias, etc.

Estos libros son otra fuente de información de gran interés a la que también se ha recurrido en esta investigación. Revisando estos materiales, como ya se ha mencionado, es posible encontrar también listados de competencias. Por ejemplo, en el Libro Blanco del Grado en Geomática y Topografía (ANECA, 2005), una de las titulaciones en las que la presencia de las TIG es más notoria, se apuntan muchas y muy diversas, entre ellas: *Adquisición y/o procesamiento de datos Cartográficos y su automatización; Adquisición y/o procesamiento de datos topográficos y su automatización; Integración datos en Sistemas de Información Geográfica; Validación de modelos cartográficos*, etc. Este documento recoge varias decenas de competencias diferentes y referidas a cuestiones muy diversas, incluso casi variopintas. Es posible considerar que se trata de un extenso (quizá excesivo) catálogo de competencias, difíciles de alcanzar todas ellas en el transcurso de los cuatro años de estudio de un Grado de Geomática y Topografía. Algunas de las mencionadas en ese Libro Blanco han sido incluidas finalmente en los estudios de este Grado, entre ellas: (1) *“Conocimiento, aplicación y análisis de los procesos de tratamiento de imágenes digitales e información espacial, procedentes de sensores aerotransportados y satélites”* o (2) *“Diseño, producción y difusión de la cartografía básica y temática”*; *“Implementación, gestión y explotación de SIG”* (Bosque et al., 2013).

Otros Grados españoles en los que también se abordan las TIG, por ejemplo los de Geografía y Ordenación del Territorio, incluyen igualmente competencias

en esta misma línea: “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., 2013).- Y lo mismo se puede decir de los Grados TIG impartidos en algunas Universidades europeas: (1) “... combine and interpret different types of geographical evidence...”; (2) “... apply a range of techniques for the analysis of geographical data and interpret the outcomes...”; (3) “... effectively present geographical information...”; (4) “... perform applications programming appropriate to GIS...” (Bosque et al., 2013).

Finalmente, en estudios de Máster TIG españoles se mencionan competencias que, de igual forma, pueden resultar interesantes: “... 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., 2013).

El análisis de todos estos planteamientos señala nuevamente algo que ya se ha vislumbrado, la dificultad de diferenciar las competencias en los distintos niveles educativos, las formulaciones para Grados no difieren sensiblemente de las que se pueden encontrar en un estudio de Máster. Otro problema es que, en muchas ocasiones, la lista de competencias es tan extensa que es difícil que, especialmente en algunos Grados, donde las asignaturas de TIG son pocas y de reducido número de créditos, se puedan obtener, por la mayoría de los estudiantes, todas esas competencias.

3. PROPUESTA Y DISCUSIÓN DE COMPETENCIAS A INCLUIR EN LOS ESTUDIOS DE UN ANALISTA DE DATOS SIG.

Partiendo de los materiales recopilados más arriba y de la propia experiencia docente sobre el tema, se puede plantear unas propuestas de competencias sobre los temas relacionados con los SIG; no ha sido posible analizar con el mismo nivel de detalle otras TIG y, por ello, no se tratan en este apartado, no obstante un mínimo de referencias se han incluido al conjunto de las TIG en lo que sigue.

De los tres posibles itinerarios profesionales de un conocedor de los SIG (generador de datos geográficos, analista de datos territoriales y elaborador de aplicaciones informáticas SIG), lo que sigue se centra, exclusivamente, en las posibles competencias del perfil “analista de datos territoriales”. En este sentido también se pueden enumerar varias posibilidades para una propuesta de competencias:

a) Adaptación de los planteamientos del MECES para un Máster sobre TIG:

Aunque la formulación de competencias que realiza el MECES resulta un tanto complicada de entender y, en ocasiones, algo ambigua, es posible extraer de este documento alguna información útil para abordar el objetivo marcado en esta comunicación. Así, por ejemplo, como se recoge en la tabla 5, en una primera aproximación se podría realizar un ejercicio de concreción y adaptación de algunas de esas competencias a estudios relacionados con TIG:

Tabla 5. Competencias en TIG (adaptadas a MECES)

Nivel	Competencia...
TÉCNICO SUPERIOR	<i>(e) haber demostrado poseer conocimientos especializados en un área profesional o de estudio (de las TIG, pero ¿de todas ellas?, o más bien, ¿de una de las siguientes?: Cartografía, Teledetección, SIG, Fotogrametría, GPS), con comprensión crítica para la integración y transferencia de saberes, así como para el desarrollo de la creatividad, la iniciativa personal y el espíritu emprendedor</i>
GRADO	<i>(e) 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 (en el de las TIG, pero ¿en todas ellas?) con una profundidad que llegue hasta la vanguardia del conocimiento</i>
MÁSTER	<i>(e) 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 (de las TIG, igualmente, ¿en todas ellas o en algunas?)</i>
DOCTORADO	<i>(e) 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 (¿en uno solo de los campos TIG?)</i>

Fuente: Elaboración propia

b) Propuesta propia sobre la organización de competencias sobre SIG:

Una síntesis de las principales competencias, que sería necesario alcanzar para obtener una formación relevante sobre esta temática, podría ser la que se recoge en la tabla 6, en la que se diferencian dos niveles de detalle en la formulación y han sido redactadas utilizando los términos mencionados anteriormente. Además se incluye en ella el nivel de estudios en que se podrían o se deberían obtener (Grado, Máster y Doctorado).

Tabla 6. Propuesta de competencias específicas para analista de datos SIG

		Nivel		
		G	M	D
I	Conocer/Comprender la definición, componentes y funciones básicas de un SIG			
	I.1 Definir los Sistemas de Información Geográfica-SIG	☑	☑	☑
	I.2 Identificar los componentes de un SIG	☑	☑	☑
	I.3 Describir las funciones típicas de un SIG	☑	☑	☑
	I.4 Conocer los principios básicos del análisis y el razonamiento espacial de manera que puedan ser aplicados en la resolución de problemas nuevos o poco conocidos.	☑	☑	☑
	I.5 Conocer los principales algoritmos geométricos y matemáticos utilizados por los SIG		☑	☑
II	Conocer/Comprender las características de los datos geográficos y sus fuentes			
	II.1 Enumerar los componentes de un hecho geográfico	☑	☑	☑
	II.2 Identificar los elementos que forman la componente espacial de un hecho geográfico	☑	☑	☑
	II.3 Comprender los tipos de variables que miden los aspectos temáticos de un hecho geográfico	☑	☑	☑
	II.4 Seleccionar el tipo adecuado de representación cartográfica de un fenómeno en función de la escala.	☑	☑	☑
	II.5 Identificar la escala de medida del aspecto temático en un dato geográfico	☑	☑	☑
	II.6 Diferenciar objetos geográficos por la escala espacial de su representación en un mapa	☑	☑	☑
	II.7 Comprender la utilidad de las diversas fuentes de información geográfica disponibles	☑	☑	☑
III	Conocer/Comprender los modelos de datos usados para representar la información en un SIG			
	III.1 Enumerar los componentes de los modelos para la representación digital de los hechos geográficos	☑	☑	☑
	III.2 Enumerar las formas de representar la posición geográfica	☑	☑	☑
	III.3 Comprender las diversas formas de cada modelo de datos		☑	☑
	III.4 Conocer y evaluar los distintos componentes de la calidad de los datos geográficos, así como fuentes y márgenes de error asumibles	☑	☑	☑
	III.5 Conocer fuentes de datos geográficos de tipo ráster y vectorial.	☑	☑	☑
	III.6 Conocer la importancia y utilidad de los metadatos en la generación y manejo de información geográfica	☑	☑	☑
	III.7 Conocer los aspectos básicos de diseño conceptual y lógico de las bases de datos espaciales propias de un SIG.	☑	☑	☑
IV	Conocer/Comprender los problemas geográficos que pueden ser estudiados con SIG			
	IV.1 Describir los grandes campos de aplicación de los SIG	☑	☑	☑
	IV.2 Enumerar, sucintamente, los problemas territoriales concretos donde se aplican los SIG	☑	☑	☑
	IV.3 Discriminar la naturaleza, características y subdivisiones de un problema territorial complejo como paso previo a su resolución en un SIG, y definir los datos necesarios para su resolución	☑	☑	☑
	IV.4 Relacionar cada problema territorial con alguna(s) función(es) SIG que resulten de aplicación en ellos	☑	☑	☑
	IV.5 Contrastar diferentes planteamientos y soluciones ante un mismo problema territorial	☑	☑	☑
V	Aplicar las funciones de entrada de datos de un SIG			
	V.1 Utilizar herramientas de importación/exportación/transformación de información geográfica en diferentes programas	☑	☑	☑
	V.2 Emplear herramientas topológicas para garantizar la coherencia espacial de las bases de datos geográficas		☑	☑
	V.3 Ser capaz de crear, usar y gestionar bases de datos espaciales, valorando su importancia para el desarrollo de un proyecto SIG.		☑	☑
	V.4 Creación de la representación digital de una red de transporte.			
	V.5 Seleccionar y aplicar el método de interpolación más adecuado para la generación de un Modelo digital del Terreno (MDT).			
VI	Aplicar las funciones de análisis de un SIG para solucionar problemas geográficos de distinta naturaleza			
	VI.1 Seleccionar y aplicar procedimientos de búsqueda selectiva para encontrar soluciones a problemas geográficos.	☑	☑	☑
	VI.2 Seleccionar y aplicar métodos de superposición y combinación de datos geográficos incluidos en un SIG para tratar y para resolver cuestiones territoriales complejas	☑	☑	☑
	VI.3 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.	☑	☑	☑

VI.4	Aplicar las herramientas básicas de análisis de un MDT.	☑	☒	☑
VI.5	Seleccionar y aplicar distintos tipos de operaciones de análisis espacial, tanto en modelo vectorial como ráster.		☒	☑
VI.6	Valorar las implicaciones sociales del uso de estas herramientas de análisis en la toma de decisiones ambientales y territoriales.		☒	☑
VI.7	Aplicar las nuevas metodologías desarrolladas para obtener resultados que solucionen problemas geográficos no resueltos		☑	☒
VII	Aplicar las funciones de presentación de resultados disponibles en un SIG			
VII.1	Comunicar en el formato más adecuado (cartográfico, gráfico, alfanumérico) los resultados obtenidos tras el análisis.	☑	☒	☑
VII.2	Emplear el diseño gráfico para elaborar la presentación cartográfica y gráfica de los datos geográficos.	☑	☒	☑
VII.3	Presentar efectivamente los resultados de los análisis SIG.	☑	☒	☑
VII.4	Capacidad de concebir y elaborar mapas temáticos	☒	☑	☑
VIII	Sintetizar / integrar conocimientos sobre los SIG para avanzar soluciones a problemas territoriales aún no resueltos			
VIII.1.	Integrar conocimientos previos sobre los SIG para identificar problemas territoriales aún no resueltos que resulten relevantes para un amplio grupo de usuarios		☑	☒
VIII.2.	Sintetizar la literatura sobre SIG y cuestiones afines para identificar conceptos y métodos cercanos y relevantes respecto a los problemas territoriales no resueltos.		☑	☒
VIII.3.	Formular hipótesis a comprobar y desarrollar, crear o adaptar procedimientos analíticos de tipo SIG que tengan relación con problemas no resueltos.		☑	☒
VIII.4.	Sintetizar ideas y conocimientos que permitan desarrollar una nueva metodología de análisis para tratar los datos y hechos geográficos relacionados con los problemas territoriales no resueltos		☑	☒
IX	Evaluar / comunicar las soluciones a los problemas geográficos que se han generado con un SIG para valorar su utilidad y su validez.			
IX.1	Valorar los diferentes procedimientos de entrada de datos en un SIG para seleccionar el más adecuado	☑	☒	☑
IX.2	Evaluar las ventajas y debilidades de cada modelo de datos para la representación digital de los hechos geográficos	☑	☒	☑
IX.3	Valorar la adecuación de los diversos métodos de análisis al tratamiento de distintos problemas geográficos		☒	☑
IX.4	Evaluar de manera crítica la calidad de la información geográfica y su repercusión en los resultados obtenidos en un proyecto SIG.		☑	☒
IX.5	Evaluar la calidad de los resultados cartográficos obtenidos en función de su adecuación a los objetivos de comunicación perseguidos		☑	☒
IX.6	Valorar la utilidad de los resultados obtenidos con los procedimientos de análisis y su relación con los problemas a resolver.		☑	☒
IX.7	Contrastar los resultados obtenidos con las nuevas metodologías desarrolladas con hipótesis e ideas planteadas anteriormente.		☑	☒
IX.8	Discutir y obtener conclusiones sobre la adecuación de los resultados obtenidos con las metodologías desarrolladas con las ideas planteadas como hipótesis.	☑		☒

Nivel: G= Grado; M= Máster; D= Doctorado
☑ Conseguido de forma inicial (fundamentos)
☒ Conseguido parcialmente (profundización)
☑ Plenamente conseguido
☒ Se asume ya conseguido en niveles inferiores

Fuente: Elaboración propia

c) Competencias para distintos tipos de asignaturas relacionadas con los SIG:

Un tema que ha quedado planteado en el texto precedente se refería a cómo se podrían asignar esta serie de competencias a los diversos niveles de es-

tudio que, por ejemplo, se establecen en el *Plan Bolonia* del EEES. En gran medida, la respuesta a esta cuestión depende de cuál sea la duración y de cómo sea el enfoque de los estudios de cada nivel. Como indican Bosque *et al.* (2013), en España los estudios de Grado que tienen que ver con las TIG, y con los SIG en particular, son de varios tipos; los de Geomática y Topografía, dedican un número importante de asignaturas (y por lo tanto de tiempo) a estos temas, mientras que, por el contrario, en los Grados de Geografía o de Ciencias Ambientales el tiempo otorgado es mucho menor. Es evidente que no puede ser igual en ambos casos la distribución de las competencias.

En concreto, en la tabla anterior se plantea una posible solución de reparto de competencias para los tres niveles de estudio universitarios (Grado, Máster, Doctorado), basado en el planteamiento docente y de cursos que se hace en el Departamento de Geografía y Geología de la UAH: Grado de Ciencias Ambientales (con alguna materia dedicada a las TIG), Máster y Doctorado de TIG. En general se puede considerar que en toda esta actividad docente, en el caso concreto de los SIG, se plantea la formación de un analista de datos SIG. En este caso, una posible organización de la docencia sobre SIG podría ser la tabla 7:

Tabla 7. Asignaturas relacionadas con los SIG en la UAH, según nivel de estudios

Nivel	Asignatura	Tipo
Grado	<i>Fundamentos de SIG</i>	BÁSICA
Máster	<i>Entrada de datos</i> <i>Técnicas de análisis territorial</i>	BÁSICAS
Doctorado	Formación para la investigación en la aplicación novedosa de SIG y para la actualización y mejora de estos medios instrumentales	

Fuente: Elaboración propia

De este modo, el tema del reparto de las competencias quedaría como se describe a continuación:

c.1.) Un estudiante que haya cursado un asignatura de *Fundamentos de SIG* (nivel de Grado) debería obtener las competencias de menor exigencia intelectual relacionadas con **conocer/comprender** los temas básicos de SIG, y algunas otras, bastante menos de **aplicar** y de **evaluar**. De esta forma, en el Grado los alumnos se enfrentan a la temática, por lo general poco conocida previamente, de los SIG y ven sus definiciones, estudian los datos a los que

se aplican y cómo se representan dichos datos; también obtienen ideas de los problemas territoriales que podrían ser tratados con esta herramientas y, por otra parte, adquieren capacidades, muy básicas, para aplicar estas herramientas y formular evaluaciones sobre algunos aspectos de su uso.

c.2.) Competencias para una asignatura/estudio *Entrada, modelización y análisis de datos* (nivel de Máster): un estudiante que haya cursado una asignatura similar (bajo esta denominación u otras posibles, como *Representación y entrada de datos geográficos en un SIG, Entrada y modelado de información geográfica, Modelado, entrada y gestión de la información geográfica*, entre otras) debería alcanzar las competencias relacionadas con la definición de los modelos de datos y de aplicación de los procedimientos de entrada de datos. Por supuesto, se entiende que las competencias obtenidas en la asignatura anterior de Fundamentos de SIG están incluidas por defecto en esta nueva materia (o que, como ya son conocidas, el plan de estudio de la asignatura las puede dar por obtenidas). Evidentemente los estudiantes de esta asignatura de *Entrada de datos* serían capaces, no solo de conocer los datos geográficos y sus peculiaridades y las maneras en que los SIG representan digitalmente dichos datos (competencias ya obtenidas previamente pero que resulta imprescindible tener claras), sino que también deberían ser capaces de crear bases de datos geográficas, de introducir datos en ellas y de valorar su calidad y las posibilidades de utilizarlos en la solución de problemas territoriales.

c.3.) Competencias para una asignatura relacionada con técnicas de análisis espacial en entorno SIG situada en un nivel de Máster: al finalizar el estudio el estudiante debería haber adquirido una serie de competencias que le habiliten para poder realizar análisis de diversos tipos, unos más básicos y otros más complejos y avanzados, sobre los datos geográficos. En concreto deberían obtenerse las competencias relacionadas con el análisis de datos. Se ha de considerar que todas las planteadas en las anteriores asignaturas están siendo utilizadas en ésta otra, más avanzada.

c.4.) Finalmente, en un doctorado sobre TIG las competencias que deberían obtener los estudiantes en relación a los SIG deberían ser las que permitan realizar una investigación propia, que aporte nuevas soluciones a algún tipo de problema territorial o al desarrollo de nuevas

herramientas o de nuevas metodologías SIG. Se incluirían aquí, especialmente, las relacionadas con la síntesis/integración de conocimientos SIG y las de evaluación de cuestiones conectadas con los SIG.

Evidentemente, en un título sobre temas SIG, junto a estas materias y competencias básicas y fundamentales, en cada centro se añaden, o se pueden añadir, asignaturas y competencias que analicen en detalle aplicaciones concretas de los SIG a problemas territoriales. Por ejemplo, en el Máster TIG de la UAH se incluyen, actualmente, asignaturas como *Cartografía de riesgos tecnológicos, SIG y localización óptima de equipamientos*, etc. Las competencias para estas materias no se discuten en este texto ni tampoco se mencionan las competencias de otras materias auxiliares que, habitualmente, están incluidas en los planes de estudio sobre TIG/SIG, por ejemplo, *Geoestadística*.

Como se ha podido comprobar, sólo se han formulado las competencias, y las asignaturas, que recogen los contenidos SIG más centrales, más aceptados y difundidos en diversos estudios y títulos universitarios sobre el tema.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha discutido el concepto de competencia educativa, un tema muy debatido y, en muchas ocasiones, todavía mal conocido.

El objetivo del texto sería poder llegar a plantear una lista de tales competencias sobre SIG que pudiese llegar a suscitar una discusión profunda sobre el tema y, quizá, concitar un consenso más o menos generalizado en nuestro entorno.

Para intentar este desarrollo se ha pasado revista a las propuestas realizadas en diversos organismos y centros, y luego, en base a estas ideas, se ha intentado desarrollar una propuesta propia, que utiliza muchas ideas y conceptos ya preexistentes, propuesta que además tiene una doble formulación, una más general y otra más detallada, y que se puede distribuir de manera razonable entre los tres principales niveles educativos europeos.

La propuesta se ha intentado que siga las directrices y el vocabulario de la ANECA para que pueda ser más fácilmente aceptada. Como decíamos, esperamos que pueda servir, al menos, para iniciar una discusión útil para la mejora de la ense-

ñanza de los SIG y, más en general, de las TIG.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ANECA (2005): Libro Blanco. Título de Grado de Ingeniero de Geomática y Topografía, Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación-ANECA, Valencia (junio de 2004), 372 págs. Disponible en: http://www.aneca.es/var/media/150420/libroblanco_jun05_topografia.pdf.
- ANECA (2012): Guía de Apoyo para la elaboración de la Memoria de verificación de títulos oficiales universitarios (Grado y Máster) (v.0.4.), Unidad de Evaluación de Enseñanzas e Instituciones, Agencia
- Nacional de la Calidad y Acreditación-ANECA, Madrid, 88 págs. Disponible en: http://www.aneca.es/content/download/12155/136031/file/verifica_guia_v04_120116.pdf
- Bosque Sendra, J.; Aguilera Benavente, F.; Barreira González, P.; Gómez Delgado, M.; Rodríguez Espinosa, V.M. y Salado García M.J. (2013): “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 (en prensa).
- ETA (2010): Geospatial Technology Competency Model, US Department of Labor, Employment and Training Administration-ETA, Washington DC, 28 págs. Disponible en: <http://gisjo.files.wordpress.com/2011/02/geospatial-industry1.pdf>.
- Margalef, L. (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, E (2009): “Profesorado competente para formar alumnado competente”, en Pozo, J. I y Pérez Echevarría M. P (coord.): Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias, Madrid, Ed. Morata, pp. 199-216.

- Montero Curiel, M. (2010): “El Proceso de Bolonia y las nuevas competencias”, en Tejuelo, nº 9 (2010), pp. 19-37. Disponible en: <http://iesgtballester.juntaextremadura.net/web/profesores/tejuelo/vinculos/articulos/r09/03.pdf>
- Perrenoud, P. (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.), Red Española de Agencias de Calidad Universitaria-REACU, Madrid, 9 págs. Disponible en: http://www.aneca.es/content/download/12387/153627/file/verifica_protocolo_gradomas-ter_110207.pdf.
- Torrez, H.; Bosque Sendra, J. y Carrasquilla, O. (2011): “Propuesta metodológica para la identificación de satisfactores de competencias de la enseñanza de la Ciencia de la información geográfica”, en: Pineda, N.; Nemiga, X. A.; Madrigal, D. y Balderas, M. A. (Eds.): La innovación geotecnológica como soporte para la toma de decisiones en el desarrollo territorial. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 15 págs.
- UCGIS (2010): Model Curricula Project. GI S&T Body of Knowledge, University Consortium for Geographic Information Science-UCGIS.
- Disponible en:
<http://www.ucgis.org/priorities/education/modelcurriculumproject.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-giscience-graduate-education>