

El uso de SIG de software libre en una práctica de Biología y Geología de 4º de ESO: los ecosistemas

Using free GIS in elaboration of a practice of ecosystems in the subject Biology and Geology, 4th year ESO

**Carlos Martínez Hernández⁽¹⁾, Antonio Daniel Ibarra Marinas⁽¹⁾,
Juan Pedro Pérez Resina⁽²⁾ y Carmen Figueres Cuesta⁽³⁾**

(1) Dpto. Geografía, Universidad de Murcia

(2) IES “Castillo Puche”, Yecla, Murcia

(3) IES “Mediterráneo”, Torrevieja, Alicante

Resumen: Para consolidar el conocimiento del bloque del currículo de Biología y Geología de 4º de la E.S.O. (Educación Secundaria Obligatoria) relacionado con los ecosistemas, hemos desarrollado una metodología docente basada en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la que el objetivo de los estudiantes es crear un *shapefile* con atributos espaciales e información ecológica sobre los distintos Parques Nacionales de España mediante su digitalización. Se ejemplifica con el procedimiento concreto del Parque Nacional de Doñana. A través del SIG, con un *software* gratuito para el centro, se aumenta la interactividad del estudiante con la asignatura, se desarrolla la creatividad y se mejora la capacidad de comprender el espacio, mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: SIG, TIC, ESO, Biología, Ecosistemas.

Abstract: To consolidate the knowledge curriculum of thematic Block of the 4th year of Biology and Geology of the Spanish *Educación Secundaria Obligatoria* (E.S.O.), related with the ecosystems, we have developed a teaching methodology based on Geographic Information Systems (GIS). The students aim is to make a *shapefile* with space attributes and ecological information about the National Parks of Spain by its digitalization. We have given an example of Doñana National Park (Andalucía). Through the use of GIS and a kind of software with no additional charge to the school, student interactivity with the subject is increased, creativity is developed and their ability to understand space is improved. These skills are very useful for the teaching-learning process.

Keywords: GIS, ICT, ESO, Biology, Ecosystems.

(Fecha de recepción: enero, 2015, y de aceptación: octubre, 2015)

DOI: 10.7203/DCES.30.4584

1. Introducción

El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha experimentado un importante auge en los últimos años. Las tecnologías digitales se han convertido en una fuerza de cambio de la sociedad (Llorens Largo, 2009) y la enseñanza de las competencias relativas a las TIC debe tener como objetivo que los alumnos, como futuros ciudadanos, no sean simplemente consumidores de tecnología sino que sus conocimientos les permitan dar respuesta a sus necesidades y producir nuevos conocimientos. Se trata de hacer de los alumnos personas que controlen las herramientas en vez de ser controlados por ellas (Hernández Martín & Quintero Gallego, 2009).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son tecnologías que permiten recopilar, almacenar, procesar y visualizar información espacial, por lo que constituyen una herramienta de trabajo de gran importancia en el ámbito profesional y de investigación en las ciencias geográficas y ambientales, facilitando la toma de decisiones. En este trabajo se han estudiado sus posibilidades de aplicación en el ámbito docente, más concretamente en el ámbito de la biología.

Los SIG son una extendida herramienta pluridisciplinar que permite generar, procesar o representar información geográfica. Los SIG permiten localizar objetos en el espacio, seleccionar objetos mediante condicionales, realizar estudios temporales para cono-

cer tendencias, optimizar rutas y conocer patrones.

Los SIG permiten construir modelos de la realidad, estas representaciones permiten conocer los fenómenos del mundo real por lo que consideramos que su uso en la didáctica puede ser eficaz. El tratamiento de la información es una competencia digital considerada básica que va más allá del conocimiento ya que constituye una forma de destreza (EURYDICE, 2002); además, existe una gran receptividad por parte del alumnado debido a su motivación del uso de recursos informáticos (Nadal Perdomo, Naranjo Rodríguez, & Guerra de la Torre, 2004). Las situaciones propias de un mundo globalizado demandan que las personas aprendan a manejar información geográfica cada vez más compleja (Luque Revuelto, 2011), así que es necesario saber manejar e interpretar mapas dinámicos que permitan apreciar diferentes territorios y analizar, con su ayuda, la mayor cantidad de información posible. La selección de diferentes capas temáticas es una de las ventajas que ofrece este tipo de cartografía, frente a la tradicional (Jerez García & Sánchez López, 2004).

Uno de los aspectos importantes de la evolución de los SIG ha sido el desarrollo del software libre o programas de código abierto (*Open Source*) que han permitido el acceso al gran público y no sólo a las empresas y centros de investigación (González Díaz, Calonge García & Vehí Casellas, 2012). Un SIG siempre nos aporta una valiosa herramienta para el aprendizaje espacial (Lázaro

y Torres & González González, 2005), de la que podemos destacar la mayor facilidad en la comprensión de los conceptos geográficos con la posibilidad de apoyarnos en mapas e imágenes (Martínez Hernández, 2014).

La estructura de los SIG se compone básicamente de unas entidades espaciales asociadas a una base de datos con una serie de atributos. Existen dos tipos de formatos de SIG, vectoriales y raster, que, bien pueden corresponderse con archivos almacenables en los equipos informáticos o, bien, con un WMS (*Web Map Service*), un servicio que accede a los contenidos mediante la forma URL (*Uniform Resource Locators*).

Una de las maneras más sencillas de acceder a la información es por medio del servicio WMS, que permite al cliente del SIG trabajar con la imagen (raster) con formatos PNG, GIF o JPEG. Los WMS son muy útiles en el proceso educativo ya que sólo exigen conexión a internet, al contrario que otros datos disponibles para SIG, que requieren su almacenamiento por parte del usuario. Así el profesor evita tener que distribuir archivos a cada uno de los alumnos, disminuyendo la complejidad y el tiempo en la gestión de la información.

Partiendo de esta idea, se ha diseñado una práctica docente que se llevaría a cabo en una sola sesión, en el aula de informática del centro, a través del uso de un SIG de software libre (gratuito) previamente instalado en los equipos informáticos, con una capa básica de información obtenida por WMS (también gratuita). Su aplicación es posible

para los contenidos del currículum de carácter espacial de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO; en este caso, se propone trabajar el Bloque 4, referido a la dinámica y las transformaciones de los ecosistemas.

2. Metodología: diseño de la práctica

Un ecosistema es un sistema compuesto por seres vivos (biocenosis), el medio en el que se relacionan (biotopo) y sus relaciones. Para definirlo, podría utilizarse el siguiente algoritmo:

Ecosistema = biocenosis + biotopo + relaciones entre ambos.

El currículo de Biología y Geología de 4º de ESO, publicado en el Boletín Oficial del Estado número 5 (RD 1631/2006), a partir de lo establecido por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE número 16), alude en el Bloque 4 a los ecosistemas. En concreto, se establece el estudio de las interacciones entre la biocenosis entre sí y con el biotopo, la autorregulación, los problemas ambientales, las adaptaciones de los seres vivos y la protección (Cuadro I).

Debido al alto grado de intervención humana que ha alcanzado la humanidad en el planeta, es difícil encontrar ecosistemas con un equilibrio puramente natural. En la mayoría de los países, para controlar las modificaciones antrópicas de carácter negativo, se han delimitado espacios determinados a los

Cuadro I. Bloque 4 del currículo de Biología y Geología de 4º de ESO

(Fuente: BOE 5)

Currículo de Biología y Geología de 4º de ESO	
Bloque 4. Las transformaciones en los ecosistemas. La dinámica de los ecosistemas.	Análisis de las interacciones existentes en el ecosistema: Las relaciones tróficas. Ciclo de materia y flujo de energía. Identificación de cadenas y redes tróficas en ecosistemas terrestres y acuáticos. Ciclos biogeoquímicos.
	Autorregulación del ecosistema: las plagas y la lucha biológica.
	Las sucesiones ecológicas. La formación y la destrucción de suelos. Impacto de los incendios forestales e importancia de su prevención.
	La modificación de ambientes por los seres vivos al entorno. Los cambios ambientales de la historia de la Tierra.
	Cuidado de las condiciones medioambientales y de los seres vivos como parte esencial de la protección del medio natural.

que se ha aplicado un grado de protección especial.

En España existen seiscientos espacios protegidos que, con tres millones y medio de hectáreas, suponen el 7% de la superficie total del país, incluyendo Parques Nacionales, Parques Naturales, Sitios RAMSAR, Reservas de la Biosfera y Red Natura 2000 (integrada por las Zonas Especiales de Protección de Aves –ZEPA– y Lugares de Interés Comunitario –LIC–).

Los espacios naturales suscitan, de forma creciente, el interés de una sociedad a la que proporcionan toda una serie de servicios (Saz Salazar & Suárez Burguet, 1998); conocerlos y valorarlos constituye la base para su futura conservación. Por lo tanto, es probablemente a través de estos lugares como mejor se puede acceder al conocimiento directo de los ecosistemas.

La propuesta didáctica que se ha diseñado para consolidar el aprendizaje

de los ecosistemas se basa en el siguiente contenido: “cuidado de las condiciones medioambientales y de los seres vivos como parte esencial de la protección del medio natural”, canalizado a través de los espacios naturales y a partir del cual aplicar todos los demás.

Para ello, proponemos dedicar una sesión (y otra de evaluación) en la sala de ordenadores del centro, donde realizar un ejercicio práctico de refuerzo y consolidación de contenidos para los alumnos, sin alterar la propia metodología de aula que cada profesor habi-túe practicar. Este ejercicio se llevará a cabo a través de un SIG (por su acceso abierto, su manejo intuitivo y su fácil descarga e instalación, destacamos los softwares de licencia libre *Quantum GIS* y el español *gvSIG*). Recurriendo a sus herramientas, se pedirá a los alumnos que generen una capa de información de los Parques Nacionales de España, en formato poligonal

y con una tabla de atributos en la que deberán anotar las características más importantes de cada Parque Nacional en relación a los ecosistemas asociados, usando herramientas del SIG y movilizándolo los conocimientos adquiridos en clase hasta entonces. Esta información da pie a completar el resto de contenidos del currículum del Bloque 4. Los alumnos deberán entregar al profesor un archivo de hoja de cálculo con esta tabla rellena.

De entre todos los espacios naturales de España, se ha decidido usar los Parques Nacionales por constituir la primera figura de protección ambiental, con espacios por todo el país y un número total de 16, una cantidad perfectamente manejable en una sesión. Un Parque Nacional es “un espacio natural de alto valor natural y cultural, poco alterado por la actividad humana que, en razón de sus excepcionales valores naturales, de su carácter representativo, la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, merece su conservación una atención preferente y se declara de interés general de la Nación por ser representativo del patrimonio natural español” (Ministerio de Medio Ambiente), es decir, de sus ecosistemas más emblemáticos. De hecho, los ecosistemas pueden entenderse como un instrumento de sensibilización medioambiental del alumnado (García Márquez, 2005). Como, para el profesorado, las aportaciones del conocimiento científico tienen una relevancia fundamental en la didáctica de las ciencias (García Díaz, 2003), se ha considerado

necesario acercar las herramientas profesionales a los alumnos.

Para diseñar la capa de los Parques Nacionales, el alumno podrá cargar dos WMS de base. Navegando por ellos y jugando con superposiciones y transparencias, deberá digitalizar, en archivo vectorial propio mediante polígonos, los Parques de España, que el profesor le facilitará en una lista. Los WMS deben cargarse con el mismo sistema de referencia de coordenadas, para posibilitar la superposición de capas. Se trata de los siguientes:

- Una ortoimagen (PNOA) de España (<http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma>), con la que poder observar el aspecto real del territorio.
- El Mapa Topográfico Nacional (MTN) de España, multiescalar (<http://www.ign.es/wms/MTN-Raster/MTN-Raster>), con el que poder localizar los Parques Nacionales y usar los límites de guía para poligonizar.

La tabla de atributos que deberán crear al digitalizar los Parques se compondrá del siguiente encabezado: CÓDIGO – NOMBRE DEL PARQUE NACIONAL – PROVINCIAS – COORDENADAS X – COORDENADAS Y – ECOSISTEMAS – SUPERFICIE (m²).

Para ubicar los Parques, se servirán del WMS del MTN; para los ecosistemas, deberán recurrir a los conocimientos adquiridos previamente; y, finalmente, la superficie y las coordenadas las obtendrán a partir de la calculadora de campos del SIG una vez creado

Cuadro II. Parques Nacionales de España e información básica anexa

(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio de Medio Ambiente)

Parque Nacional	Provincia(s)	Principales ecosistemas	Superficie (ha)
Picos de Europa	Asturias, León, Cantabria	Alta montaña atlántica: Geomorfología Glaciar y cárstica <i>foces</i> , bosques de frondosas y praderío.	17.000 64.660
Ordesa y Monte perdido	Huesca	Alta montaña atlántica: Glaciarismo y geomorfología glaciar, cárstica y fluvial, bosques de coníferas y frondosas.	2.100 /15.608
Cañadas del Teide	Tenerife	Volcánico-macaronésica: Geomorfología volcánica, (cañadas, <i>malpaises</i> ...), endemismos, matorral canario de alta montaña.	13.571 18.990
Caldera de Taburiente	La Palma	Volcánico-macaronésica: Caldera volcánica y erosiva, pinar canario, vegetación rupícola	4.690 5.956(ZPP)
Aguas Tortas y Lago de San Mauricio	Lérida	Alta montaña atlántica: Glaciarismo, bosques de coníferas y frondosas, praderío alpino.	10.230 14.119
Doñana	Huelva, Sevilla	Humedal: Marismas costeras, dunas móviles y	34.625 50.720 13.540 (Pp)
Tablas de Daimiel	Ciudad Real	Humedal: Humedal interior, saladares y vegetación de ribera	1.928 5.410 (Pp)
Timanfaya	Lanzarote	Volcánico-macaronésica: <i>pahoehoe</i> .	5.107
Garajonay	La Gomera	Volcánico-macaronésica: Barrancos, pitones fonolíticos, <i>Roques</i> , laurisilva canaria	3.984
Archipiélago de Cabrera	Islas Baleares	Marítimo-terrestre: Islotes rocosos, fondos marinos, matorral mediterráneo.	10.021 8.703 mar. 1.318 terr.
Cabañeros	Ciudad Real, Toledo	Media-alta montaña mediterránea: Sierras, piedemonte y superficie de rañas, monte mediterráneo y de transición; matorral, formaciones herbáceas	39.687
Sierra Nevada	Granada, Almería	Media-alta montaña mediterránea: Huellas glaciares, periglaciario, pastos alpinos (borreguiles), bosques de quercíneas.	70.953
Islas Atlánticas de Galicia	Pontevedra, La Coruña	Marítimo-terrestre: Fondos marinos, aves endémicas	8.400 1.200 terr. 7.200 mar.
Monfragüe	Cáceres	Media-alta montaña mediterránea: Bosque y matorral mediterráneo, dehesas, roquedos y masas de agua.	17.852
Sierra de Guadarrama	Madrid, Segovia	Alta montaña mediterránea: Glaciarismo, bosques de coníferas y frondosas, bosques de quercíneas.	33.960

el polígono. Cuando hayan digitalizado todos los Parques y hayan completado la tabla de atributos, la exportarán a una hoja de cálculo; este archivo será el que evaluará el profesor.

La lista de los 16 Parques Nacionales, con la información básica requerida (nombre, localización, ecosistemas y superficie), es presentada en el Cuadro II.

3. Resultados esperados: el ejemplo del Parque Nacional de Doñana

Con el propósito de mostrar qué resultados cabría esperar de la aplicación de esta metodología de aula, se ha considerado conveniente ejemplificar el ejercicio requerido al alumnado para completar la tabla de atributos de un Parque Nacional: Doñana.

En primer lugar, cargamos en el SIG el WMS de la ortofoto de España, y a continuación le superponemos el WMS del MTN, atribuyéndole un 50% de transparencia para poder visualizar a la vez las dos capas de información. Después, sabiendo que el Parque Nacional de Doñana se localiza en la desembocadura del Río Guadalquivir, en el suroeste del país y Andalucía, aplicamos *zoom* en esta área y focalizamos la vista en este ecosistema marítimo-terrestre de marismas (Figura I).

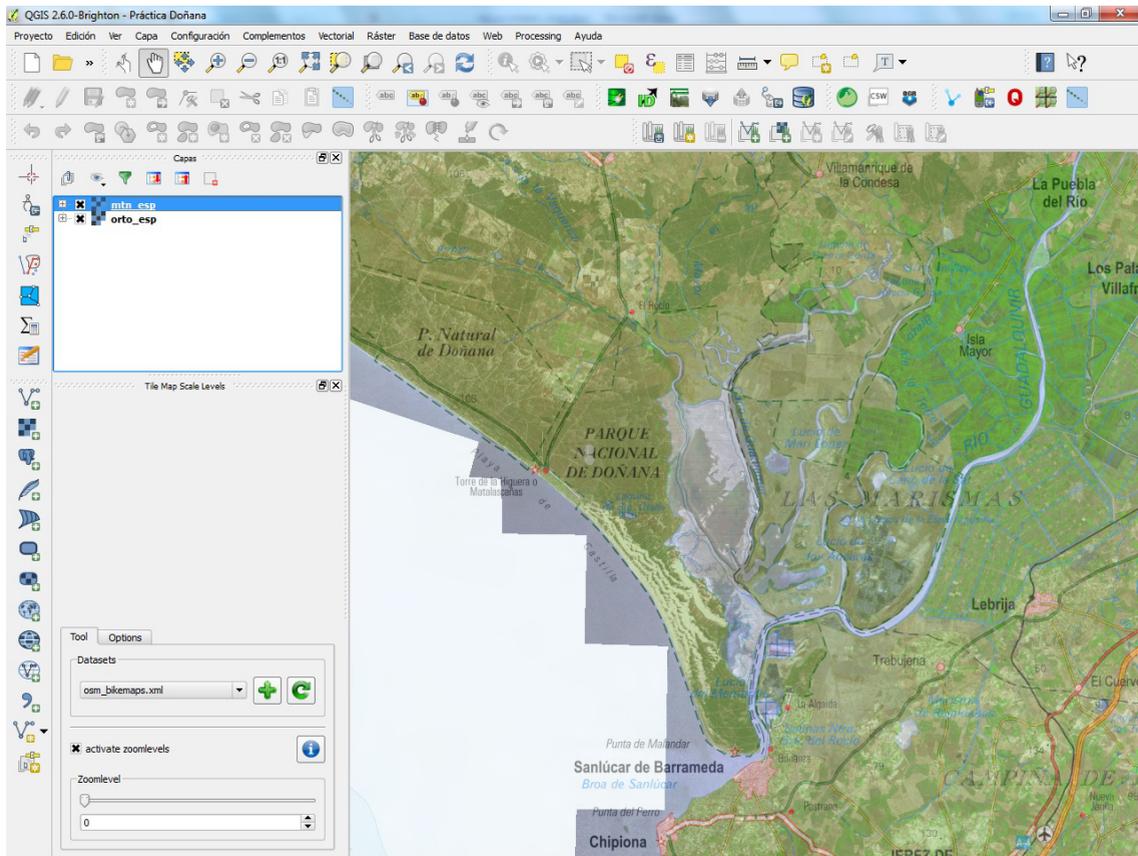
A continuación creamos una nueva capa en formato vectorial y tipo poligonal, elegimos qué nombre darle (por ejemplo, “PN_ecosistemas_[nombre del alumno].shp”) y dónde guardarla, iniciamos su edición, seleccionamos la

herramienta de “nuevo polígono” y, clicando con el ratón sobre los límites del Parque Nacional (distinguibles en el MTN con una línea verde oscura discontinua y, en la ortofoto, con su paisaje característico), llevamos a cabo su digitalización, es decir, la construcción de un polígono georreferenciado sobre el Parque (Figura II).

Al terminar la digitalización, se nos pide un código; le daremos el 1 por ser el primer polígono. El resto se irán numerando en concordancia con la lista de Parques Nacionales proporcionada por el profesor. Terminado el polígono y atribuido su código, abriremos la tabla de atributos, donde crearemos 6 columnas, que etiquetaremos y completaremos con la siguiente información:

- NOMBRE_DEL_PN [Texto]: “Parque Nacional Doñana”.
- PROVINCIAS [Texto]: “Sevilla y Huelva”.
- COORDENADAS_X [Número Decimal] (aplicación dentro de la herramienta de la calculadora de campos): 198187.452074
- COORDENADAS_Y [Número Decimal] (aplicación dentro de la herramienta de la calculadora de campos): 4096560.13381
- ECOSISTEMAS [Texto]: “Humedal: Marismas costeras, dunas móviles y vegetación sabulícola, pinares y alcornocales”.
- SUPERFICIE_M2 [Número Decimal] (aplicación dentro de la herramienta de la calculadora de campos): “534,158,729”.

Figura I. WMS de Ortofoto PNOA y MTN, con zoom en el SW de España
(Fuente: Elaboración propia [QGIS])

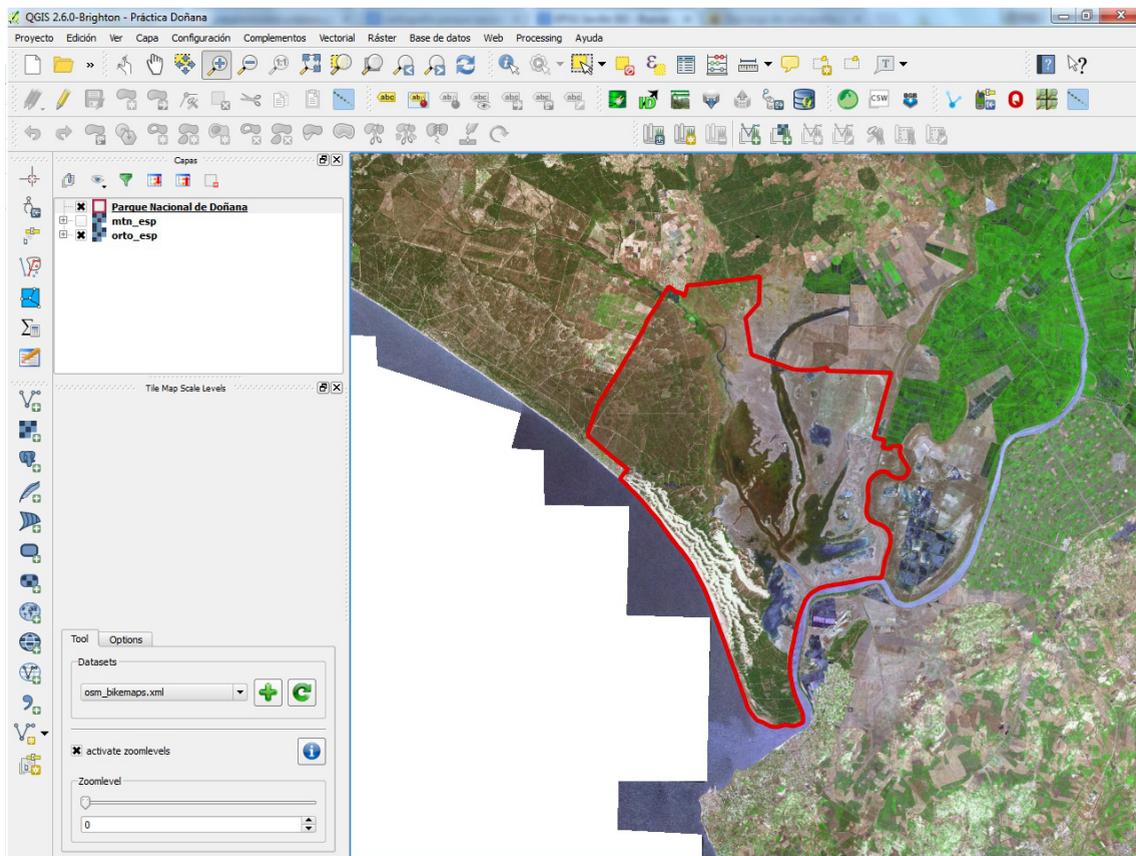


Completada la tabla de atributos, cerraremos la edición. El proceso se repetirá para los otros 15 Parques Nacionales, y con la capa de información terminada restará llevar la tabla de atributos a una hoja de cálculo. Para ello, cerraremos el SIG y abriremos el directorio donde hemos guardado la capa creada. El SIG utilizado genera varios archivos para la misma capa (cinco, en nuestro caso de QGIS), cada uno con una información; abriremos

el archivo de la extensión *dbf*, que contiene la tabla de atributos. La ejecutaremos con un programa de hojas de cálculo para comprobar la tabla de nuestra capa, con toda la información que hemos generado. Este archivo lo guardaremos en formato *xls*, que será el producto final para entregar al profesor, por email o en un lápiz de memoria. El resultado de la práctica es la creación de una tabla de información sobre los ecosistemas de España a través de sus

Figura II. Digitalización del Parque Nacional de Doñana

(Fuente: Elaboración propia [QGIS])



Parques Nacionales, con la que hemos repasado todos los contenidos de este bloque del currículo.

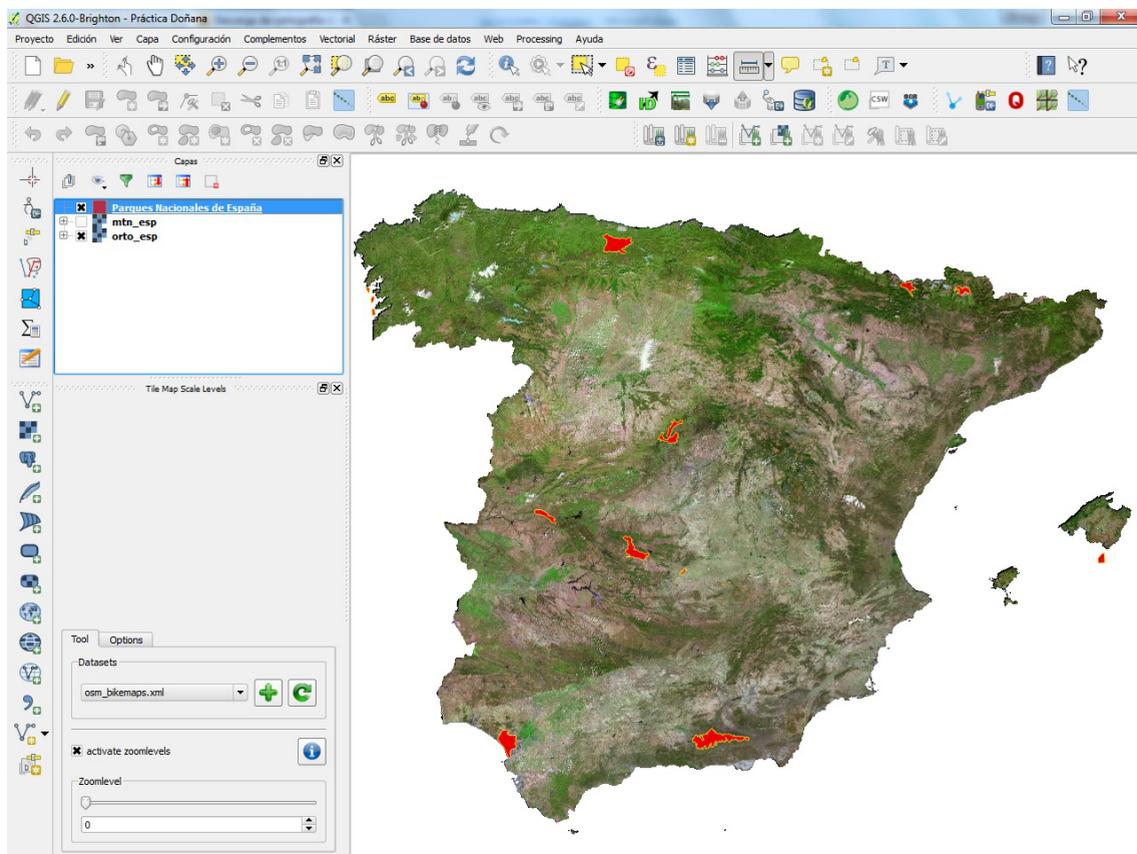
Con esta práctica, el alumno interactúa constantemente con el SIG, creando una capa nueva, cargando distintos WMS y manejando su superposición y su navegación. Con este “juego” se pretende que aquella información que desconozca previamente no lo desmotive; al contrario, que contribuya a mantener su disposición e interés en la búsqueda

de soluciones. Éstas le serán más intuitivas gracias al carácter complementario de la cartografía temática utilizada, que añade una visión extra respecto a la monótona recepción auditiva de contenidos en una metodología de aula convencional.

Al mismo tiempo, podrá interactuar con los compañeros, en un proceso de aprendizaje colaborativo. El profesor formará parte activa de la resolución de las dudas, guiando a cada alumno

Figura III. Parques Nacionales de España representados por polígonos (Península y Baleares)

(Fuente: Elaboración propia [QGIS])



en el manejo del SIG en función de sus necesidades específicas.

Tomando entre dos y tres minutos de tiempo estimado de edición por cada polígono, los alumnos podrán terminar la práctica en una sesión (Figuras III y IV). En la siguiente, sería aconsejable corregirla en grupo y en voz alta con la ayuda del SIG. Así, en dos sesiones, los alumnos verán reforzado su conocimiento sobre los ecosistemas, desde la

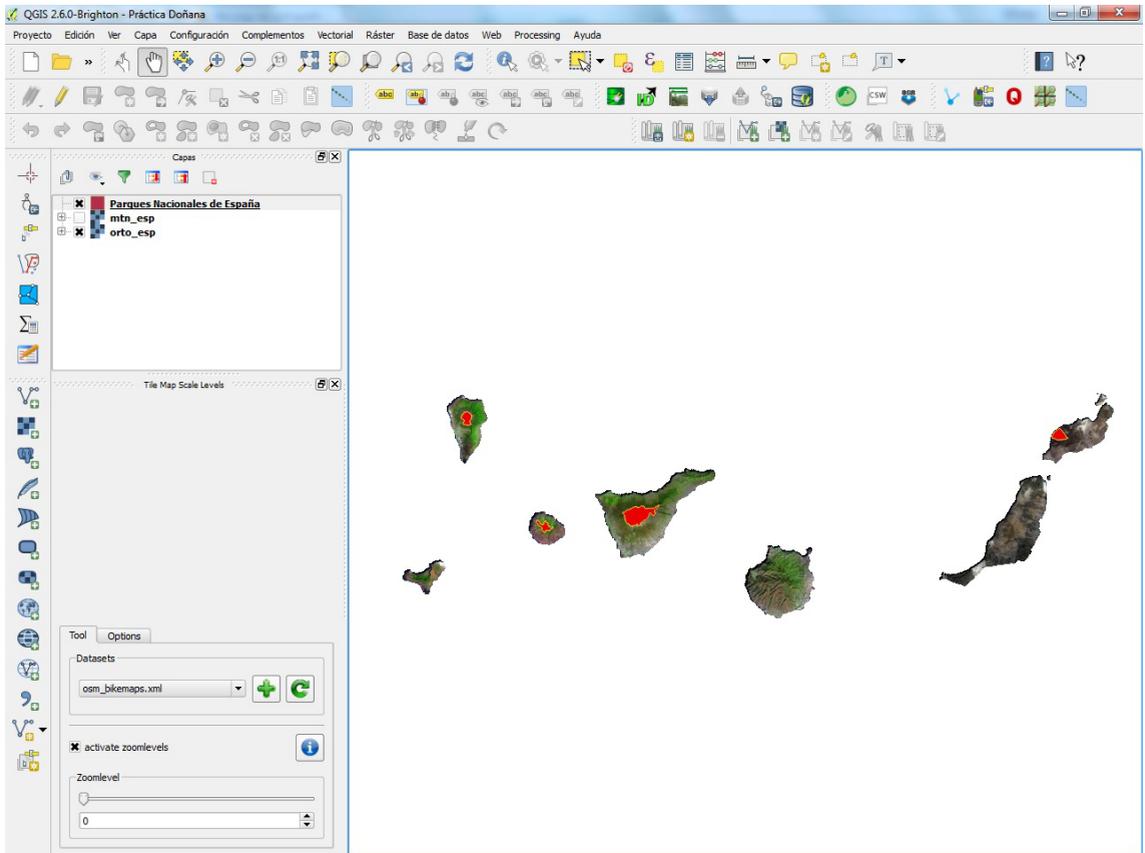
motivación, la creatividad y la capacidad de superación.

4. Conclusiones

El objetivo de este trabajo no ha sido analizar la percepción de los alumnos participantes en la práctica; no obstante, se pidió a un grupo de alumnos de un centro de secundaria de la Región de Murcia que respondieran por escrito

Figura IV. Parques Nacionales de España representados por polígonos (Canarias)

(Fuente: Elaboración propia [QGIS])



a una serie de preguntas relacionadas con la actividad. Los alumnos expresaron de forma clara que el diseño permite que la práctica sea más amena que las técnicas tradicionales (mapas en papel, libros, etc.), fomentando su motivación; valoraron el conocimiento adquirido de forma positiva y reconocieron que el uso de los SIG en el aula había aumentado su interés por las TIC y por la asignatura. Estas encuestas no

tienen valor estadístico debido al reducido número de entrevistados por lo que se ha descartado incluirlas en el apartado metodológico, no obstante deja una línea abierta a futuras investigaciones relacionadas con la percepción de los alumnos respecto al uso de los Sistemas de Información como herramientas TIC en las aulas.

Los conocimientos informáticos requeridos para la creación de mapas

sencillos no son altos, los SIG de escritorio presentan una interfaz amigable que permite una relación intuitiva entre los alumnos y las TIC. Su uso como herramientas TIC, para el diseño de prácticas en el aula y como herramienta de trabajo para los alumnos, presenta multitud de ventajas para adquirir conocimientos respecto otros métodos tradicionales de cartografía. Los SIG son una herramienta interactiva con amplias posibilidades y, al permitir la creación de mapas digitales de forma eficiente y rápida, el alumno incrementa sus aptitudes espaciales.

La posibilidad de adquisición de *software* libre evita costes económicos altos. Cualquier centro con equipos, que disponga de conexión a internet, puede acceder fácilmente a las herramientas y contenidos de la práctica.

La herramienta presenta multitud de opciones para realizar prácticas relacionadas con los ecosistemas; además de los Parques Nacionales, existen otras entidades de protección ambiental y recursos relacionados para cada comunidad.

El uso de los SIG puede ser un método de acercamiento de las TIC utilizadas como herramientas en el ámbito profesional del medio ambiente. No obstante, los SIG son frecuentemente utilizados en otros sectores (ingeniería, estudios sociales, administración pública, urbanismo, etc.).

Esta metodología docente aspira a colocarse en un lugar destacado en la situación educativa actual, donde se priman las TIC y el nuevo rol del alum-

no como constructor de su conocimiento. El bloque 1 de contenidos comunes del currículo de la asignatura lo deja claro en la mayor parte de su composición y en él se adscribe nuestra práctica:

- *Búsqueda y selección de información de carácter científico utilizando las tecnologías de la información y comunicación y otras fuentes.*
- *Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y tomar decisiones sobre problemas relacionados con las ciencias de la naturaleza.*
- *Reconocimiento de las relaciones de la biología y la geología con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, considerando las posibles aplicaciones del estudio realizado y sus repercusiones.*

El resultado no es sólo una mayor calidad y pragmatismo en el aprendizaje del alumnado, sino también mayores dotes de motivación, predisposición y formación interdisciplinar. Además de conocimientos sobre biología, el alumno se empapa, casi sin querer, de geografía, de educación a la ciudadanía, de ciencias de la Tierra..., materias con su propio currículo en Secundaria que se ven reforzadas gracias a metodologías de aula como la nuestra.

Parece claro, así pues, que el uso y aplicación de las TIC en las aulas (en este caso, el SIG) presenta una oportunidad para la actualización de las

herramientas docentes y para mantener al alumno, con mayor motivación, en contacto con los avances de la tecnología y un conocimiento integral. El beneficio de este progreso pensamos ha de formar parte de la preparación de los estudiantes para el futuro.

5. Referencias y fuentes bibliográficas

- Eurydice (2002). Las Competencias Clave. Un concepto en expansión dentro de la educación general obligatoria. Madrid: Unidad Europea de Eurydice. Disponible on line: www.euridice.org [17 de diciembre de 2014]
- GONZÁLEZ DÍAZ, M; CALONGE GARCÍA, A. y VEHÍ CASELLAS, M. (2012). Utilización de los SIG como recurso para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, nº 20(2), 173-187.
- HERNÁNDEZ MARTÍN, A. y QUINTERO GALLEGU, A. (2009). La integración de las TIC en el currículo: necesidades formativas e interés del profesorado. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, nº 12(2), 103-119.
- JEREZ GARCÍA, O. y SÁNCHEZ LÓPEZ, L. (2004). El uso de las TICs: propuesta metodológica para la elaboración de un programa de educación ambiental mediante la interpretación virtual del paisaje. *Formación de la ciudadanía: las TICs y los nuevos problemas*.
- LUQUE REVUELTO, R. M. (2011). El uso de la cartografía y la imagen digital como recurso didáctico en la enseñanza secundaria. Algunas precisiones en torno a google earth. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 55, 183-210.
- LÁZARO Y TORRES, M. L. D. y GONZÁLEZ GONZÁLEZ, M. J. (2005). La utilidad de los Sistemas de Información Geográfica para la enseñanza de la Geografía. *Didáctica geográfica*. nº 7, 105-122.
- MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, C. (2014). El uso de SIG de software libre para la consolidación de contenidos de la Geografía Física de España en 2º de Bachillerato. *Libro de Actas del II Congreso Interaccional de Innovación Docente*, Murcia: Campus Mare Nostrum.
- Ministerio de Medio Ambiente: <http://goo.gl/us7gVI> [17 de diciembre de 2014]
- NADAL PERDOMO, I. N; NARANJO RODRÍGUEZ, R. y GUERRA DE LA TORRE, E. (2004). Utilización de un SIG escolar en sexto de primaria. *Formación de la ciudadanía: las TICs y los nuevos problemas*.
- Quantum GIS Development Team, 2014. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. [17 de diciembre de 2014]
- SAZ SALAZAR, S. D. y SUÁREZ BURGUE, C. (1998). El valor de uso

recreativo de espacios naturales protegidos: aplicación del método de valoración contingente al Parque de L'Albufera. *Revista española de economía agraria*, nº182, 239-271.

Terrasit, <http://terrasit.wordpress.com/>.
[17 de diciembre de 2014].