

LA EDUCACIÓN GEOGRÁFICA EMPLEANDO LAS TIG: UNA INNOVACIÓN NECESARIA

María Luisa de Lázaro y Torres¹

¹ Universidad Complutense de Madrid y Real Sociedad Geográfica. mllazaro@ucm.es

RESUMEN

La creciente importancia de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) y su cada vez mayor facilidad de uso se deriva de la política de datos abiertos, del incremento de la tecnología al alcance del ciudadano (GPS y otros sensores), de la demanda profesional ante el crecimiento de los servicios geolocalizados o geoservicios, de la necesidad de organizar flujos de población, de mercancías, de residuos, y de otras infraestructuras que necesitan una precisa ubicación.

Esto se traduce en una mayor demanda de expertos en TIG, a la que debe responder el sistema educativo desde todos sus ámbitos y niveles. Analizamos aquí cómo se están integrando las TIG en el sistema educativo español en los Grados, observamos cómo se integran en los másteres de EE.UU. y recogemos algunas iniciativas que se están llevando a cabo en la formación del profesorado y en los niveles no universitarios.

Una educación geográfica de calidad se debe basar en la capacidad de aplicación de las TIG para analizar y resolver problemas espaciales y no sólo en la formación en tecnología en sí misma. La mayor usabilidad del hardware y del software propio de las TIG facilita el conocimiento de estas herramientas y el aprender geografía mediante su empleo. Las TIG serán así un elemento transversal dentro de la transdisciplinariedad propia de la ciencia geográfica.

Palabras clave: Tecnologías de la información geográfica (TIG); innovación; transdisciplinariedad; geodatos; mapas web

ABSTRACT

The policy of open data, the increase in technology within the reach of citizens (GPS and other sensors), professional demand according to the growth of geolocated services or geoservices, the need to organize flows of people, goods, waste, and other infrastructure that need a precise location enhance the importance of Geographical Information Science & Technology (GIS&T) and its usability.

Thus, it means a rise in demand for experts in GIS&T, which the education system must meet in all areas and at all levels. We analyze here how GIS&T is integrated in the Spanish education system in Grades, we observe how it is being integrating into US Masters' and collect some initiatives that are taking place in teacher training and also non-university levels.

A geographical education of a high quality should be based on the use of GIS&T to analyze and solve spatial problems and not just in the training of technology. The greater usability of the hardware and GIS&T software itself facilitates knowledge of these tools and the learning of geography through their employment. The GIS&T may well be a transversal element within the transdisciplinarity of geographical science.

Keywords: Geographical Information Science & Technology (GIS&T); innovation; transdisciplinarity; geodata; web maps

1. INTRODUCCIÓN

Podemos observar cómo en un mundo interconectado, las tecnologías relacionadas con la localización adquieren cada vez mayor importancia en la vida cotidiana del ciudadano, a ello han contribuido los servicios de geolocalización que se ofrecen y a los que la ciudadanía accede con facilidad a través de cualquier dispositivo móvil. Esto se traduce en una nueva mirada hacia las Tecnologías de la Información Geográfica

(TIG) proveniente, no sólo de nuestra ciencia y de otras ciencias relacionadas con las tecnologías geoespaciales y territoriales, sino de la ciudadanía en general. Es un reto y una oportunidad para la ciencia geográfica el aprovechar el potencial de las necesidades de la ciudadanía del s. XXI hacia la resolución de problemas espaciales a los que se enfrenta en el día a día.

Podemos afirmar, como avalan los cuestionarios realizados a nuestros propios estudiantes de la universidad, que la cultura científica relacionada con estas tecnologías no es suficiente y todavía muchos adolescentes se pierden por las calles llevando un dispositivo de última generación con GPS en el bolsillo, y los ciudadanos que la emplean se limitan a ser usuarios finales del dispositivo móvil que ofrece cartografía en la que se localizan entidades, sin una aproximación científica a la misma.

Quizás hay que empezar, aunque para todos es conocido, por definir qué entendemos por Tecnologías de la Información Geográfica (TIG). La palabra tecnologías, hace referencia a la integración organizada de los medios empleados (hardware y software) en dispositivos móviles o fijos que permiten generar, procesar o presentar la información geográfica (IG). La IG es una modelización o abstracción del mundo real a través de los componentes siguientes: a) temático o semántico, según las variables cualitativas y cuantitativas a las que se refiera el dato; b) una referencia espacial para la geometría o topología de la entidad y c) una referencia temporal o momento al que se refiere el dato. Podemos decir que la IG es un conjunto de geodatos, dato que está referenciado en el territorio, contiene un atributo temático que corresponde a un momento concreto, con una referencia espacial en un sistema de coordenadas UTM, coordenadas geográficas (longitud y latitud) o geocodificada por calle y número, sección censal, referencia catastral... en el marco de una proyección concreta.

La mayoría de los datos públicos contienen información espacial, es decir, son geodatos que pueden ser cartografiados. La precisión espacial, temática y temporal, la consistencia lógica entre las capas y dentro de las capas que contengan los datos, y su integridad (clases, unidad mínima cartografiable) condicionan la calidad del dato geográfico. La norma ISO 19113, regula la calidad del dato a partir de la creación de metadatos. Esta normativa la deben cumplir los geodatos de las Infraestructuras de Datos Espaciales, de la que da ejemplo la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) organizada por el Instituto Geográfico Nacional.

Las TIG sirven para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar o representar en todas sus formas la información referenciada geográficamente. El procesamiento de esa información geográfica servirá para resolver problemas de planificación y gestión que ayuden a tomar las decisiones acertadas sobre el territorio.

Incluyen, por tanto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los sistemas de navegación por satélite como por ejemplo el sistema americano *Global Positioning System* (GPS) o las investigaciones del Galileo europeo, la cartografía digital y las tecnologías de percepción remota (teledetección). Las TIG son muy utilizadas por los servicios públicos y las empresas así como, por el público en general, que usa cada vez más ordenadores, teléfonos móviles y GPS.

Cuando las tecnologías adquieren más importancia que el propio dato, por ejemplo, modo de generar cartografía digital o de tratar y obtener imágenes satélites, podemos hablar de geomática. Ciencia conocida como tecnología geoespacial, que aglutina a las ciencias que procesan la información geográfica, como la geodesia, fotogrametría o la teledetección entre otras muchas.

En este trabajo vamos a valorar la importancia de las TIG en los distintos ámbitos educativos, empezando por valorar su presencia en el ámbito universitario de grado y de postgrado en España y en los másteres de otros países, como los de EE.UU. para terminar con nuestra propia experiencia y los escenarios futuros o retos en la formación en TIG. Consideraremos también el ámbito educativo de la enseñanza secundaria, que nutre de estudiantes a la Universidad.

Terminamos con una reflexión sobre las medidas para mejorar la formación en TIG y su transversalidad, si es que se considera necesaria, en la educación superior, así como en otros niveles educativos (secundaria, módulos profesionales o ciclos formativos de grado medio y superior, aula de mayores, etc.).

2. LA PRESENCIA DE LAS TIG EN LA GEOGRAFÍA UNIVERSITARIA

Dentro de la titulación aprobada por la ANECA: Geografía y Ordenación del Territorio, las TIG están presentes como asignaturas obligatorias, en la mayoría de los casos. Son técnicas para el tratamiento y el análisis de la información geográfica, que integra asignaturas (Sistemas de Información Geográfica, Teledetección y Cartografía) que podemos etiquetar como instrumentales. La fotointerpretación está frecuentemente integrada en otras asignaturas, y muestra una gran riqueza de posibilidades, por ejemplo empleando la tecnología 3D. De las 45 universidades españolas que tienen departamentos relacionados con la Geografía, 26 Universidades han implantado el Grado de Geografía, de ellas en 19 está unido a la Ordenación del Territorio. En todas ellas existen distintas asignaturas relacionadas con las TIG. Sin embargo, a pesar de que según la última encuesta del Colegio de Geógrafos (2013), las TIG son la principal ocupación profesional de los Geógrafos, sólo el 8% de las materias están dedicadas a ello (De Miguel y Lázaro, 2016). Con estos datos podemos valorar un escenario con dos alternativas posibles, una es incrementar las asignaturas relacionadas con las TIG, más aún de lo que ya se ha hecho con la implantación del EEES, y la otra, es emplear las TIG de forma natural en todas las asignaturas en las que ello sea posible, es decir, como una materia transversal.

En España existen diversos másteres universitarios enfocados a las TIG, como por ejemplo, los de la Universidad de Alcalá de Henares, la Universidad de Lleida o la Complutense de Madrid, lo que está en consonancia con lo que sucede en otros países. Y también se imparten en las Escuelas de Verano de diversas universidades (UNED o UCM, por ejemplo).

En los EE.UU. existen 46 másteres en SIG de EE.UU. (Lukinbeal y Monk, 2015) destinados a profesionales que no se dedicarán a la investigación, aunque un 37% de ellos están basados en departamentos con estudios de doctorado. Aunque la media es de 28 estudiantes por máster, los hay desde 5 a 188 estudiantes. El coste medio de un máster es de 29.082 dólares, el más caro está en los 58.000 dólares. Hay 5 universidades con más de un máster en SIG. En 2010 más del 50% de los 20 departamentos de las universidades que ofrecían másteres en el Grado de Geografía, ofrecían también un máster en SIG. El 30% del total de másteres se imparten *online*, 5 de ellos exigen una pequeña fase presencial. Dos de los programas con un mayor número de estudiantes se ofrecen *online* y la mayoría de ellos tienen un alumnado que compagina el master con su empleo. Los que duran un año suponen también un 30% del total de másteres. La media son 16 profesores por máster, la tercera parte de ellos provienen de otras facultades o unidades docentes o externas a la facultad. Hay un máster con un sólo profesor y otro con 47. El profesorado externo a la facultad suele impartir materias relacionadas con los componentes de alta tecnología, como programación, SIG Webs, teledetección, manejo de bases de datos o dirección de proyectos. El 78% de los programas permiten a los estudiantes realizar un proyecto final, mientras que un 20% exigen un Trabajo Fin de Máster. Un 59% de los programas exigen un examen de ingreso durante el proceso de admisión. En algunos casos los estudiantes realizan estos másteres a la vez que el grado, produciéndose así una retroalimentación continua entre las materias de éste y las de aquél. Pedagógicamente las competencias que se buscan respecto al trabajo de los futuros profesionales (DOLETA GTCM) son habilidades interpersonales, integridad, profesionalidad, iniciativa, responsabilidad o ser digno de confianza y tener interés por aprender durante toda la vida. Para ello se potencial los siguientes elementos en la educación profesional: habilidades para realizar presentaciones en público, escritura, trabajo en grupo, ética, prácticas en empresas (que no siempre es posible ofrecer a los estudiantes internacionales para respetar las cláusulas de la visa de entrada al país), trabajo en red, asistencia a conferencias, atender entrevistas, preparar un currículum resumido y la creación de Webs personales. Y también la dirección de proyectos, que recoge el interés de algunos estudiantes que

previamente están trabajando en la industria, en agencias gubernamentales o bien piensan hacerlo en un futuro próximo. Este hecho llega a dar nombre a uno de los masters: Master en Ciencias de la Gestión SIG.

Se observa así que las TIG dan respuesta a las demandas sociales, derivadas del mercado laboral y de la necesaria formación de un técnico del s. XXI. Así, no se trata de formar futuros investigadores, sino a eficaces profesionales que respondan a las necesidades de las empresas del s. XXI, se trata de una formación profesional de alta cualificación que se desarrollará más allá de la universidad, en el ámbito de la empresa. Con todo esto, la polémica de años atrás sobre si enseñar SIG o no queda ampliamente superada en sentido afirmativo, y además se aglutina una corriente a favor de las competencias digitales, que trasciende la importancia de las TIG, y que está sustentada por la UE, que quiere ser competitiva en este campo frente a EE.UU., China o India, entre otras potencias en TIC, y aprovechar también el programa de la ONU "Global Geospatial Information Management, UN-GGIM" (Lázaro, Izquierdo y González, 2016).

Para ello la UE ofrece prioridad en sus proyectos H2020 (Research and Innovation: Research Projects in the ICT domain) reforzando la Agenda Digital Europea y los servicios en la nube (política de datos abiertos, Infraestructuras de Datos Espaciales bajo la Directiva INSPIRE, etc.).

Consideramos que en la materia TIG que se imparte, además de la geoestadística, se deberían integrar otros aspectos relevantes para el mundo profesional, como por ejemplo, algunas nociones relacionadas con las Infraestructuras de Datos Espaciales, los Sistemas Globales de Navegación por satélite y una mejor integración de los dispositivos móviles en el trabajo de campo (Hill, Walkington y France, 2016: 159).

2.1 Las TIG en la investigación: las tesis doctorales

Podemos decir que cada vez hay más investigaciones en Geografía que emplean las TIG. De 1990 a 1998 hay al menos nueve tesis doctorales leídas en departamentos de Geografía que afirman explícitamente que han utilizado los SIG para la realización de sus investigaciones. Los descriptores de la base de datos TESEO sobre Ciencias Tecnológicas, tecnologías de los ordenadores y diseño de sistemas de cálculo, se utilizan para las tesis que manejan estadísticas y construyen modelos y quizás también se haya empleado en alguna de las investigaciones que han trabajado sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG), a pesar de la ausencia de este descriptor en la tabla propuesta por la base de datos TESEO que no se ha renovado, a pesar de lo cual algún doctorando lo ha citado como descriptor (Lázaro, 2002). Así podemos decir que los descriptores que se emplean en la base de datos TESEO no reflejan al 100% la realidad académica de la Geografía, ya que el incremento de los temas relacionados con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como descriptor de las tesis leídas tiene una escasa importancia. Esto se explica por la escasa utilización de estos descriptores al no estar bajo el descriptor Geografía. El que a veces se utilice como uno de los últimos descriptores también minimiza su impacto en los estudios realizados, ya que sólo se han considerado los cuatro primeros descriptores citados en los estudios realizados (Lázaro y González, 2013).

El hecho de que las tesis puedan procesar un gran número de datos gracias a la tecnología y que la mayoría de los datos tengan una componente espacial, invita necesariamente a que crezca el empleo de las TIG.

2.2 Las TIG en el aprendizaje de la Geografía

La siguiente cuestión a abordar, independientemente de los lugares en los que se imparten asignaturas relacionadas con las TIG, por ejemplo SIG o teledetección, es la forma en la que se pretende que el alumno aprenda. ¿Debe aprender el estudiante sobre TIG, debe aprender geografía empleando las TIG como un medio (Koutsopoulos, 2011) o debe aprender la materia que en el s. XXI está vinculada a las TIG?

En los últimos 30 años la enseñanza de las TIG se ha incrementado en los centros docentes universitarios y en secundaria (Fagin y Wikle, 2010). Cada vez son más las disciplinas que lo emplean y más especializados los cursos que lo ofrecen. Un estudio de Wikle y Fagin (2014) sobre 312 programas universitarios en EE.UU. arrojó como resultado las evidencias siguientes: El 97% de los programas de Geografía emplean ejercicios

prácticos cómo método de evaluación, un 80% tests y un 68% un proyecto final, lo que permite una cierta transversalidad de las TIG. Casi un 13% emplea además artículos, un 32% de los programas consideran la participación en clase y en un 46% se realiza un examen final (Wikle y Fagin, 2014: 580). En cuanto al software empleado, 230 programas sugirieron 10 software diferentes, el 71%, (222 programas) sugirieron ArcGIS, seguidos de IDRISI (Clark Labs') en 7 programas y después Intergraph ERDAS Imagine en 4 programas, e Intergraph Geomedia en 2. Se todos ellos, cuatro programas sugirieron un solo software.

La instrucción en SIG se enfoca a temas conceptuales y a desarrollar habilidades para resolver problemas espaciales, empleando programas SIG, lo que es un valor añadido para el desempeño profesional. Por ello se concede una gran importancia a realizar proyectos realistas asociados al "mundo real" que ayuden a los estudiantes a desarrollar las habilidades y resultados de aprendizaje que el mercado laboral demanda.

Otra forma de identificar conocimientos, habilidades y competencias SIG se derivan del currículum que el *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA) estableció a finales de los ochenta. A lo que se ha añadido el Cuerpo de Conocimiento sobre la Ciencia de la Información Geográfica o *Geographic Information Science Body of Knowledge* (BoK) (DiBiase *et al*, 2006), que ha sido revisada en *Major findings from 2014 UCGIS Symposium group discussions and Qualtrics surveys* (2014) y cuyos resultados finales serán presentados en la conferencia de Agile en Finlandia en 2016. Este *Body of Knowledge* se ha considerado como estándar para los solicitantes al *Geographic Information Systems Certification Institute* (GISCI), se ha recomendado para las acreditaciones y las certificaciones, proponiendo establecer un instrumento de autoevaluación para los certificados y programas de los grados derivados de lo que se considera fundamental en las TIG.

Se pueden añadir las reflexiones en relación a la tecnología geoespacial, el modelo de competencias para los negocios y de competencias interpersonales estableciendo un diálogo de modelo de diseño curricular entre las distintas universidades que permite observar las fortalezas y debilidades de los currícula vigentes. Sería aconsejable mostrar itinerarios basados en experiencias y ejemplos representativos de los programas de grado, que los individuos puedan tomar para conseguir un currículum en TIG, por ejemplo en formato de libro de ensayos, y que cada ensayo sea un ejemplo. Para ello es necesaria una reflexión entre las instituciones representativas, seguido por un programa de autoevaluación.

En la actualidad las TIG en la Universidad se emplean mayoritariamente como una base teórica, se explica acerca de las TIG (Carlson, 2007). Se explica la teoría y se ofrece un ejercicio de laboratorio (Walsh 1992; U.S. Geological Survey 2005). El paso de relacionar esa experiencia de laboratorio con el trabajo de campo, no siempre se realiza, y se considera imprescindible. Por otro lado, con frecuencia se exige a los estudiantes que las empleen y éstos terminan por presentar sus resultados terminados con mayor rapidez y mejor diseño que en un SIG en Illustrator o en Photoshop, sin reparar en las posibilidades de análisis e investigación que se pierden.

El dinamismo en el desarrollo de la investigación y la innovación de las TIG, no sólo viene de la mano del avance de la tecnología, sino de las prioridades nacionales en relación a la seguridad nacional, el manejo de las emergencias, la inteligencia geoespacial, y la salud, entre otros muchos campos demandados. Aprender con las TIG, por ejemplo, navegando por los mapas y a través de su análisis puede complementar la transversalidad de las TIG. Los mapas y los gráficos interactivos ofrecen mucha más información que un mapa y un gráfico convencional. Y nuestros estudiantes, ciudadanos del s. XXI, deberían emplearlos con naturalidad, lo que no sucede por la falta de base tecnológica y de cultura científico-tecnológica. Por ello, es importante fomentar un aprendizaje activo con los SIG y los GPS como alternativa y complemento a los laboratorios SIG. La cartografía colaborativa, la personalización de mapas Web, una mejor accesibilidad al análisis geoestadístico de los *big data* ayudaría a una más completa presentación de los resultados de investigación y de aprendizaje con las TIG.

3. LA PRESENCIA DE LAS TIG EN LA EDUCACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA EN LA UNIVERSIDAD

No existe una asignatura específica de TIG en la formación del profesorado en Geografía en la Universidad. Si bien, algunos profesores enseñan Geografía empleando TIG de forma transversal, es decir como herramienta para aprender, como se recoge en la tabla nº 1, que no pretende ser exhaustiva. Con ellos se fomenta un aprendizaje a partir de interactuar con los mapas disponibles en la nube, de forma que la interactividad no está sólo en la actividad del estudiante, sino en el propio recurso empleado, que tiene la posibilidad de crear “mapas a la carta”. La formación del profesorado de secundaria, es el punto clave de la cultura científica que llega después a las aulas universitarias, pasando por los escolares, de ahí la importancia de prestar atención a este colectivo.

NOMBRE DEL PROYECTO	Objetivos	Descripción y resultados
Enseñar Geografía a través del análisis de imágenes con la ayuda del Campus Virtual y la Pizarra Digital Interactiva (PDI) (PIMCD 6/2010) y Aprender Geografía con la Web 2.0 (PIMCD 133/ 2011)	Aprender sobre los paisajes a partir de las imágenes, aprender a comentarlas e integrarlas en un mapa web.	Se formularon preguntas clave a partir de las imágenes mostrando la utilidad de la imagen para comprender los paisajes. Algunos estudiantes emplearon la metodología vivida en sus Trabajos Fin de Máster (TFM).
Aprender Geografía de España con la Web 2.0 (PIMCD 165/ 2013)	Aprender a manejar un GPS. Seleccionar elementos culturales y patrimoniales de interés en determinadas localidades y organizarlos en un itinerario.	Mejor comprensión de la utilidad del GPS. Creación de un mapa Web con un itinerario. Aplicación de la metodología seguida en los TFM.
Aprender Geografía con la web 2.0 a través de la evolución de los paisajes agrarios de España (PIMCD 98/ 2014)	Recoger información sobre los paisajes agrarios a partir de una foto a comentar. Crear un mapa web. Reflexionar sobre el futuro de la situación agropecuaria en España.	Mejora del conocimiento sobre los paisajes agrarios. Se aprende a crear mapas web, incrementando las competencias espaciales y digitales útiles para el futuro profesional.
Cartografía de conflictos en un mundo globalizado: De la seguridad militar a la seguridad humana (nº de ref. 023/02/2014, Ministerio de Defensa).	Recoger información sobre los conflictos del mundo en los que ha intervenido España en misión humanitaria o de paz y crear un mapa Web. Reflexionar sobre el futuro de la situación geopolítica.	Aprendieron a explicar la situación mundial a partir de un mapa web interactivo y vivieron el aprendizaje colaborativo y la técnica de la clase inversa o <i>flipped classroom</i> . Lo aplicaron a algunos TFM.

Tabla 1. Proyectos llevados a cabo en las aulas de formación del profesorado en la UCM y en otras universidades coordinados por M.L. Lázaro

4. LA PRESENCIA DE LAS TIG EN LAS ENSEÑANZAS NO UNIVERSITARIAS

Se ha observado la utilización de las TIG, empleando mapas web en la enseñanza secundaria en materias relacionadas con el territorio, por ejemplo en asignaturas como Geología o Geografía. Podemos destacar el trabajo de Ibarra y otros (2015) para la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. También se ha empleado para aprender en temas patrimoniales en Portugal (Esteves y Rocha, 2014) y en España (Lázaro, Gómez y Alcolea, en prensa).

Podemos señalar como ejemplo de reconocimiento institucional de esta línea de trabajo en las aulas de secundaria el XXXI Premio Francisco Giner de los Ríos otorgado a Isaac Buzo, Javier Velilla y Carlos Guallart, que presentaron varias experiencias de aula (tabla nº 2) en las que los estudiantes han aprendido Geografía empleando las TIG de una forma natural e integrada, incrementando las competencias espaciales, digitales y sociales.

La colaboración entre estos profesores y algunos otros ha ido más allá, con la creación del Atlas Digital Escolar, una colección de mapas Web interactivos adaptados al currículo vigente que cuenta con casi 40.000 entradas a sus mapas. En la valoración del mismo realizada por los estudiantes del master del profesorado de secundaria mediante un cuestionario individual y anónimo han corroborado que se trata de una herramienta útil cuya única limitación es contar con una conexión adecuada a Internet (De Miguel, Buzo y Lázaro, 2016).

Una nueva oportunidad para las TIG se deriva de la reciente aprobación de la familia profesional agraria (Técnico Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural o en Técnico Superior en Paisajismo y Medio Rural principalmente), que demandan herramientas TIG para un mejor desempeño profesional.

Profesor y centro docente	Curso 2013-2014	Curso 2014-2015
Prof. Isaac Buzo Sánchez (IES San Roque, Badajoz)	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporación de un WebSIG a la enseñanza de la Geografía en 3º de ESO. - Análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo del pensamiento espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos en la materia de Geografía de 2º de Bachillerato. - Ejercicio físico en espacios públicos de Badajoz.
Prof. Javier Velilla Gil (IES El Portillo, Zaragoza)		<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de un bosque de ribera, utilizando un Sistema de Información Geográfico. - Reparto de la Tasa de Paro en España y factores que la condicionan
Prof. Carlos Guallart Moreno (Colegio Santa María del Pilar, Zaragoza)	<ul style="list-style-type: none"> - El terremoto de Napa. - Mapa de los medios bioclimáticos. - El proceso de urbanización en España. - La compra de una parcela. 	<ul style="list-style-type: none"> - Proyecto final: viaje alrededor del mundo. - Los paisajes agrarios - Búsqueda de una localización para una empresa papelera.
Prof. Carlos Guallart Javier Velilla y Rafael de Miguel (Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza)		<ul style="list-style-type: none"> - La accesibilidad en bicicleta en Zaragoza

Tabla 2. Iniciativas reconocidas de empleo de TIG en la enseñanza secundaria. Fuente: Adaptado de I. Buzo et al. (2016). Memoria para la obtención del XXXI Premio Francisco Giner de los Ríos que le ha sido concedido.

5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 La formación actual en TIG

La formación más especializada se centra en los másteres relacionados con las Tecnologías de la Información Geográfica que se ofrecen en muchas universidades del mundo más desarrollado, que frecuentemente también ofertan grados en Geografía. En ellos se imparten asignaturas como SIG, TIG, Teledetección, Fotointerpretación y Cartografía, que también se imparten en algunos grados en ingenierías y en otras ciencias relacionadas con el territorio.

En la enseñanza no universitaria prácticamente no existe, salvo las excepciones señaladas (tabla 1 y 2) y algunos ciclos formativos de reciente creación.

5.2 Los retos en la formación en TIG ante la verificación de los títulos de grados en Geografía

La verificación de grados es parte del proceso de Bolonia, que augurando una mejora pedagógica, ha supuesto una decepción por la forma de llevarse a cabo. En este marco, el empleo de las TIG, parece que es algo que viene por imperativo desde la sociedad, y que apunta a incrementarse.

La expansión de las TIG en la educación universitaria supone oportunidades y beneficios dentro del creciente número de disciplinas académicas que lo emplean. Ello aconseja diseñar nuevos cursos que respondan al interés especializado de las áreas de interés de los estudiantes y a reforzar los cursos profesionales que sirvan para integrar a los estudiantes en el mundo profesional. Sería deseable coordinar una especialización entre distintos campus universitarios para evitar la duplicación y confusión, pero si ello no es posible, se debe procurar una clara secuenciación de los cursos que se imparten, identificando ausencias y reduciendo duplicidades (Wikle y Fagi, 2014). La planificación y coordinación ofrecen posibilidades para mejorar la instrucción y refuerza la preparación de los profesionales en TIG.

Las TIG son una oportunidad de aprender a aprender, de adquirir competencias espaciales propias de la Geografía, y competencias digitales y de investigación, al favorecer el tratamiento de un universo mayor de datos. Unos resultados de aprendizaje satisfactorios en TIG pasan por una mejora de los medios tecnológicos incluida la conexión a Internet, pero también y por encima de todo, por la formación del profesorado y el apoyo de la sociedad

Proponemos integrar algunos contenidos en los programas universitarios, que ahora mismo no están y también en secundaria, como son los ya citados sobre las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), el acceso a las bases de datos; las nociones relacionadas con los Sistemas Globales de Navegación por satélite y el empleo del GPS tanto desde terminales específicamente GPS como desde otros distintos dispositivos móviles a través de alguna aplicación; la cartografía voluntaria y la cartografía personalizada y los bigdata con programas como Carto DB, ArcGIS Online u otros. Y como resultado de todo ello, nos parece un reto en Geografía el aprender a integrar de forma eficiente los dispositivos móviles en el trabajo de campo.

Se considera que los responsables de la administración no sólo deben reforzar las TIG como un fin, sino sobre todo, como medio y ello en todos los niveles educativos ya que existe una creciente demanda social por la relevancia que están adquiriendo en nuestra vida cotidiana.

5.3 Medidas para mejorar la formación en TIG en futuros nuevos planes de estudio en la educación superior, así como en otros niveles educativos (secundaria, módulos profesionales, aula de mayores, etc.)

Si la sociedad no da importancia a las TIG nuestra tarea como geógrafos resultará mucho más difícil por la falta de formación de nuestro alumnado. Quizás uno de los principales logros de las TIG es el hecho de que sus técnicas se emplean también en otras ciencias como la arqueología, la historia o la literatura. Este hecho refuerza su importancia y puede ayudar a sensibilizar sobre su paulatina introducción desde las enseñanzas no universitarias.

Los módulos profesionales que la UE potencia, es un campo por descubrir en la enseñanza de las TIG que ampliaría la alfabetización en este campo y supondría una buena mejora profesional para la Geografía. La importancia de los SIG en los nuevos ciclos formativos, es un campo a considerar de importancia creciente en la política de la UE que está reforzando este tipo de enseñanzas por la demanda profesional a la que responden. En EE.UU. aparece un nuevo estilo de programa que enfatiza una educación profesional en SIG&T.

El National Research Council (2006) considera cinco elementos críticos para asegurar la extensión del SIG como excelente herramienta para el pensamiento espacial. Deben existir programas que ofrezcan los materiales necesarios ((hardware, software, y buen acceso a internet), soporte logístico en relación a la instalación y a la actualización, instrucción en la formación inicial y continua de los profesores, soporte al curriculum (objetivos y unidades didácticas), y soporte social (reconocimiento del valor educativo para el

sistema). Sería necesario añadir un sexto elemento que es la ayuda a la investigación en este campo (Baker et al, 2012: 278)

5.4 ¿Es transversal la enseñanza de las TIG en los grados de Geografía?

El número 39 del Journal of Geography in Higher Education está dedicado a la geografía y la interdisciplinariedad. En él se afirma que la multidisciplinariedad supone trabajar cada disciplina por separado, de forma paralela, mientras que la interdisciplinariedad supone trabajar de forma conjunta las distintas ciencias (Ellul, 2015). El paradigma geotecnológico del que habla Antonio Moreno (2013) avala este enfoque y refuerza la idea de que la enseñanza de las TIG debe ser transdisciplinar, es decir que la interdisciplinariedad integra las TIG y los conceptos geográficos de una forma más firme y relacional, haciéndolos transversales, sin fragmentaciones, perdiendo la esencia de las disciplinas que intervienen en ello para una total integración y una mejor comprensión de conceptos científicos derivados de esta integración. Algunos autores consideran que la transdisciplinariedad debe tener un dominio disciplinar previo (Herran, 2011) y común a varias ciencias.

Abogamos desde aquí por una cultura científica en TIG en la enseñanza secundaria en España que haga posible el trabajo transdisciplinar o transversal y queden así también beneficiados de la cultura científica adquirida los niveles universitarios. Estos enfoques transversales TIG se pueden ver reforzados por los relacionados con la sostenibilidad, el paisaje y la educación, todos ellos de gran interés para la Geografía.

6. CONCLUSIONES

La revolución de la información geográfica en la que estamos inmersos y la creciente demanda de servicios relacionados con las Tecnologías de la Información Geográfica aconsejan la introducción de los SIG en las aulas no universitarias, lo que sería factible hacer de la mano de ciencias relacionadas con la tecnología. La creciente demanda en Europa de puestos de trabajo relacionados con la geolocalización no siempre se corresponde con la formación de nuestros egresados ni con las tesis doctorales leídas. Es necesario buscar soluciones y alternativas a esta realidad uniendo los dos campos que ofrecen un mayor número de puestos de trabajo a los geógrafos: la docencia y las TIG.

Concluimos con el propio título que hemos dado a esta aportación: La educación geográfica empleando las TIG es una innovación necesaria en nuestras aulas docentes, pero no sólo como ciencia en sí misma, sino como medio o vehículo para aprender los contenidos geográficos que con ellos sea posible expresar. Si bien somos conscientes de las limitaciones que a lo largo de este trabajo se han citado para que todo ello sea posible.

AGRADECIMIENTOS

A los organizadores del congreso por haber contado con esta aportación. Al centro de excelencia Real Sociedad Geográfica-Digital Earth, impulsora de la línea de trabajo que se presenta reforzada por los proyectos: "Developing a learning line on GIScience in education" (GI-Learner) (2015-1-BE02-KA201-012306) y "School on Cloud: connecting education to the Cloud for digital citizenship" (SoC) (543221-LLP-1-2013-1-GR-KA3-KA3NW).

7. BIBLIOGRAFÍA

Baker, T., Kerski, J.J, Huyn, H.N.T., Viehri, G.K. y Bednarz, S. (2012). Call for an Agenda and Center for GIS Education Research. RIGEO: Review of International Geographical Education Online, 2, (3), 254-288. <http://rigeo.org/volume/volume-2-number-3-winter-2012>

Buzo, I. (Coord) (2016) "Las SIGWebs en la Geografía de Secundaria para la mejora del pensamiento espacial", memoria presentada para la obtención del XXXI Premio "Francisco Giner de los Ríos" Área de Humanidades y Ciencias Sociales otorgado a esta metodología de trabajo (BOE 17 mayo 2016).

Carlson, T. (2007). A Field-Based Learning Experience for Introductory Level GIS Students, *Journal of Geography*, 106:5, 193-198, DOI: 10.1080/00221340701697636

De Miguel, R., Buzo, I. y Lázaro, M.L. de (2016). Nuevos retos para la educación geográfica y la investigación docente: el Atlas Digital Escolar. (New challenges for geographical education y researching: The Digital School Atlas), Aportación española al XXXIII Congreso de la UGI (Beijing, 2016). Madrid: Comité Español de la UGI.

De Miguel; R. and Lázaro, M.L. de (2016). Educating geographers in Spain. *Geography teaching renewal by implementing the European Higher Education Area. Journal of Geography in Higher Education*, 40 (2): 267-283. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/03098265.2016.1139556>

De la Herrán, A. (2011). Complejidad y Transdisciplinariedad. *Revista Educação Skepsis*, n. 2, Formação Profissional, vol. I (Contextos de la formación profesional.). São Paulo: skepsis.org. pp. 294-320.

DiBiase D W, DeMers M N, Johnson A J, Kemp K K, Taylor-Luck A, Plewe B S, and Wentz E A (eds). (2006). *Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge (First Edition)*. Washington, D.C., University Consortium for Geographic Information Science and Association of American Geographers.

DOLETA. (2010). *Geospatial Technology Competency Model (GTCM)*. Washington, DC: Education and Training Administration, United States Department of Labor.

Ellul, C. (2015). Geography and Geographical Information Science: interdisciplinary integrators. *Journal of Geography in Higher Education*, 39 (2), pp. 191-194.

Hill, J., Walkington, H, & France, D. (2016) Graduate attributes: implications for higher education practice and policy, *Journal of Geography in Higher Education*, 40:2, 155-163, DOI: 10.1080/03098265.2016.1154932

Konečný, M. y Staněk, K. (2010). Adaptive cartography and geographical education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 19(1), 75 - 78.

Koutsopoulos, C.K. (2011). Changing Paradigms of Geography. *European Journal of Geography*, 1, 54-75.

Lázaro y Torres, M. L. de (2002). La geografía a las puertas del tercer milenio a partir de las tesis doctorales leídas en los noventa. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. Vol. 22: 49-66.

Lázaro, M. L. de (2012). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Geografía en Gozávez Pérez, V.; Marco Molina, J. A. (Ed) *Geografía: retos ambientales y territoriales*, pp.279-286. Murcia: Grupo de Didáctica de la Geografía (A.G.E.) y Universidad de Alicante.

Lázaro, M.L. de y González, M.J. (2013). La Geografía española a través de las tesis doctorales leídas entre los años 1990 y 2012. Líneas y temas en Lasanta, T. y Martín Vide, J. (Coord). *La investigación Geográfica en España (1990-2012)*. Madrid: Asociación de Geógrafos Españoles e Instituto Pirenaico de Ecología, pp. 59-86.

Lázaro y Torres, M.L., Izquierdo Álvarez, S., González González, M.J. (2016). Geodatos y paisaje: De la nube al aula universitaria. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 70, pp.371-391.

Lázaro, M.L., Gómez, M.L. y Alcolea, M.A. (en prensa) Los juegos de orientación y las tecnologías de la información geográfica para el conocimiento del patrimonio urbano.

Lukinbeal, C. y Monk, J.J. (2015). Master's in Geographic Information Systems Programs in the United States: Professional Education in GIS and Geography, *The Professional Geographer*, DOI: 10.1080/00330124.2014.983630

Monk, J.J. y Foote, K.E. (2015): Directions and Challenges of Master's Programs in Geography in the United States, *The Professional Geographer*, DOI: 10.1080/00330124.2015.1006537

Moreno Jiménez, A. (2013). Entendimiento y naturaleza de la científicidad geotecnológica: una aproximación desde el pragmatismo epistemológico. *Investigaciones Geográficas* nº 60 (julio-diciembre 2013), 05 - 36. DOI: 10.14198/INGEO2013.60.0

U.S. Geological Survey (USGS). (2005). *Geographic Information Systems in Education*, U.S. Department of the Interior.

Walsh, S. (1992). Spatial education and integrated hands-on training: Essential foundations of GIS instruction. *Journal of Geography* 44(2):54–61.

Wikle, T.A. y Fagin, T.D. (2014) GIS Course Planning: A Comparison of Syllabi at US College and Universities. *Transactions in GIS*, 2014, 18(4): 574–585

Wilson (2014) *Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge 2.0 Project (Final Report)*. University Consortium for Geographic Information Science and Association of American Geographers.