

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA**



**TESIS DOCTORAL**

**Aprendizaje inteligente y pensamiento espacial en Geografía**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**Isaac José Buzo Sánchez**

**Directoras**

**María Luisa de Lázaro Torres**  
**María del Carmen Mínguez García**

**Madrid**

**© Isaac José Buzo Sánchez, 2021**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA**



**TESIS DOCTORAL**

**Aprendizaje inteligente y pensamiento espacial en  
Geografía**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Isaac José Buzo Sánchez**

DIRECTORAS

**Dra. María Luisa de Lázaro Torres**

**Dra. María del Carmen Mínguez García**

**Madrid, 2021**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA**



**TESIS DOCTORAL**

Aprendizaje inteligente y pensamiento espacial en Geografía

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Isaac José Buzo Sánchez

DIRECTOR

Dra. María Luisa de Lázaro Torres  
Dra. María del Carmen Mínguez García

## Aprendizaje inteligente y pensamiento espacial en Geografía

Agradecimientos	5
Resumen	7
Abstract	9
1. Introducción	11
1.1. Presentación	11
1.2. Justificación	13
1.3. Estructura de la tesis	17
2. Marco teórico-conceptual: el aprendizaje inteligente y el pensamiento espacial	21
2.1. El pensamiento espacial y la ciencia geográfica	21
2.1.1. Origen y breve evolución del pensamiento espacial	21
2.1.2. El pensamiento espacial crítico	24
2.1.3. El pensamiento geoespacial	28
2.2. El aprendizaje inteligente ( <i>SMART learning</i> )	32
2.3. La integración del pensamiento espacial y el aprendizaje inteligente mediante SIG Web	37
2.4. El SIG en la nube y la educación geográfica	42
2.4.1. Geoinquiry o método indagatorio	42
2.4.2. <i>GeoProgressions</i> o geo-progresiones	45
2.4.3. <i>GeoCapabilities</i> o geo-capacidades	46
2.4.4. <i>Geoinstructional</i> o modelo geoinstruccional	48
3. La educación geográfica y su contexto	53
3.1. El currículum vigente	53
3.2. Posición de la Geografía en la educación secundaria	68
3.3. Las SIG Web en la enseñanza actual	72
4. Objetivos, hipótesis, metodología, fuentes y técnicas	77
4.1. Objetivos	77
4.2. Hipótesis	77
4.3. Fuentes y técnicas	79
4.3.1. Método investigación - acción (observación directa)	81
4.3.2. Métodos mixtos	83
4.3.3. Técnica Delphi	84

5. Resultados obtenidos	89
5.1. Mediante el método investigación-acción	89
5.1.1. Incorporación de un SIG Web a 3º de la ESO	90
1. Descripción del proyecto	90
2. Actividades del proyecto	92
3. Grado de consecución de los objetivos	102
4. Aprendizaje SMART adquirido a través del proyecto	103
5. Difusión e impacto	106
5.1.2. Desarrollo del pensamiento espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la materia de Geografía de 2º de Bachillerato	109
1. Descripción del proyecto	109
2. Actividades del proyecto	111
3. Grado de consecución de los objetivos	113
4. El aprendizaje SMART adquirido a través del Proyecto	114
5. Difusión e impacto	117
5.1.3. Experiencia en cursos formación del profesorado	118
1. Descripción de las experiencias	118
2. Actividades diseñadas para la formación del profesorado	120
3. Grado de consecución de los objetivos	123
4. El aprendizaje SMART adquirido a través de la formación	124
5. Difusión e impacto	126
5.2. Proyectos institucionales de innovación	127
5.2.1. Análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora: el ruido	128
1. Descripción del proyecto	128
2. Actividades del programa	132
3. Grado de consecución de los objetivos	138
4. Aprendizaje SMART adquirido a través del proyecto	138
5. Difusión e impacto	140
5.2.2. Proyectos Erasmus+ KA219. Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos	143
1. Descripción del proyecto	143
2. Actividades del Proyecto	145
3. Grado de consecución de los objetivos	160
4. El aprendizaje SMART adquirido	160
5. Difusión e Impacto	162

5.2.3. Atlas Digital Escolar	168
1. Descripción del proyecto	168
2. Organización del Atlas	170
3. Valoraciones del Atlas	173
4. El aprendizaje SMART a través del Atlas Digital Escolar con un ejemplo: La población urbana y rural.	175
5. Difusión e impacto	178
5.3. Mediante la aplicación de la técnica Delphi	180
5.3.1. Panelistas	180
5.3.2. Primera ronda	181
5.3.3. Resultados de la segunda ronda del panel de profesores de educación secundaria	185
1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG?	186
2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones sobre el uso de los SIG.	191
3. Valore las siguientes estrategias metodológicas según crea que se adaptan mejor o peor a la enseñanza geográfica mediante SIG	193
4. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones acerca del uso didáctico de los SIG?	196
5. Cuestiones sobre el Sistema Educativo	200
5.3.4. Resultados segunda ronda panel de profesores de Universidad	201
1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG?	201
2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones sobre el uso de los SIG.	207
3. Utilidad del uso de los SIG en las siguientes actividades didácticas	209
4. Aportación del SIG al aprendizaje de la Geografía	212
6. Discusión	219
7. Conclusiones	231
Referencias	237
Índice de figuras	263
Índice de tablas	264
Índice de gráficos	265
Anexos	267
ANEXO I. CUESTIONARIOS TÉCNICA DELPHI	267
ANEXO II. GRÁFICOS RESULTADO DELPHI	275
1. Docentes de Secundaria	275
2. Docentes de Universidad	291

ANEXO III. PROYECTOS COORDINADOS EN IES SAN ROQUE	311
ANEXO IV. EJEMPLOS DE <i>STORY MAPS</i> PARA APRENDER GEOGRAFÍA	313
ANEXO V. PROPUESTA DE RÚBRICA	317

## Agradecimientos

El primer agradecimiento de todos debe ir a mis dos Directoras de Tesis, la Dra. María Luisa de Lázaro y Torres y la Dra. Carmen Mínguez García, a las que, por su perseverancia e insistencia, les debo haber terminado la Tesis. Con la Dra. Lázaro son muchos años de colaboración en proyectos, publicaciones o actividades didácticas, desde que coincidimos en el Congreso del Grupo de Didáctica de la Geografía del año 2010 en Madrid. Con la Dra. Mínguez, también hemos compartido publicaciones, proyectos y vivencias en la Junta Directiva de la AGE. Ambas han sabido guiarme sabiamente en este largo proceso, para alcanzar ese antiguo objetivo.

Son ya 25 años los que han pasado desde que terminé la Licenciatura de Geografía e Historia, en la especialidad de Geografía Aplicada, en la Universidad de Extremadura. Inmediatamente, realicé los cursos de Doctorado y comencé una breve, pero intensa carrera investigadora, y casi al mismo tiempo, conseguí la Diplomatura en Turismo, con la intención de especializarme en la rama de la geografía dedicada al análisis del ocio y el turismo. Obtuve la suficiencia investigadora e inicié una investigación llamada “Modelo de Desarrollo Sostenible en Espacios Protegidos de Extremadura” consiguiendo para ello una Beca FPI de la Junta de Extremadura. El tutor en ese primer intento, quien avaló el proyecto que le presenté, fue el profesor Dr. Manuel Rodríguez Cancho, a quién le agradezco enormemente la confianza que me dio en aquel momento. Participé en congresos, escribí las primeras publicaciones, y realicé varias estancias en el extranjero: en la Universidad Internacional SEK de Santiago de Chile, con el profesor Dr. Víctor Manuel Leiva y en la Universidad de Costa Rica, con el profesor Dr. Guillermo Carvajal Alvarado, a quienes también he de agradecer sus atenciones y enseñanzas durante esos meses. Las perspectivas personales no eran buenas en esos años, lo que me llevó a renunciar a esa vía, y buscar otros caminos de vida.

En esos primeros años de intensa vida académica, ingresé en la entonces llamada Asociación de Geógrafos Españoles (AGE), hoy Asociación Española de Geografía. Nunca pensé en aquellos inicios, que llegaría a ser miembro de su Junta Directiva durante 8 años, ocupando por dos veces una vocalía dedicada a la Enseñanza Secundaria. A los tres presidentes con los que coincidí en la Junta Directiva he de agradecer sus atenciones y, de nuevo, enseñanzas. Al Dr. Javier Martín Vide, quien en 2011 me invitó a que presentara mi candidatura a las elecciones que habría en el Congreso de la AGE de Alicante. A la Dra. Carmen Delgado Viñas quien, tras coincidir dos años en la Junta Directiva, renovó su confianza en mí pidiéndome que volviera a repetir durante otros cuatro años presentándome a la reelección en el congreso que se celebró en Zaragoza. Y finalmente el Dr. Jorge Olcina Cantos, con el que pasé los dos últimos e intensos años en la Junta Directiva de la AGE hasta 2019 en el Congreso celebrado en Valencia. Mi agradecimiento a todos los compañeros con los

que coincidí en la Junta Directiva y que me ayudaron en mi función relacionada con la Geografía en la Educación Secundaria, pues todos ellos dejaron su huella en mi continuo aprendizaje. Una de las funciones que realicé desde esta vocalía, fue la de organizar anualmente el curso sobre la formación del profesorado en la Enseñanza Secundaria en la Universidad Carlos III de Madrid en Getafe, donde conseguí aprendizajes muy valiosos que, en parte, han quedado incorporados a esta tesis. Debo agradecer a mi antecesora en el cargo, Cristina Martín Gómez, por su ejemplo y dedicación, así como al Dr. Carlos Manuel Valdés, que nos acogió verano a verano en las instalaciones universitarias.

Mención aparte merece el Grupo de Didáctica de la Geografía de la AGE, del que he participado intensamente durante estos años, colaborando en todo aquello en lo que fue necesario, y como en todo lo que he hecho en estos años, me ha servido de aprendizaje para esta Tesis. Agradezco la confianza de las dos presidentas del Grupo con las que he coincidido, la Dra. María Luisa de Lázaro y Torres y la Dra. Emilia María Tonda Monllor.

Los caminos de la investigación geográfica quedaron aparcados mientras comenzaban los caminos de la docencia en educación secundaria. En primer lugar, en el Instituto bilingüe hispano-húngaro Károlyi Mihály de Budapest, destino que el Ministerio de Educación español me adjudicó al seleccionarme dentro del programa bilingüe en Europa Central y Oriental. Allí pasé dos inolvidables años, que me sirvieron para seguir aprendiendo. Aprobadas las oposiciones de Geografía e Historia, hube de volver a casa a seguir formando a jóvenes en institutos extremeños: IES San José e IES Domingo Cáceres en Badajoz, IES Extremadura en Montijo (Badajoz), y finalmente IES San Roque de nuevo en Badajoz, donde la docencia comparte espacio y tiempo con las tareas de gestión en la Dirección del Centro. Compañeros de todos los centros me siguieron enseñando, y yo aprendiendo de ellos, por todo lo cual, no puedo más que agradecerles sus aportaciones. Especialmente agradecido estoy con los compañeros con los que compartí los proyectos descritos en esta Tesis, especialmente el Dr. José Manuel García Bernal, profesor de Física en el IES San Roque, que me animó a seguir adelante con este tipo de proyectos.

Mis agradecimientos a todos aquellos docentes que han respondido a los cuestionarios para la triangulación de los resultados obtenidos mediante la experiencia personal.

Para finalizar, no quiero dejar de agradecer a mi familia la paciencia que han tenido en este tiempo. A Justa, mi madre, que me ha visto iniciar el proyecto varias veces y no llegar nunca a terminarlo. A mi mujer, Marisa y a mi hijo Andrés. Ellos, más que nadie, saben que, con tesón y perseverancia, se consiguen todos los objetivos: no hay que rendirse.

# Resumen

## Aprendizaje inteligente y pensamiento espacial en Geografía

La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a las aulas de educación secundaria ha propiciado, para el caso concreto de las materias de contenidos geográficos, la utilización en ellas de las tecnologías propias de nuestro ámbito de estudio, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG). Esta tesis titulada “Aprendizaje inteligente y pensamiento espacial en Geografía” ahonda en la utilidad de las Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico focalizadas en los Sistemas de Información Geográfica en la nube (SIG Web). Para ello, ha sido necesario un análisis de las necesidades en la educación secundaria, que se ha realizado desde cuatro puntos de vista diferentes: en primer lugar, desde el currículum vigente; en segundo lugar, a través del análisis del contexto de la enseñanza-aprendizaje de la geografía; en tercer lugar, desde uno de los exponentes tecnológicos aplicados a la enseñanza de la geografía, los SIG en la nube; y por último, desde la experiencia docente propia de veinte años de docencia en Educación Secundaria y Bachillerato.

El uso de las SIG Web determina, no solo un cambio de metodologías en el aula de geografía en la enseñanza secundaria integrando aquellas más activas, como el método indagatorio o el aprendizaje basado en problemas, sino que impulsan el pensamiento espacial, que deriva en el pensamiento geoespacial, por el uso de la tecnología y en el pensamiento crítico por el empleo de fuentes primarias que se integran con facilidad en una SIG Web. Esto se ha constatado a partir del diseño de actividades en el aula de secundaria y en la formación del profesorado empleando la investigación-acción, y también en otras iniciativas docentes colectivas, como los proyectos de innovación docente institucionales en los que se ha participado.

El aprendizaje inteligente queda también reforzado con el empleo de las SIG Web, y tras un recorrido por diferentes propuestas metodológicas y su análisis, se ha llegado a la que se ha considerado más adecuada, que es el denominado aprendizaje SMART, siguiendo el modelo circular coreano. Este acrónimo está formado por las letras iniciales en inglés de sus cinco pilares básicos: S (*Self-directed*) Autodirigido y centrado en el estudiante; M (*Motivated*) Motivante; A (*Adaptive*) Adaptado, a realidades tangibles y reconocibles en los distintos niveles de comprensión del alumnado; R (*Resource enriched*) Enriquecido con recursos educativos; T (*Technology embedded*) Incorporando la tecnología, en este caso los SIG Web, que retroalimentan al resto de pilares que componen el modelo SMART, constituyendo así la base del mismo.

La implementación de actividades sobre el currículum actual de geografía en enseñanza secundaria integrando tecnología SIG Web (recogida de datos en el

campo, creación apps, mapa del ruido...) aporta las competencias necesarias para adecuarse a las exigencias de la ciudadanía actual. Esto exige no solo el desarrollo profesional docente en geografía en una doble formación, técnica y metodológica, en la línea de lo que se marca en las directrices sobre la competencia digital docente, sino en una actualización de los equipamientos. La información aportada por el panel de expertos docentes de geografía a través de la técnica Delphi corroboran los resultados obtenidos concluyendo que los SIG Web en el contexto actual son esenciales para la enseñanza de la geografía y la formación del pensamiento espacial.

**Palabras clave**

Geografía; SIG Web; pensamiento geoespacial; innovación docente; Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico; Tecnologías de la Información Geográfica

# Abstract

## Intelligent Learning and Spatial Thinking in Geography

The integration of Information and Communication Technologies (ICT) in secondary education classrooms has led, in the specific case of geographic content subjects, to the use of technologies specific to our field of study, Geographic Information Technologies (GeoICT). This thesis entitled "Intelligent learning and spatial thinking in Geography" delves into the usefulness of Geographic Learning Technologies focused on Geographic Information Systems in the cloud (Web GIS). For this, it has been necessary to analyze the needs in secondary education. These have been done from four different points of view: firstly, from the current curriculum; secondly, through the analysis of the context of the teaching-learning of geography; thirdly, from one of the technological exponents applied to the teaching of geography, GIS in the cloud; and finally, from the teaching experience of twenty years of teaching in Secondary Education and Baccalaureate.

The use of Web GIS determines not only a change of methodologies in the geography classroom in secondary education, integrating more active methodologies, such as the inquiry method or problem-based learning, but also promotes spatial thinking, which leads to geospatial thinking, through the use of technology and critical thinking through the use of primary sources that are easily integrated into a Web GIS. This has been verified from the design of activities in the secondary school classroom and in teacher training using action research, and also in other collective teaching initiatives, such as the institutional innovation projects in which we have participated.

Intelligent learning is also reinforced with the use of Web GIS, and after a review of different methodological proposals and their analysis, we have arrived at the one considered most appropriate, which is the so-called SMART learning, following the Korean circular model. This acronym, formed by the initial letters of its five basic pillars: S (Self-directed) Self-directed and student-centered; M (Motivated) Motivating; A (Adaptive) Adapted, to tangible and recognizable realities at different levels of student understanding; R (Resource enriched) Enriched with educational resources; T (Technology embedded) Incorporating technology, in this case Web GIS, which feed back to the rest of the pillars that make up the SMART model, thus constituting the basis of the model.

The implementation of activities on the current geography secondary school curriculum integrating Web GIS technology (data collection in the field, creation of apps, noise mapping...) provides the necessary skills to meet the demands of today's citizens. This requires not only the professional development of geography teachers in a double training, technical and methodological, in line with the guidelines on digital teaching competence, but also an update of equipment. The information provided by the panel of geography teaching experts through the Delphi technique corroborates

the results obtained, concluding that Web GIS in the current context are essential for the teaching of geography and the acquisition of spatial thinking.

**Keywords**

Geography; Web SIG; geospatial thinking; teaching innovation; Technologies for Geographic Learning; geoICT

# 1. Introducción

## 1.1. Presentación

El pensamiento espacial es fundamental para el desarrollo de la vida diaria de cualquier ciudadano. Este se adquiere de manera progresiva en la infancia y se consolida a lo largo de la etapa escolar. Con esta tesis se pretende investigar las maneras de mejorar la faceta espacial del pensamiento mediante el *SMART learning* o aprendizaje inteligente a lo largo de la educación secundaria, tanto básica (Enseñanza Secundaria Obligatoria, E.S.O.) como superior (Bachillerato). Ahora, más que nunca, con una sociedad hiperconectada, en la que la ubicación personal o de cualquier fenómeno es un dato imprescindible y de gran valor al que las tecnologías aportan una inestimable ayuda, por lo que resulta fundamental el desarrollo geoespacial dentro del pensamiento geográfico.

La investigación que da lugar a esta tesis se apoya en tres pilares básicos, abordados con distintas metodologías -cualitativas, cuantitativas y mixtas- lo que ha permitido la correcta triangulación de la investigación. Estos son: en primer lugar, la experiencia docente, desarrollada a través de la metodología de la investigación-acción; en segundo lugar, la coordinación y colaboración con otros docentes de distintos niveles educativos en proyectos de innovación, a través de la investigación en innovación educativa y sus metodologías; y en tercer lugar, la consulta a expertos para llegar a consensos mediante la metodología que se inicia como cualitativa y termina siendo cuantitativa, a través de la técnica Delphi.

Gran parte de las aportaciones presentadas y analizadas se basan en la experiencia docente personal de más de 18 años en la educación secundaria en Hungría (cursos 2002-2004) y España (desde el curso 2004, hasta la actualidad). En este tiempo se han experimentado distintas maneras de enseñar los contenidos geográficos para adquirir un pensamiento espacial propio de un ciudadano crítico.

Esta experiencia docente no está aislada, sino que se enmarca en las líneas de trabajo y las preocupaciones expresadas por las instituciones científicas geográficas internacionales más importantes como son la Unión Geográfica Internacional (UGI) y la Asociación de Geógrafos Europeos (EUROGEO), tal y como se recoge en sus publicaciones y congresos. Además, la Asociación Española de Geografía (AGE), y especialmente su grupo de Didáctica de la Geografía, han prestado especial atención a esta línea de actuación geográfica. Personalmente, he tenido ocasión de colaborar participando, como vocal de Enseñanza Secundaria en la Junta Directiva de la AGE, en distintos foros de discusión y congresos, publicaciones, cursos de formación del profesorado o investigaciones sobre la realidad del aula de secundaria. Así, entre otras actividades, he coordinado el proyecto de elaboración de contenidos para un

atlas digital del Instituto Geográfico Nacional (IGN), a través del convenio de colaboración entre la AGE, el IGN y el Instituto Interuniversitario de Geografía de la Universidad de Alicante. También he realizado el informe “La posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato”, en el que se elaboró un cuestionario que ha servido de punto de partida para detectar algunas de las necesidades de los profesores y de la ciencia en el currículum; y he dirigido entre 2012 y 2019, el curso sobre “La enseñanza de la Geografía en la educación secundaria: Actualización curricular y aplicaciones didácticas de las TIC”. Por lo tanto, se puede afirmar que esta tesis entronca con una de las líneas de investigación punteras en la ciencia geográfica actual, tanto en España como en otros países.

La Universidad Complutense de Madrid (UCM), también atiende a estas cuestiones, por lo que la tesis está adscrita a la línea de investigación del Doctorado de Geografía “Globalización y Cultura”. Además, se vincula con la Didáctica de la Geografía a través del Grupo de Investigación de la UCM GEODIDAC, compuesto por expertos docentes en esta disciplina, tanto de la Facultad de Educación como de la de Geografía e Historia. Dentro de este Grupo de Investigación se han desarrollado algunos de los análisis que sustentan esta tesis doctoral y que se engloban dentro de los proyectos de coordinación y colaboración con otros docentes de distintos niveles educativos en proyectos de innovación. Destacan entre ellos la colaboración en Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente, desde el año 2013 hasta la actualidad. Esta colaboración queda recogida en publicaciones y comunicaciones a congresos de ámbito nacional e internacional, así como en el diseño de actividades formativas para el profesorado, tal y como consta en el Registro de Actividades y Plan de Investigación (RAPI).

Paralelamente, he coordinado varios proyectos calificados como de innovación educativa por la propia administración autonómica de Extremadura, he participado en varias convocatorias de la Consejería de Educación de Extremadura, de proyectos de investigación con alumnos de ESO y Bachillerato, como los denominados Proyectos Escuelas de I+D+i.

Coincidiendo con el desarrollo final de esta tesis, he participado en la coordinación de varios proyectos Erasmus+ del sector escolar, con la temática del aprendizaje inteligente de la geografía en Educación Secundaria, cofinanciados por la Comisión Europea. Así, entre 2016 y 2018, he coordinado el proyecto 2016-1-ES01-KA219-025550 “Utilización de un SIG web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos” con centros educativos de nuestro mismo nivel escolar procedentes de Portugal y Hungría; y desde 2018 hasta 2021, el proyecto 2018-1-ES01-KA229-050278 “Patrimonio hidrológico en mapas digitales” con socios escolares de Portugal, Hungría y Eslovaquia. En la convocatoria de 2020 han concedido un tercer proyecto, en este caso KA201 (2020-1-ES01-KA201-082590), también coordinado por el IES San Roque y en el que participan tres centros de educación secundaria, tres Universidades y la Asociación Europea de Geógrafos

(EUROGEO). El proyecto se denomina “Cartoteca biográfica de autores europeos” (BIO-MAPS).

La experiencia adquirida con las actividades docentes e investigadoras llevadas a cabo en los últimos años ha guiado esta investigación permitiendo integrar la retroalimentación necesaria, que ha llevado a realizar una consulta a expertos docentes de enseñanza secundaria y universitaria. A través de esta consulta, y en dos rondas de cuestionarios, se han llegado a los consensos expuestos en el capítulo correspondiente del desarrollo de la tesis.

Se puede afirmar que esta tesis doctoral muestra los resultados de una investigación asentada no solo en la observación directa, sino también en la participación en numerosos proyectos de innovación e investigación educativa en el ámbito escolar en el que se desarrolla el trabajo docente: la educación secundaria. Algunos de ellos, han recibido el reconocimiento de dos instituciones responsables de la educación, como sucedió en el año 2010, cuando la Consejería de Educación de la Junta de Extremadura concedió el 2º Premio Joaquín Sama a la Innovación Educativa en la modalidad “Una escuela del Siglo XXI” a la web “Recursos de Ciencias Sociales, Geografía e Historia”, que mantengo como apoyo a la propia docencia. O en 2016, con el XXXI Premio de innovación educativa Francisco Giner de los Ríos, por parte del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de España, recibido conjuntamente con los profesores Carlos Guallart Moreno y Javier Velilla Gil, por el proyecto “Las SIG Webs en la Geografía de Secundaria para la mejora del pensamiento espacial”, con el que se experimentaron mediante la observación directa algunos de los ejemplos docentes de la línea de investigación defendida en esta tesis.

## 1.2. Justificación

Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) se han incorporado a la geografía como una herramienta fundamental para el análisis territorial, lo que ha transformado profundamente la disciplina. Autores como Moreno (2013, 2015) defienden la existencia de un auténtico cambio epistemológico que genera una nueva praxis científica, el paradigma geotecnológico (Koutsopoulos, 2011). Este cambio va más allá del empleo de la tecnología como herramienta geográfica, llegando a ser una nueva forma de hacer ciencia en la que el ciudadano tiene acceso a una ingente cantidad de datos espaciales (Kerski, 2015) e incluso se convierte en colaborador activo y generador de datos en la llamada ciencia ciudadana o neogeografía (Capel, 2012). Todo ello, se transpone a la educación geográfica en función de la llegada de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) a los centros educativos en sus diferentes niveles, lo que las convierte en Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico (TAG) (López-Fernández, 2016; Buzo, 2017a).

Aunque las TIG en su conjunto, y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) dentro de ellas, no surgieron como herramientas para la enseñanza de la Geografía,

sino para el análisis y la gestión territorial, existen iniciativas docentes que muestran su utilidad, no solo en la versión *desktop* en los SIG (Boix y Olivella, 2007) sino también en la nube (Fargher, 2018; Kerski y Baker, 2019), la Teledetección (Naumann, 2009; Martínez-Vega et al, 2010; Hejmanowska et al., 2015; Wang et al, 2020), los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) (McClurg y Buss, 2007; Lázaro y Delgado, 2013; Sebastián y De Miguel, 2020), los Globos Virtuales (Patterson, 2007; Sánchez, 2008b; Clagett, 2009; Gómez-Trigueros, 2013; Baker et al, 2015) o las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) (González, 2012; Álvarez, 2020).

Existe una creciente literatura científica que avala la creciente aplicación de las TIG en la enseñanza de la Geografía en las etapas previas a la universidad. Tal es su volumen que se puede afirmar que en la actualidad hay una importante corriente que apoya el empleo de las TIG, en general, y de los SIG, en particular, en las aulas de secundaria. Esto arranca de la experiencia pionera de la tesis doctoral de Kerski, realizada en la Universidad de Colorado (EE.UU.) en 2000. En ella se muestra la efectividad del empleo de los Sistemas de Información Geográfica en la enseñanza secundaria, concluyendo que se adquieren habilidades y resultados mejores en la síntesis, identificación y descubrimiento de elementos territoriales, lo que el *National Research Council* (2006) considera que es el desarrollo del pensamiento espacial, abriendo un campo de investigación en innovación a autores posteriores.

Paralelamente, centrándonos en los SIG, otros autores consideran que no hay diferencias significativas entre los estudiantes que aprenden con el SIG y los que no lo hacen (Abbott, 2001), y subrayan la importancia de las barreras tecnológicas (Demirci, 2009) o los problemas derivados de la falta de formación del profesorado (Kidman y Palmer, 2006; Favier y Van der Schee, 2012). Es decir, lo que expresa Clagett (2009) afirmando que la eficiencia de la comunicación empleando mapas depende de la alfabetización espacial del observador. Otro conjunto de autores centra el valor de los SIG en aspectos concretos de aprendizaje, como son la visualización y el pensamiento espacial centrado en el territorio (Hagevik, 2003) o el pensamiento crítico espacial (Patterson et al., 2003; Wigglesworth, 2003; Liu y Zhu, 2008; Milson y Curtis, 2009; Kim y Bednarz, 2013).

Las experiencias que dan lugar a las conclusiones anteriores se realizan en muchos casos a través de proyectos colaborativos entre universidades y centros educativos de secundaria, con la intención de fomentar las llamadas competencias STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) (Kolvoord, 2012; Charles y Kolvoord, 2016; Kolvoord et al., 2019; Jant et al., 2020). Si bien, dada la creciente importancia de las humanidades digitales se ha comenzado a hablar de competencias STEAM, incluyendo *Arts* o las letras y las artes.

En España, hasta la pandemia del COVID-19, la utilización de las TIG no estaba muy extendida en niveles educativos no universitarios, debido a las limitaciones

tecnológicas, metodológicas y formativas existentes (Buzo 2015), hecho que recoge el capítulo correspondiente a nuestro país del libro dedicado a los SIG en la enseñanza secundaria (Del Campo et al, 2012) en el contexto de los diversos países del mundo. Esa misma conclusión se obtuvo en el estudio “La posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato” realizado por la AGE en 2013. En él, la mayoría de los docentes que participaron (51,1%), respondieron de manera negativa a la pregunta sobre si es posible actualmente la introducción en el aula de las TIG, mientras que solamente un 40,6% lo hizo afirmativamente y un 8,3 % no se pronunció al respecto. Los argumentos más frecuentes versaban sobre dificultades de orden técnico, como la existencia en las aulas de ordenadores escasos y obsoletos; factores de índole organizativo o metodológico, como es el elevado número de alumnos por aula u otros de carácter formativo, como es la escasa formación del profesorado en estas cuestiones técnicas. Otras razones, que se citaron en menor medida, son la complejidad de los programas informáticos y el desinterés del alumnado y del profesorado.

Aun así, existen algunas iniciativas de empleo de la geoinformación en el aula de secundaria que desarrollaron varios proyectos colaborativos en sus centros educativos, así como en centros de Formación del Profesorado e intercentros, destinados a la integración de las TIG en las aulas previas a la Universidad y en la formación inicial del profesorado (Velilla y Adiego, 2012).

El punto de encuentro en España de algunos de estos profesores involucrados en el uso de las TIG en el aula, y que ha servido de conexión para el desarrollo de otros diferentes proyectos, ha sido múltiple:

- 1) El curso anual de formación del profesorado “La enseñanza de la Geografía en Educación Secundaria: Actualización curricular y aplicación didáctica de las TIC” que organiza la Asociación Española de Geografía en la Universidad Carlos III y que está reconocido a efectos de formación permanente por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España. En él, las ponencias relacionadas con el uso de los SIG Web empleando la plataforma ArcGIS Online, ha supuesto un impulso decisivo en la formación de equipos de trabajo, algunos de los cuales han desarrollado conjuntamente proyectos innovadores.
- 2) El Centro de Excelencia Real Sociedad Geográfica-Digital Earth, que colabora con otros Centros de Excelencia europeos sobre educación geográfica.
- 3) Los congresos anuales del grupo de Didáctica de la Geografía de la Asociación Española de Geografía, como evento científico de difusión de la innovación en la investigación sobre educación geográfica, que supone una aportación conjunta de profesores de secundaria y universitarios dedicados a la formación del profesorado.

4) El grupo de investigación “Innovación didáctica para la enseñanza de la geografía en el marco del EEES” (GEODIDAC) de la Universidad Complutense de Madrid, que ha impulsado más de una decena de proyectos de innovación.

Una premisa esencial con la que se inicia esta tesis doctoral es la consideración de que para que la sociedad avance, se han de incorporar los cambios ocurridos en el corpus científico de las diferentes disciplinas, a las enseñanzas de las mismas. Muchos países, por ejemplo, los escandinavos, están pensando en integrar las competencias tecnológicas en su plan de estudios (Tømte et al, 2015) y el Reino Unido en su última actualización del currículum incorpora las geotecnologías. La integración de los SIG en la docencia es un gran desafío pendiente en nuestro país que debe responder a un planteamiento en tres planos diferentes y complementarios:

a) ¿Qué decir? Lo que supone buscar los contenidos más relevantes sobre la propia ciencia y las habilidades que conlleva.

b) ¿Cómo decirlo? Lo que supone integrar distintas técnicas en la docencia para hacer más efectivo el aprendizaje, para ello son esenciales las buenas prácticas docentes, lo que se ha buscado en distintos proyectos europeos y en el ensayo de la investigación-acción, para seleccionar las mejores técnicas y herramientas que transmiten los contenidos de geografía y SIG en el marco del aprendizaje inteligente.

c) ¿Qué herramientas son las más adecuadas para utilizar? se empleará la geotecnología vinculada a los SIG en la nube en el contexto curricular actualmente vigente.

Srivastava (2013) concluye que los SIG cambiarán el currículum. Este interés y la controversia existentes todavía a nivel internacional ratifican la pertinencia de esta tesis doctoral, que investiga la forma de integrar el pensamiento espacial y el pensamiento inteligente para explicar geografía y construir una ciudadanía planetaria (Gómez-Jarabo et al., 2019; Murga-Menoyo, 2020) o ciudadanía global (González-Ferreras, 2021), considerando ésta como una ciudadanía solidaria con la sostenibilidad del planeta que es un importante objetivo a conseguir en este caso empleando las SIG Web. Estos son los SIG en la nube, que se han mostrado con mejor usabilidad y accesibilidad para este fin que los SIG en local (Guallart y Lázaro, 2020). Esto significa transformar el carácter descriptivo tradicional de la geografía en competencias SIG para lograr un pensamiento geoespacial crítico e inteligente. De esta forma, se aportarían elementos muy necesarios para el trabajo futuro de los ciudadanos del siglo XXI.

El título de la tesis incluye y relaciona los dos conceptos básicos tratados a lo largo de la investigación: 1. El aprendizaje inteligente o *SMART learning*, que se abordará en el marco teórico, y se trata de un aprendizaje tecnológico, en el que uno de sus

principales elementos es el uso de ordenadores u otros dispositivos móviles conectados a la nube, que guían el proceso de enseñanza-aprendizaje, en nuestro caso de la geografía. 2. El pensamiento espacial, que incluye las habilidades cognitivas relativas a la dimensión espacial, la ubicación y su representación abstracta, que deben ser adquiridas. La vinculación de ambos conceptos (pensamiento espacial y aprendizaje inteligente) en el contexto del aprendizaje de la geografía, da lugar a un tercer término que los une, el pensamiento geoespacial, que es el pensamiento espacial alcanzado a través del uso de la tecnología. En esta última línea se diseñan y desarrollan los ejemplos de intervención en el aula aportados en esta tesis, que defiende su pertinencia como herramientas para el aprendizaje de la geografía, de este modo se impulsa la adquisición del conocimiento geográfico mediante el uso de SIG Web.

Explorar estos caminos es un reto para el docente, el estudiante y el proceso de enseñanza-aprendizaje con las posibilidades que la nube ofrece. A este reto pretende responder esta tesis.

### 1.3. Estructura de la tesis

La investigación ha partido de las necesidades detectadas y de la elaboración de un marco teórico-conceptual (Bloque II), en el que se repasa el estado de la cuestión en relación al aprendizaje inteligente y al pensamiento espacial. En este estudio de la literatura científica reciente sobre el tema, se centra la atención en la evolución del pensamiento espacial y sus dimensiones: el pensamiento espacial crítico y el pensamiento geoespacial, conseguidos a través de la integración de las tecnologías. Y se recogen además diferentes propuestas metodológicas de aplicación del SIG en la nube en la tradición de la educación geográfica: *GeoInquiry*, *GeoProgressions*, *GeoCapabilities* y *GeoInstruccional*.

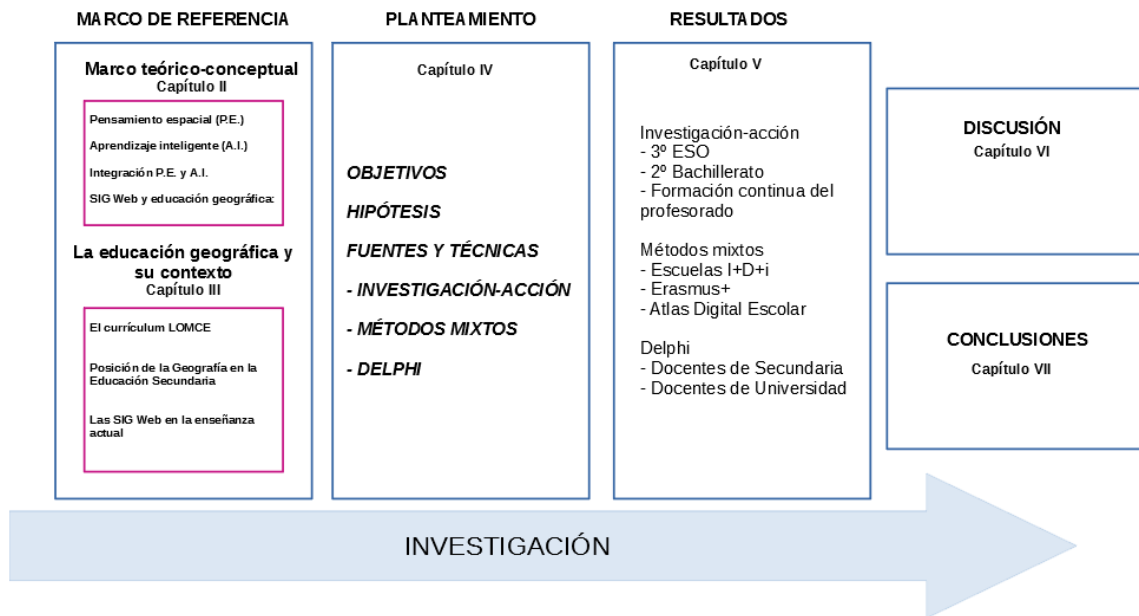
Para ahondar en el aprendizaje inteligente se ha realizado un análisis previo del contexto de la educación geográfica en la enseñanza secundaria (Bloque III), tomando cuatro puntos de vista diferentes: 1. el marco legislativo, a través de un análisis del currículum oficial de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, derivados de Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), prestando especial atención a los elementos vinculados al aprendizaje geográfico; 2. el profesorado en ejercicio, a través del informe sobre la posición de la geografía en la educación secundaria, realizado por la Asociación Española de Geografía en 2013; 3. la tecnología aplicada a la enseñanza geográfica, a través de uno de sus exponentes, los *story maps*; y 4. finalmente, el análisis de la experiencia docente propia de veinte años de docencia en Educación Secundaria y Bachillerato, los siete últimos dedicados específicamente a esta tesis.

Los dos elementos iniciales de la tesis, el marco teórico-conceptual y el análisis del contexto de la Geografía en educación geográfica en secundaria, responden a la justificación de la tesis y orientan la definición de objetivos e hipótesis, así como el diseño y la aplicación de diferentes metodologías al proceso investigador (Bloque IV). Para su desarrollo se han empleado tanto técnicas cualitativas de observación directa, a través del método de investigación-acción sobre proyectos de innovación docentes aplicados en la propia aula, como de técnicas mixtas y de triangulación sobre proyectos de innovación institucionales en los que se ha participado. Finalmente, se ha aplicado la técnica Delphi en la que ha contado con un panel de expertos docentes en la materia para ratificar o no los resultados obtenidos. La triangulación de los resultados refuerza la validez de la metodología aplicada a través de las tres técnicas citadas, tres fuentes de información (alumnado y profesorado del aula docente propia, proyectos institucionales y expertos sin relación directa con las experiencias desarrolladas) y tres perfiles diferentes de informantes (alumnado, profesorado en ejercicio y expertos).

En el apartado de resultados obtenidos (Bloque V) se exponen, por una parte, las tres actividades diseñadas para el aula de geografía (para 3º de ESO, 2º de Bachillerato y Formación del Profesorado) y, por otra parte, tres proyectos institucionales (Programa de Escuelas de I+D+i de la Consejería de Educación de la Junta de Extremadura, Proyectos Erasmus+ de la Comisión Europea, y el Atlas Digital Escolar, iniciativa vinculada a ESRI España y la Universidad de Zaragoza). Entre los resultados de la investigación para cada uno de los proyectos descritos, se expone una breve descripción, los objetivos, las actividades necesarias para alcanzarlos, y el grado de consecución en el marco del aprendizaje SMART, así como el impacto alcanzado a través de su difusión. Un último epígrafe en este apartado recoge los resultados obtenidos a través de la técnica Delphi ya comentada en la metodología. Una síntesis de los resultados de investigación se presenta en una matriz DAFO, que recoge Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades que se han detectado desde los distintos puntos de vista en los que se ha evaluado el aprendizaje SMART: 1. desde el propio aprendizaje SMART; 2. desde los resultados de aprendizaje SMART obtenidos en las acciones desarrolladas; 3. desde la perspectiva del profesorado implicado en ese aprendizaje.

Una reflexión sobre los resultados obtenidos da lugar a un apartado de discusión (Bloque VI) sobre los mismos y otro final con las conclusiones (Bloque VII). La estructura de la tesis ha quedado recogida en la Figura 1.

**Figura 1. Estructura de la investigación**



Fuente: elaboración propia



## 2. Marco teórico-conceptual: el aprendizaje inteligente y el pensamiento espacial

### 2.1. El pensamiento espacial y la ciencia geográfica

#### 2.1.1. Origen y breve evolución del pensamiento espacial

El concepto de pensamiento espacial deriva de lo que se considera como información espacial que es descrito por el geógrafo de la universidad de California en Santa Bárbara, Werner Kuhn (2012). Él lo considera en un contexto de investigación transdisciplinar que integra los siguientes elementos: ubicación, vecindad, campo, objeto, evento, red (referidos a conceptos espaciales); y otros relacionados con la información: granularidad, precisión, significado y valor.

La información espacial que da lugar al pensamiento espacial está fundamentada en tres pilares: 1. el conocimiento (conceptos); 2. las herramientas y las habilidades de representación espacial; y 3. el razonamiento lógico, tal y como señala el informe “Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum” (NRC, 2006), que es el documento de referencia en toda investigación sobre pensamiento espacial.

El pensamiento espacial ha evolucionado acorde a las necesidades del ser humano y de su conocimiento del entorno. Así, actualmente, se contempla el espacio en sentido amplio. Por un lado, como soporte en el que se desarrolla nuestra actividad cotidiana, y por otro, existe un espacio “alejado” al que no se accede de forma directa, sino a través de distintas fuentes de información, entre ellas Internet, lo que nos permite ampliar el espacio conocido, del real y cotidiano al virtual e imaginario.

Las habilidades que se derivan del pensamiento espacial son fundamentales para el desenvolvimiento y comienza con la percepción del espacio a través de los sentidos. Por ello, el pensamiento espacial impregna la vida cotidiana, el arte y la ciencia; por lo que no es exclusivo de la geografía, las ciencias de la tierra, la geología o las ciencias ambientales. También está presente en los negocios, el marketing y en algunas áreas de las matemáticas, que exigen habilidades de pensamiento espacial. Así, se aborda desde disciplinas tan dispares como la ingeniería (Carbonell, et al., 2012 y 2020; Martin, 2009) o la psicología (Rodán et al., 2016, 2019; Contreras et al., 2020). De ahí la dificultad de una definición unívoca sobre el mismo.

La psicología considera que las habilidades espaciales se basan en la visualización del espacio y en la orientación y las relaciones que en él se producen. Estas últimas quedan poco definidas; sin embargo, para la geografía, son las relaciones espaciales, la base de las habilidades, tanto en las asociaciones espaciales como en las

tendencias (Huynh, 2009). De hecho, en los currículos derivados de la LOMCE, se incluyen las competencias espaciales dentro de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:

*El espacio y la forma: incluyen una amplia gama de fenómenos que se encuentran en nuestro mundo visual y físico: patrones, propiedades de los objetos, posiciones, direcciones y representaciones de ellos; descodificación y codificación de información visual, así como navegación e interacción dinámica con formas reales, o con representaciones. La competencia matemática en este sentido incluye una serie de actividades como la comprensión de la perspectiva, la elaboración y lectura de mapas, la transformación de las formas con y sin tecnología, la interpretación de vistas de escenas tridimensionales desde distintas perspectivas y la construcción de representaciones de formas. (Anexo I Descripción de las competencias clave del Sistema Educativo Español de la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato).*

Los ciudadanos deben ser capaces de orientarse en el territorio, así como de leer, entender y emplear un mapa (Gómez-Trigueros, 2020), y más recientemente se ven en la necesidad de utilizar servicios basados en la localización. El pensamiento espacial permite relacionar el mundo real y el digital, siendo ambos esenciales para la ciudadanía global (Haklay, 2012). Tsou y Yanow (2010) consideran que las perspectivas (plano, alzado y perfil) ayudan a descubrir el valor del conocimiento geográfico y el desarrollo de la habilidad de explorar y visualizar el mundo real. Ambos autores sugieren que una sólida formación espacial preparará mejor a los estudiantes para responder a las cuestiones científicas y sociales del siglo XXI, como son los problemas críticos que la asolan: cambio climático, desastres naturales y su recuperación, conservación del medio natural, comprensión global y desarrollo sostenible, y otra problemática reciente, como la dinámica de la pandemia COVID-19 (Pombo, 2020). De esta forma, los geógrafos aplican la inteligencia espacial para analizar, organizar, clasificar y definir la información geográfica (Goodchild, 2006), lo que es extensible en los entornos de educación (Newcombe et al., 2010).

Gersmehl y Gersmehl (2006, 2007, 2011) tras una detallada revisión de la investigación en neurociencia concluyeron que el aprendizaje duradero de la información geográfica tiene lugar cuando se obliga a los estudiantes a realizar una tarea específicamente espacial. Así, el pensamiento espacial es una de las formas de inteligencia fundamentales en la sociedad moderna, al tiempo que es una competencia básica, al igual que el lenguaje o las matemáticas (Goodchild, 2006). Por su parte, la competencia espacial está reconocida en la teoría de las inteligencias múltiples de Gardner (1983, 1993, 2006) que la distingue como una de las inteligencias básicas y esenciales, como lingüística-verbal, musical, lógica-matemática, corporal cinestésica, interpersonal, intrapersonal, naturalista, a las que Daniel Goleman (1995) añadió la inteligencia emocional. Si bien su enfoque está más orientado a temas vinculados con el espacio en el arte que, a resolver problemas espaciales propios de la ciencia geográfica, que se trabajan en la línea de los estadios

del modelo experiencial de Kolb (1984): planifica, haz, observa y piensa, que Kolb et al. (2001) actualizaron y se desarrollaron en geografía en el nivel universitario (Healey y Jenkins, 2000).

En este contexto Bednarz y Lee (2011) elaboran un test en el que el pensamiento espacial se mide a través de sus múltiples habilidades: visualización, superposición de capas, identificación de símbolos cartográficos, empleo de operaciones booleanas, navegación por los mapas e identificación de correlaciones espaciales. Todos ellos son elementos tenidos en cuenta por otros investigadores desde otros campos. Así, desde la psicología destacan los elementos vinculados con la visualización espacial y la orientación (McGee, 1979; Pellegrino and Kail, 1982); la percepción espacial, la rotación mental e integración en la visualización espacial (Linn y Petersen, 1985) y las relaciones espaciales, asociaciones y pautas espaciales (Gilmartin y Patton, 1984; Albert y Golledge, 1999). También son importantes las cuestiones que responden a cómo cambian las condiciones en el tiempo y en el espacio a través del movimiento y la difusión, con elementos como la localización, aura, región, jerarquía, transición, analogía, patrones, asociaciones y comparaciones (Gersmehl y Gersmehl, 2007). Estas ideas las corroboran Goodchild y Janelle (2010), que hablan de localización, distancia, vecindad y región, redes, superposición de capas, escala, heterogeneidad espacial y dependencia espacial. Argumentan además que el lugar surge como un marco contextual importante para ciertos problemas sociales. Así, los conceptos de espacio y lugar y también el tiempo deberían ser temas centrales en educación.

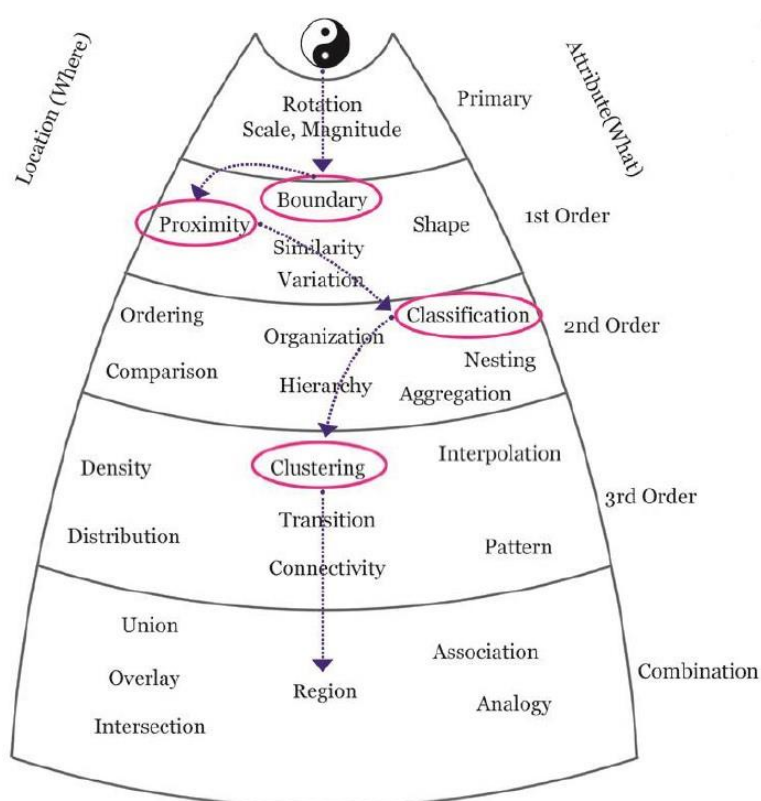
Por su parte, el equipo liderado por Perdue (Perdue et al., 2013) proponen un marco para el pensamiento espacial jerarquizando distintas habilidades espaciales entre las que se inicia lo más sencillo que es la rotación, escala y magnitud, y se evoluciona hasta lo más complicado, que sería una combinación de elementos anteriores. Así la identificación regional considera que exige un elevado nivel de habilidades como las asociadas a la proximidad, fronteras, agrupamiento y de clasificación (Figura 2).

Dentro de la geografía, diversos autores han profundizado en sus características, funciones, objetivos, etc. Así, Kim y Bednarz (2013) señalan las siguientes habilidades espaciales: el reconocimiento de pautas espaciales; la descripción espacial, empleando un lenguaje adecuado y preciso; la visualización ayudada por las representaciones gráficas; la aplicación de conceptos espaciales y el uso de herramientas de representación espacial del territorio. Por su parte, Lee y Bednarz (2009 y 2012) vinculan el pensamiento espacial a la visualización cartográfica, que es la línea seguida en esta tesis, como medio para obtener una mejor interpretación de los patrones de entidades del marco territorial (asociaciones, relaciones, conexiones o jerarquías). Mientras Schultz et al. (2008) consideran que el pensamiento espacial se puede expresar en términos de simetría, isomorfismo, reflexión, orientación, rotación y función o aquellos basados en una disciplina en particular. Y De Miguel (2016c) señala la utilidad de las tres funciones del pensamiento espacial, que de mayor a menor dificultad son las siguientes: 1. la función descriptiva, en la que se

refieren las localizaciones de los objetos sobre el espacio y las relaciones topológicas entre los mismos; 2. la función analítica, que ayuda a comprender las estructuras espaciales a través del tratamiento de los datos; y 3. la función inferencial, que ofrece respuestas que implementan el análisis de datos.

Por todo ello, el pensamiento espacial resulta un primer nivel en la descripción del espacio, ayudado por el tratamiento de datos para su análisis, por lo que muchos autores han considerado que se debe ir más allá hacia una visión crítica de ese análisis y al empleo de las tecnologías que permitan profundizar y sacar un mayor partido a esos datos.

**Figura 2.** Marco para el pensamiento espacial jerarquizado



Fuente: Perdue et al. (2013).

### 2.1.2. El pensamiento espacial crítico

El pensamiento crítico supone un avance sobre lo visto en el apartado anterior, al tratarse de una evaluación reflexiva de los procesos vinculados a la información, los argumentos y el conocimiento (Kim y Bednarz, 2013; Bearman et al., 2016). La primera dimensión importante del pensamiento espacial es el pensamiento crítico, como se puede ver en la formulación de áreas de competencias para una ciudadanía espacial o territorial (Shultze et al., 2014). Esta forma de pensamiento crítico se adquiere en geografía, a través de los conocimientos y de las habilidades SIG, y de la resolución de problemas, entendiendo el pensamiento espacial como un trabajo en equipo y colaborativo, visualización y comunicación, lo que se realiza hoy empleando

la tecnología (Tabla 1) (Schulze et al., 2013). Así, el aspecto crítico es fundamental no solo en el compromiso, la participación y la acción ciudadana, sino en las tareas educativas (Gryl et al., 2010).

**Tabla 1.** Competencias y descripción

Competencias	Descripción
Pensamiento crítico	Aplica los SIG crítica e independientemente, empleo de las tecnologías de la geoinformación como apropiadas dentro del contexto; identificar aplicaciones eficaces de SIG.
Conocimiento geográfico	Conocimiento geográfico y entendimiento de la naturaleza de las relaciones geográficas, incluyendo cambios, pautas y procesos.
Conocimiento y habilidades SIG	Adquirir, manejar, resolver, manipular, analizar y modelar; visualizar y comunicar los datos espaciales y la información geográfica; conocimiento de los conceptos de las Ciencias SIG.
Resolución de problemas	Tratar los problemas del mundo real aplicando el conocimiento geográfico y la comprensión espacial; desarrollar la resolución de problemas orientados al conocimiento y las habilidades SIG.
Pensamiento espacial	Fundamentos del entendimiento espacial, análisis espacial y aplicaciones, rendimiento del análisis espacial complejo y modelización; presentar la información espacial compleja.
Trabajo en equipo y colaborativo	Participación con el empleo de los SIG dentro de los equipos multidisciplinares en distintos entornos; cooperar con otros especialistas, manejar y coordinar proyectos SIG.
Visualización y comunicación	Representar y visualizar datos geoespaciales; comunicar información geográfica de forma efectiva a distintos destinatarios como investigadores, agentes tomadores de decisiones y público en general.

Fuente: Basada en Schulze et al. (2013).

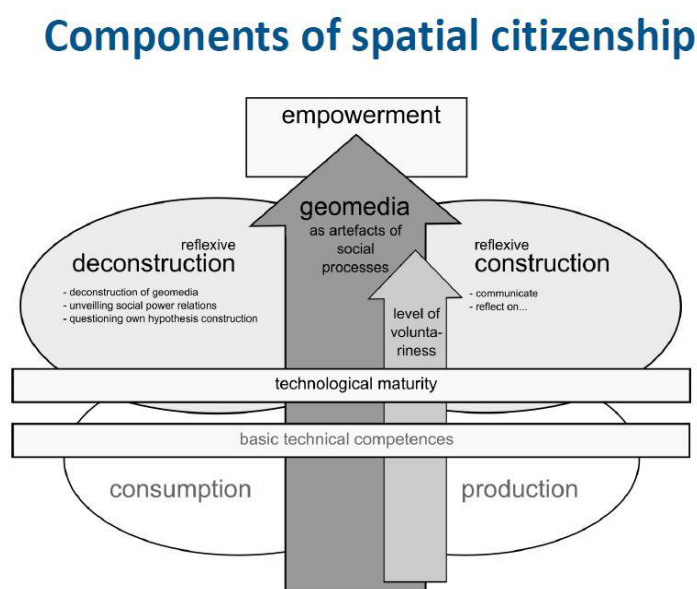
De la participación propia de una ciudadanía espacial derivada del pensamiento crítico surge el proyecto SPACIT<sup>1</sup> (Schulze et al, 2012 y 2014), que integra distintos elementos (Figura 3). Propone una desconstrucción de la información espacial a través de recursos educativos, estableciendo visiones personales del espacio social y comunicando estas visiones, empleando la geoinformación de una forma natural y madura. Los geomedia se emplean en este contexto para ayudar a adquirir un conocimiento instrumental, encontrar soluciones a los problemas y entender cuestiones más complejas (Buzo, 2012).

De este modo, la representación gráfica y la cartografía en línea que nos ofrece un SIG en la nube o SIG Web posibilita la interacción con los datos y una mejora del

<sup>1</sup> El proyecto europeo Comenius Spatial Citizenship (SPACIT) pretende dotar a los profesores de una formación sólida que desde las aulas docentes fomenten una activa participación sobre el territorio del alumnado. Fuente: <https://spatialcitizenship.org>

pensamiento crítico y constructivo. Así, queda al alcance de los estudiantes de secundaria la adquisición de un conocimiento profundo del territorio que les conduzca a actuar en corresponsabilidad sobre él mostrando competencias propias de una ciudadanía global. SPACIT busca formar a un ciudadano que entiende los problemas espaciales, es sensible a ellos e interactúa de forma inteligente.

**Figura 3.** Los componentes de la ciudadanía espacial



Fuente: Gryl y Jekel (2012)

La habilidad de pensar críticamente, y por extensión de resolver problemas y ejercitar la toma de decisiones, resulta de gran valor en el mundo profesional y académico (Kaminske, 2020). Se trata de una aproximación analítica relacionada con las herramientas espaciales y los datos que se emplean para generar preguntas inteligentes y provocar de este modo el pensamiento crítico (Goodchild y Janelle, 2010). Así, las personas que han adquirido la capacidad crítica con respecto al espacio son capaces de reconocer y entender las suposiciones y limitaciones de los datos espaciales que subyacen, sus representaciones y el razonamiento asociado a ellos. En este contexto las tecnologías son esenciales, ya que permiten integrar elementos transdisciplinarios a través de un lenguaje común. Además, la evaluación de las fuentes y de los recursos empleados puede ayudar a establecer una aproximación crítica al territorio, que unido a una ciudadanía responsable con la acción en la que se debe educar desde la escuela (Gordon et al., 2016).

El conocimiento de la calidad del dato es otro elemento esencial para el usuario (Kerski, 2015), en este caso para el docente, pero también para los estudiantes. Estos últimos no siempre se preocupan de ello de forma consciente, aunque se puede afirmar que el pensamiento espacial crítico crece en los estudiantes cuando su conocimiento cartográfico aumenta. Existen múltiples ejemplos que demuestran cómo un mapa puede invitar a equívoco e incluso engañar o mentir. Por ejemplo, el mapa

de Ptolomeo que invitó a Cristóbal Colón a buscar las Indias desplazándose en dirección Oeste, o la proyección de Mercator que exagera las superficies hacia los bordes de la tangente del cono imaginario que la fundamenta, o bien, la generalización o la unidad espacial modificable conocida por sus siglas en inglés Modifiable Areal Unit Problem (MAUP). Algunos de estos ejemplos se recogen en la obra de Monmonier (1991) “Cómo mentir con mapas”, que refleja la manipulación de las sociedades a través de los mapas.

Resulta muy ilustrativo el proyecto GI Learner<sup>2</sup>, en el que durante tres años, grupos de estudiantes de enseñanza secundaria de Austria, Bélgica, España, Reino Unido y Rumanía utilizaron SIG Webs adquiriendo el conocimiento a través de su empleo. Para ello se crearon distintas unidades temáticas (medio físico, ejercicios de ubicación, turismo, urbanización, biodiversidad, disparidades económicas, seguridad del agua, migraciones, población humana, cambio climático, nivel del mar, el hambre en el mundo, tsunamis, globalización, sostenibilidad y materias primas) (<https://www.gilearner.ugent.be/course/>) que emplean los SIG en la nube. Como resultado final, se observó que los estudiantes pasaron de considerar los mapas como un elemento dado a comprender la cantidad de contenidos que puede llegar a ofrecer para profundizar sobre un tema, y a ser más críticos en cuanto a la fiabilidad de la misma. Así, a medida que iban adquiriendo competencias cartográficas y al ser cuestionados sobre la fiabilidad de los mapas la precisión que empiezan a exigir en un mapa se observa en frases como estas:

- “Todo el mundo puede hacer mapas y no estás seguro de que todos los mapas sean fiables, podría crear un mapa con muchos datos falsos y compartirlo en mi cuenta.”
- “La mayoría de los mapas son fiables, pero a veces la información es incorrecta (por ejemplo, leyendas o colores incorrectos, tamaño de las áreas) o los mapas están desactualizados. No todos son claros y no siempre se pueden entender fácilmente.”
- “También hay mapas sesgados para intentar mostrar tendencias que se adapten a las opiniones políticas. Por lo tanto, cada mapa interesa a alguien, por lo que pueden ser subjetivos.”
- “Los diferentes tipos de mapas son útiles para diferentes cosas, algunos pueden ser más precisos y, por lo tanto, más útiles y otros solo brindan información básica.”
- “A veces pueden modificarse debido a desastres naturales y el clima. Algunas personas también pueden distorsionar algunas ubicaciones y, en ese caso, si los mapas no se actualizan, pueden brindar información falsa.”

<sup>2</sup> “Developing a learning line on GIScience in education” (GI-Learner) (2015- 1- BE02- KA201- 012306) Erasmus +. KA2: Cooperation for Innovation and the Exchange of Good Practices. Strategic Partnerships for school education.

El profesor Jerez (2006) asocia el pensamiento crítico con la cartografía en la tercera de las formas didácticas que establece. La primera corresponde con la memorización y el aprendizaje erudito, exigiendo recordar localizaciones, que puede encuadrarse como un modelo tradicional, muy en la línea de lo que los estándares de aprendizaje del currículum educativo actual proponen (LOMCE, 2016), sin considerar la existencia de la cartografía digital e interactiva. La segunda, emplea la cartografía digital e interactiva basada en la práctica y la observación de la misma, lo que llevaría a un aprendizaje por descubrimiento a través de las orientaciones del profesor y una serie de preguntas inteligentes a resolver. Lo podríamos identificar con el modelo indagatorio de Kerski (2011), que fue el de uso más generalizado al inicio del empleo de los SIG en la docencia en enseñanza secundaria. A la tercera forma didáctica la llama modelo crítico, y se basa en el análisis de la realidad a través de la cartografía elaborada por el estudiante, y que puede realizar una serie de acciones sobre la misma, como por ejemplo, cambiar la escala (con las decisiones necesarias a tomar con respecto a la generalización y el problema de la unidad de área modificable) o superponer capas de distinta procedencia y/o con distinta información y elegir los intervalos de los datos cartografiados, bajo la dirección del docente, con lo que es posible aprender a pensar y analizar críticamente los datos.

### 2.1.3. El pensamiento geoespacial

El creciente empleo de la tecnología, necesaria para la construcción del pensamiento crítico, nos lleva a hablar de un nivel de desarrollo mayor, a través del concepto de pensamiento geoespacial. Este fue definido por Roche, en el año 2014, como “aquél que se ocupa de distintas escalas geográficas (locales, municipales, regionales, nacionales e internacionales), analiza e investiga sobre los procesos espaciales que se producen en ese espacio, empleando las ciencias SIG y sus herramientas, lo que no se aleja de la definición más extendida sobre pensamiento espacial (NRC, 2006) ya señalada, pero añadiendo la importancia de las herramientas tecnológicas” (Roche 2014, p. 706). Por ello, se considera necesario un desarrollo de la alfabetización espacial (King, 2006) que se puede basar en las siguientes habilidades derivadas de la carta de la UGI sobre didáctica de la geografía (1992), que no son siempre fáciles de enseñar:

- la orientación espacial (el componente «¿dónde y por qué?»)
- pensar y actuar (¿dónde está en relación con?)
- el proceso de interacción espacial (¿qué cambios están teniendo lugar? ¿cómo se extiende?)
- los sistemas espaciales (¿cómo se ven afectados?)
- las cuestiones más amplias (¿cómo se pueden conectar más allá?)
- la toma de decisiones (¿cuáles son las soluciones?)
- no siempre existe un único resultado posible ¿Cómo se pueden obtener resultados diferentes?

Estas habilidades geográficas favorecen tanto el conocimiento como el pensamiento espacial generado a través de herramientas y técnicas propias, con las que se observan patrones espaciales (*National Geography Standard*, 2012), asociaciones y el orden espacial. Así, el acercamiento al territorio a través de las tecnologías es lo que nos permite hablar de pensamiento geoespacial, dentro del conocido como paradigma geotecnológico actual (Koutsopoulos, 2011; Moreno, 2013), que supone una nueva forma de hacer ciencia e impartir docencia empleando geotecnologías (Chen et al., 2015; DeMers, 2016; Chabaniuk, 2019).

Los recientes avances tecnológicos han impulsado el crecimiento de datos espaciales (*big data, mining data, crowdsourcing data...*). Además, los retos que se derivan de la necesidad de su organización exigen el empleo de geotecnologías, lo que supone una nueva aproximación al territorio, en la que es necesario integrar a distintas escalas geográficas los siguientes aspectos: 1. la visualización, que permiten observar relaciones (Wang et al., 2014); 2. la manipulación, interpretación y explicación de la información (Baker et al., 2015), lo que exige un compendio de diferentes habilidades o competencias (Bednarz y Lee, 2011) y 3. la capacidad de estudiar las características, los procesos interconectados de la naturaleza y el impacto humano, así como sus interconexiones en el tiempo y en la escala territorial adecuada (Kerski, 2008a).

De este modo se puede afirmar que su aplicación en la docencia impulsa el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (Koutsopoulos, 2010; Cook et al., 2014), no como objeto de estudio en sí mismo sino como una destacada herramienta (Favier, 2011). Así, permite vincular los problemas espaciales y las relaciones espaciales de la superficie terrestre con mapas convencionales, digitales e interactivos para resolver los problemas territoriales (Huynn y Sharpe, 2013). Su definición y aplicabilidad no ha sido sencilla, e incluso los primeros autores que abordaron estas cuestiones no fueron capaces de aclarar la diferencia entre pensamiento espacial y geoespacial; algo que autores posteriores, como Roche, sí abordan con claridad. Y es que el avance de la tecnología en esta última década va perfilando cada vez más que la educación espacial que emplea tecnología deriva en el pensamiento geoespacial y su educación en él.

La integración de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) en la educación, introduce un cambio conceptual, hablándose de Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico (TAG), que son aquellas TIG diseñadas para otros fines, pero utilizadas de manera didáctica, lo que permite al alumnado alcanzar aprendizajes geográficos (López-Fernández, 2016; Buzo, 2017a). Así, la demanda relativa a la educación geoespacial enfatiza la necesidad de desarrollar competencias web (Delgado-Peña y Subires-Mancera, 2019). Rip, van Lammeren y Bergsma (2014, pp. 19-20) señalan las referidas a los SIG Web, como el *web service, web mapping, web tools, sensor web*, la *web participativa* y el desarrollo de aplicaciones móviles basadas en la ubicación (SIG móvil), lo que es posible realizar con diversas herramientas, como

QField, Collector para ArcGIS (Sebastián y De Miguel, 2017) y Survey123 (Kerski y Baker, 2019; Buzo, 2019).

Collins (2018) considera el pensamiento espacial como una de las formas de inteligencia fundamentales en la sociedad moderna que debe estar presente en la enseñanza secundaria, empleando distintos medios tecnológicos que permitan incorporar en el aprendizaje gráficos, imágenes, modelos en 3D, vídeos y otras herramientas multimedia. Todo ello se puede añadir con facilidad en una SIG Web o sistema de información geográfico en la nube, que es una herramienta para buscar, analizar, procesar, organizar, clasificar, interpretar, visualizar y comunicar la información geográfica o geoinformación. Todas ellas son acciones esenciales de la inteligencia geográfica que fácilmente se trabajan con una SIG Web. De este modo, se ayuda a contextualizar el objeto en su ubicación espacial física y cognitiva o de la percepción, para después integrar lo observado y percibido con otros datos libres, y con ellos construir el conocimiento. Para todo ello resulta esencial desarrollar operaciones de análisis, visualización y comunicación de las interrelaciones entre los objetos, y además ser capaces de rotarlos mentalmente construyendo e interpretando distintas perspectivas (Zwartjes et al., 2017).

El mundo anglosajón, ha sido uno de los primeros que en su sistema educativo contempla aplicar por ley las geotecnologías en la enseñanza de la geografía (Muñiz, et al., 2015). De hecho, existen iniciativas que a través de páginas webs desde hace años acompañan a los docentes en este camino, como la del Oak National Academy con un apartado específico para profesores (<https://classroom.thenational.academy/subjects-by-key-stage/key-stage-4/subjects/geography>) o las lecciones docentes destinadas para el nivel K12 o de secundaria de ESRI UK (<https://schools.esriuk.com/teaching-resources/#->).

En España existen algunas experiencias de aula en esta línea, que emplean visores SIG gratuitos que no dependen de un software propietario a instalar, como es Iberpix (Crespo et al., 2020; Crespo, 2020), mientras que en países del ámbito latinoamericano se ha desarrollado la iniciativa *Geo for All* (<http://geoforall.org/>), que impulsa laboratorios por todo el mundo enfocados a distintos proyectos educativos, como el pionero en el mundo: gvSIG Batoví: (<http://valijas.ceibal.edu.uy/recurso/33>). En este contexto, en Uruguay se ha creado el Plan Ceibal (<http://www.ceibal.edu.uy/>), que es la primera experiencia en el mundo de aplicación del proyecto OLPC (One Laptop Per Child). En este proyecto se da a cada docente y a cada estudiante de la enseñanza pública un ordenador portátil de forma gratuita.

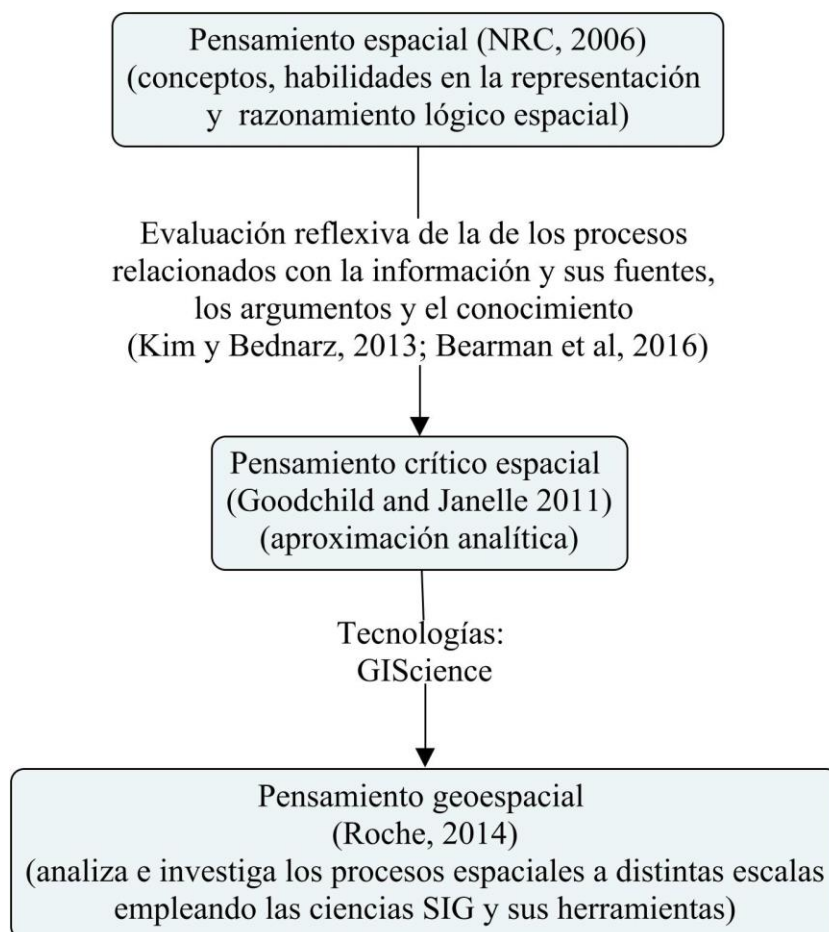
Se constata que es necesaria una atención especial a la formación del profesorado en el campo relacionado con el pensamiento espacial, en concreto en tecnologías geoespaciales para introducir a los estudiantes en el pensamiento geoespacial (Shin, et al., 2015).

De todas las investigaciones analizadas sobre pensamiento espacial, se concluye que se pueden distinguir al menos dos elementos comunes: en primer lugar, conceptos y relaciones espaciales, intrínsecas al pensamiento espacial; y, en segundo lugar, las herramientas tecnológicas que hacen posible construir ese pensamiento espacial, que podemos afirmar que es lo que se entiende como pensamiento geoespacial (pensamiento espacial ayudado por la tecnología). Entre ambas quedaría señalar el pensamiento crítico, derivado o construido a partir de conceptos espaciales aprendidos de primera mano, a partir de datos reales fiables y su representación precisa, al margen de interpretaciones o *fake news* y con una aproximación holística.

El pensamiento espacial gana así nuevas dimensiones a través de la evaluación de la calidad de las fuentes empleadas y de su enfoque crítico. En cuanto a las fuentes, algunos autores consideran los datos *open* para construir el pensamiento espacial (Belgiu et al., 2015; Petras et al, 2015).

Los distintos estadios considerados en el pensamiento espacial hasta llegar a un pensamiento geoespacial completo e integral, derivado del desarrollo y del empleo de tecnologías aplicadas al territorio se pueden observar en la Figura 4.

**Figura 4.** Del pensamiento espacial al pensamiento geoespacial



Fuente: Elaboración propia a partir de los autores citados

Así, las tecnologías geoespaciales son elementos esenciales para ayudar a preguntar y a responder sobre cuestiones geográficas, lo que supone desarrollar y aplicar las habilidades espaciales para mejorar el razonamiento espacial, y en definitiva a construir el aprendizaje inteligente o *smart learning* en la educación geográfica.

## 2.2. El aprendizaje inteligente (*SMART learning*)

Existen distintas formas de aprendizaje clasificadas en función de los medios tecnológicos empleados. Así el *e-learning* o *electronic learning*, emplea medios electrónicos, el *m-learning* o *mobile learning*, que añade la tecnología móvil y el *u-learning* o *ubiquitous learning*, que integra el aprendizaje en la nube desde cualquier sitio y en cualquier lugar a través de una conexión a Internet. Por último, el *smart learning* conocido como *s-learning*, que es el aprendizaje inteligente y se presenta como la forma más elevada de todas (Lee y Son, 2013).

Al sustantivo que adjetiviza el término *smart*, traducido del inglés como inteligente, se le concede un cariz tecnológico. Así, las *smart cities* o ciudades inteligentes, son aquellas en las que las tecnologías ofrecen soluciones para promover su desarrollo sostenible. Lo mismo se podría decir del *smart home*, u hogares inteligentes, en los que las tecnologías y el internet de las cosas, dan solución a cuestiones diarias de nuestras vidas en el hogar, en los que tienen una posición predominante los *Smartphone* y las *Smart Tv*, o teléfonos y televisiones tecnológicamente avanzados y con conexión a Internet.

El *smart learning* se centra en el estudiante, por lo que muchos autores lo asimilan al aprendizaje personalizado, emplea la interacción, es autodirigido, inteligente, flexible, realista, colaborativo, integra el aprendizaje informal y el sentido de la realidad entre otros muchos elementos (Lee y Son, 2013; Bartle, 2015). El aprendizaje inteligente es un enfoque humanista del aprendizaje, que ofrece oportunidades prácticas y personalizadas para adquirir información, gestionar conocimiento, interactuar y colaborar con compañeros e instructores para que los alumnos puedan aplicarse en la resolución de problemas y alcanzar metas en un contexto real (Sung, 2015).

En la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) el grupo de innovación docente denominado *Smart and Adaptive Learning and Teaching* (SALT-CG, 2021) tiene por objetivo promover el desarrollo y aplicación de sistemas de enseñanza-aprendizaje inteligentes y adaptativos, empleando tecnologías, como la desarrollada en G-Rubric (Jorge-Botana et al., 2019) “para corregir y dar *feedback* en pruebas de respuesta abierta en actividades de evaluación formativa” (Santamaría et al. 2018, p.110). Estos trabajos se encuentran en la línea de lo que afirman otros autores como, por ejemplo, Stringer et al. (2019) que defienden el empleo de la tecnología para mejorar el aprendizaje e incluso ofrecen una guía para ello (Stringer et al., 2019). En sintonía con lo anterior, el área de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de

Alicante cuenta con el Grupo de Investigación en “Tecnologías Inteligentes para el Aprendizaje (*Smart Learning*)”, entre cuyas líneas de investigación se encuentra el aprendizaje adaptativo. De entre sus publicaciones únicamente en una se cita de forma expresa el *smart learning* (Real-Fernandez, 2019); sin embargo, el enfoque difiere considerablemente a la definición de *smart learning* defendida en esta tesis, ya que se trata de un sistema de tutorización inteligente en el marco de un entorno de aprendizaje inteligente en la línea de Hwang (2008, 2014). Para ellos la herramienta tecnológica es esencial en dicho proceso y está diseñada para adaptarse al estudiante, ofreciendo guía, retroalimentación, pistas y otras herramientas que permitan reforzar ese conocimiento. Es un proceso centrado en las necesidades del estudiante a través de las analíticas ofrecidas por el entorno de aprendizaje calificado como inteligente, más que a la motivación del estudiante. La tasa de éxito derivada de la propia mecánica del sistema hará que el estudiante se enganche en este sistema de trabajo, si bien todavía quedan experiencias por realizar en este campo (Ferguson et al., 2016). El aprendizaje adaptativo se entiende vinculado al empleo de una plataforma digital educativa que va dirigiendo al estudiante a través de sus respuestas.

La difusión del término *smart* ha alcanzado otros sectores, como el empresarial, en el que se plantean los objetivos SMART. En este caso, y haciendo un juego de palabras con la acepción inglesa de “inteligente” se ha buscado formar ese concepto a través de un acrónimo, que incluye las características de ese tipo de objetivo: específico (*Specific*), medible (*Measurable*), alcanzable (*Attainable*), realista (*Realist*) y en tiempo (*in Time*). De la definición de objetivos SMART para las empresas, se ha dado el paso a objetivos SMART para otras instituciones, como es el caso de las educativas, tal y como propone el Inspector de Educación Antonio Sanz (2019) para mejorar las propuestas de objetivos de los centros educativos en las Programaciones Generales Anuales (PGA). Su iniciativa va encaminada a que las PGA de los centros educativos sean más concisas y reales, por lo que propone que se formulen objetivos SMART, esto es, que sean específicos (S), señalando el resultado esperado; medibles (M), para que se pueda controlar su grado de cumplimiento; alcanzables (A), que sin ser fácil de conseguir, tampoco imposible; real/retador (R) que sea capaz de movilizar las ilusiones y los esfuerzos de la mayoría; y temporal (T), estableciendo un plazo determinado. Esta propuesta es seguida, entre otros, por el IES San Roque de Badajoz, que lo aplica a su PGA desde el curso 2018/2019.

Por lo tanto, se llega al aprendizaje inteligente o *smart learning*, no sólo a través de los ordenadores y de otros dispositivos, como tabletas o teléfonos móviles empleando un modelo o método a través de sus siglas: el acrónimo SMART. En este caso nos referimos también al aprendizaje que utiliza, de forma adecuada, los medios que la tecnología pone a su alcance (Lee y Son, 2013) aplicando un método docente específico en varios pasos definidos por las siglas en inglés SMART (*Self-directed and Student-centered, Motivated, Adaptive, Resource-enriched, and Technology-embedded*) que debe reunir los elementos necesarios para un aprendizaje

autodirigido, motivado, adaptativo y enriquecido en recursos, que además emplea la tecnología. Las ventajas de cada uno de ellos son:

a) *Self-directed and Student-centered*, el aprendizaje autodirigido y centrado en el estudiante supone una formación personalizada, que es un elemento que mejora el aprendizaje universalmente admitido desde el origen de la educación (Sein-Echaluze et al. 2019). Las ventajas del aprendizaje personalizado están científicamente probadas, aunque es una preocupación sin resolver, como muestra el informe Horizon (Becker et al., 2017; Sein-Echaluze et al. 2019). Los dos pilares en los que tradicionalmente se basa siguiendo a Pierre Faure, uno de sus pioneros (Pereira, 1976) son: la visión integral del ser humano y el método constructivista. Este último fomenta el trabajo personal del estudiante de forma guiada, y una posterior agrupación o interacción grupal a partir de los conocimientos previos obtenidos a través del trabajo personal. El método constructivista propone el desarrollo integral de la persona formando ciudadanos responsables, desde su propio trabajo en la escuela. Los estudiantes descubren sus desafíos de aprendizaje, se involucran en el aprendizaje y en la investigación, aumentan sus competencias para aprender a aprender. Estos potencian una ciudadanía responsable, actuando con conocimiento e integrando el aprendizaje permanente de forma natural. En la esencia del aprendizaje personalizado está que el alumnado tome la iniciativa de su propio trabajo, lo que se puede traducir en establecer sus propios objetivos de aprendizaje y gestionar los contenidos para aprender, de acuerdo con sus propios antecedentes e intereses, sin olvidar la interacción en el aula para lo que serán importantes sus habilidades sociales que apoyarán el aprendizaje a lo largo de la vida. En consecuencia, el aprendizaje centrado en el estudiante es "impulsado" no solo por la orientación del profesorado, sino también por la comunidad y la red (Lee, 2015).

b) *Motivated*, la motivación es el deseo del estudiante de integrarse en el entorno de aprendizaje, y por tanto, un factor esencial en este proceso. De ahí que los recursos y estrategias que el profesorado busca vayan en la dirección de motivar al estudiante e impulsar así la participación del mismo en el entorno de aprendizaje. Carbonell-Carrera et al. (2017) citan a Van der Schee et al. (2003), que para la geo-información y la cartografía, afirman que es necesario hacer las clases más amenas para incrementar la motivación. La propia actividad diseñada facilita la comprensión de los fenómenos geográficos de manera más didáctica, práctica, atractiva y dinámica al poder trabajar sobre el territorio virtualmente y visualizar conceptos que hacen comprensible el conocimiento.

c) *Adaptive learning* o aprendizaje adaptativo, que para Sein-Echaluze et al. (2019) supone una adaptación al alumnado de la tecnología en función de las respuestas del mismo. Así, conlleva la personalización de su aprendizaje basado en tres pilares principales:

- Ritmo de aprendizaje del estudiante, de forma que a partir de un conjunto de recursos y actividades comunes sea posible que cada estudiante acceda a

ellos en función de su ritmo de aprendizaje. La retroalimentación del docente deberá adaptarse también a ese ritmo.

- El conocimiento previo de los estudiantes, es decir, la citada aplicación del constructivismo. Se propone intentar nivelar los conocimientos de los estudiantes, que en algunas universidades se traduce en la implantación de cursos cero. Para ello es esencial una prueba inicial que permita detectar el conocimiento con el que los estudiantes se inician en nuestra materia. A veces se emplean técnicas como el secuenciar una serie de trabajos y sin la entrega de cada uno de ellos, no es posible entregar el siguiente, ya que se considera que cada uno de esos pasos de aprendizaje son esenciales para conseguir el siguiente. También es posible ampliar los conocimientos, si el estudiante o el profesor así lo consideran.
- El perfil del estudiante y su contexto, al que será esencial adaptar los recursos de aprendizaje, el lenguaje, las técnicas y métodos de aprendizaje, etc.

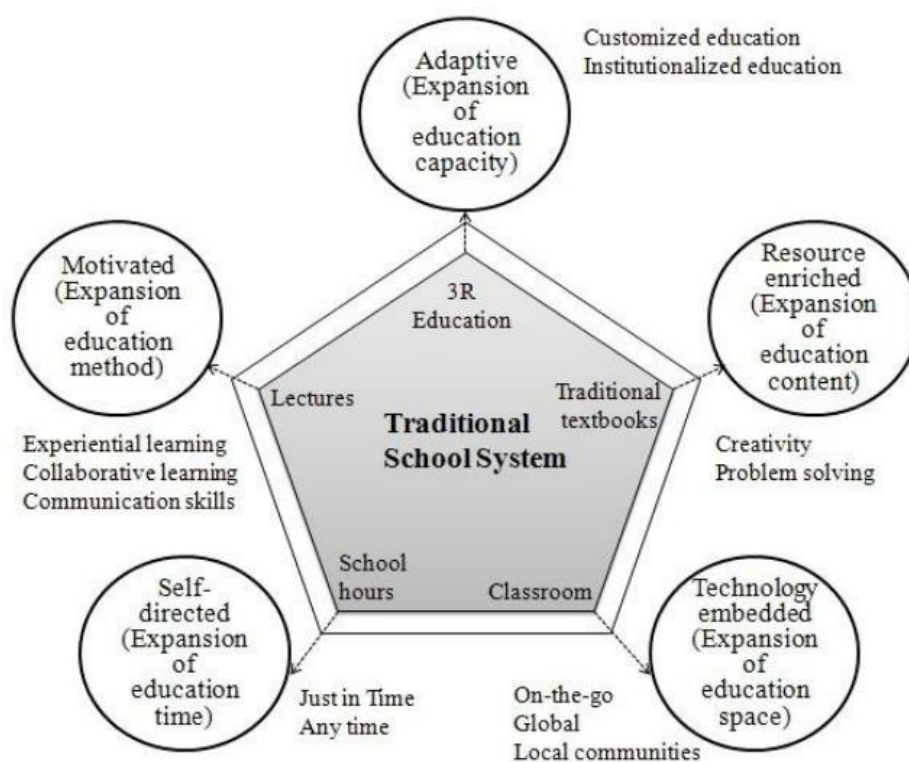
d) *Resource-enriched* o enriquecido en recursos educativos. No se trata de un aprendizaje que utiliza indiscriminadamente la tecnología, sino que la usa para acceder a diferentes recursos educativos que enriquecen el proceso de aprendizaje. Se trata por lo tanto de un aprendizaje enriquecido con recursos educativos variados. La utilización de SIG Web para el aprendizaje geográfico facilita la integración de esos recursos variados, que pueden mostrarse en las ventanas emergentes, como las imágenes o vídeos, o a través de enlaces a sitios web o documentos de texto. Además, la elaboración de *story maps* a partir de los mapas webs elaborados con los SIG en la nube, permite la integración de estos recursos y su presentación integrada junto a la cartografía digital.

e) *Technology-embedded* o basado en la tecnología. Los autores de este modelo SMART desarrollan en Moodle sus propuestas de entornos de aprendizaje personalizado, por lo que están basados en recursos tecnológicos. El empleo de los SIG en la enseñanza de la geografía, supone la aplicación de la tecnología al aprendizaje geográfico, pero no presenta una postura unánime entre los estudiosos, fundamentalmente debido a la dificultad de uso en el software de escritorio. Sin embargo, la evolución hacia herramientas tecnológicas SIG más sencillas y usables los hacen cada vez más populares. La mayoría de los autores reiteran que la tecnología en sí no es lo más importante, sino los resultados de aprendizaje y la eficiencia del mismo. El potencial motivador de estas herramientas es indiscutible, así como su adaptación a las necesidades del usuario, lo que es fundamental para el aprendizaje (Songer, 2010) y explica que su empleo esté cada vez más generalizado (Slocum et al., 2009). De este modo, se proporciona un conocimiento geográfico significativo (Fargher, 2018) que parte del empleo de los SIG Web para crear mapas web y analizarlos después (Kerski y Baker, 2019), lo que está revolucionando la forma en que la información geográfica está llegando a las aulas escolares. Se trata de una herramienta muy útil no solo en temas de geografía y territorio, como en el Atlas Digital Escolar (De Miguel, Buzo, y Lázaro, 2016; De Miguel, et al., 2016) sino también en

arte (Álvarez-Otero, 2014), y otras materias, como la literatura (Proyecto BIO-MAPS, 2020-2022). Su efectividad depende de la alfabetización espacial del observador (Clagett, 2009).

Como antecedentes en el empleo del aprendizaje inteligente se puede citar al Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Corea del Sur (Kim et al, 2013; Jeong, 2020). El avance tecnológico en ese país hace que haya un número importante de estudios sobre el empleo del *smart learning*, como el de Budhrani (2018), que lo apoya en tres pilares: 1. el medio tecnológico en el que se haya inmerso el aprendizaje, 2. la pedagogía y 3. el estudiante, que es el orden contrario al que corresponden a las siglas y su definición oficial por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (Figura 5).

**Figura 5.** Aprendizaje SMART



Fuente: Ministry of Education, Science and Technology of the Republic of Korea (MEST) (2011), tomado de Sung (2015).

*The Association for Smart Learning Ecosystem and Regional Development*, (ASLERD) es una asociación, con sede en Roma, que se ocupa de lo que etiquetan como ecosistema del aprendizaje inteligente. Desde el año 2015 recoge lo realizado por el Observatorio de aprendizaje sobre las ciudades inteligentes (*Observatory on Smart City Learning*, 2012-2015), con una aproximación interdisciplinaria tejida por académicos, docentes e investigadores, y por profesionales. Así, el aprendizaje inteligente favorece la integración eficaz de las ciencias de la información geográfica o geoinformación en la enseñanza de la geografía para contribuir a construir un

pensamiento espacial que considere los objetos en su contexto, sus interrelaciones y con ello poder interpretar la realidad territorial. Lo que conlleva el desarrollo de las capacidades de pensamiento espacial de los estudiantes ayudando a fomentar las habilidades, el conocimiento y la comprensión geográfica. La amplitud de herramientas manejadas en el *smart learning*, desde el propio análisis del proceso de aprendizaje y su objeto hasta el aprendizaje en sí mismo, hace que sea necesario, para abordar el *smart learning* desde la ciencia geográfica, vincularlo a la cartografía como lenguaje propio de esta ciencia, y los datos que en ella es posible visualizar. Esta vinculación con la cartografía impulsa en los estudiantes el pensamiento espacial y crítico, así como el diseño de posibles tomas de decisiones a la vista de los datos cartografiados, que es el objetivo principal del proyecto SPACIT.

### 2.3. La integración del pensamiento espacial y el aprendizaje inteligente mediante SIG Web

La integración del pensamiento geoespacial en la formación de los estudiantes de secundaria generalmente se realiza a través de los SIG. Su introducción en educación responde a su capacidad para reforzar el aprendizaje de la geografía y resultan una insustituible herramienta para estudiar problemas geográficos en una variedad de escalas. Van Leeuwen y Scholten (2009) ven un valor agregado en el empleo de los SIG basado en lo que ellos categorizan como los cinco sentidos:

1. Sentido de la realidad, ya que permite emplear datos realistas, como por ejemplo los del propio entorno.
2. Sentido de urgencia y motivación intrínseca, ya que hace que los datos reales y temáticos empleados impulsen el interés de los estudiantes.
3. Sentido de la experiencia derivada de la posible influencia, el análisis de un territorio hoy y tras una acción, días después, permite visualizar a los estudiantes que utilizan SIG un panorama que puede estar influenciado por (sus) propias decisiones.
4. Sentido de diversión, el aprendizaje resulta más sencillo cuando se disfruta de lo que se está haciendo, y el uso de SIG es divertido cuando las herramientas son fáciles, hay datos interesantes disponibles y el estudio de caso es interesante.
5. Sentido de ubicación, los datos referenciados al territorio como los procedentes de rutas GPS con las que construir itinerarios, de juegos de orientación o del trabajo de campo le da una dimensión adicional, la ubicación (coordenadas x, y, z) se convierte en algo emocionante para explorar.

Sin embargo, estos argumentos no han despertado en el profesorado el interés por los SIG, que lo perciben como difícil de usar y de aprender (Rickles, et al., 2017), debido a la ausencia de formación inicial y continua del profesorado en este campo (Bednarz y Van der Schee, 2006) que en parte se deriva de la escasa formación en

TIC (Genevois, 2011); a su tradicional dificultad por la sofisticación de sus herramientas ya que la interfaz de usuario de SIG sigue siendo compleja y carece de un marco conceptual o teórico consistente (Goodchild, 2011). Esta dificultad la ratifican diversos autores (Del Campo et al., 2012) y se recoge en el Informe realizado por la AGE sobre la posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato (Buzo e Ibarra, 2013). En este informe se señala que la mitad de los profesores encuestados no ven viable la introducción de las TIG en el aula de secundaria, señalando como motivos principales, tanto razones organizativas (exceso de alumnos por aula), como razones técnicas (falta de equipos u obsolescencia de los mismos) y falta de formación.

El hecho de que el currículum no incluya los SIG de forma explícita, aunque tampoco impida su empleo, priva al estudiante de contenidos, habilidades o competencias propias de la ciencia geográfica, y por tanto de los SIG, mientras que en otros países ya lleva un camino recorrido (Kerski et al., 2013). Aunque los cambios tecnológicos se producen rápidamente, lo que ofrece nuevas oportunidades ya que las herramientas SIG son cada vez más amigables, los conceptos de trabajo con herramientas SIG siguen siendo los mismos. A pesar de las dificultades señaladas, autores como Shin (2006) los consideran una buena práctica para aprender geografía.

Aunque existe una amplia literatura sobre el empleo de los SIG en educación secundaria (Kerski, 2003; Baker, 2005; Bednarz, 2004; Bednarz y Van der Schee 2006; Boix y Olivella, 2007; Lázaro y González, 2005, 2007; Milson et al. 2012; Goldstein y Alibrandi, 2013) está reconocido que su empleo todavía es escaso (Baker, 2015 et al.; Fargher, 2018; De Miguel, 2019). Y las razones para ello se encuentran en que los SIG constituían una caja negra en la que solo los expertos eran capaces de trabajar (Escobar, 2015), mientras que en la actualidad son multitud las herramientas disponibles, con base SIG, adaptables a todo tipo de público, y también para la enseñanza secundaria. Así, Favier (2012) habla de cinco formas de integrar los SIG en la educación geográfica: 1. enseñar sobre SIG, 2. enseñar con SIG, 3. aprender sobre SIG, 4. aprender con SIG, 5. investigar con SIG, en los que varía el foco del proceso (más tecnológico o más geográfico) o la responsabilidad del profesor o el estudiante (enseñar o aprender) (Figura 6).

Los SIG en la nube o SIG Web irrumpen en la Enseñanza Secundaria a principios de la década de 2010 para superar las dificultades derivadas de las limitaciones propias del SIG de escritorio, al no depender de un ordenador concreto en el que trabajar. A un proyecto SIG en la nube, se puede acceder desde cualquier dispositivo conectado a Internet, independientemente de su sistema operativo. Además, se puede trabajar en cualquier momento y lugar, eliminando las limitaciones temporales y de ubicación. Por otra parte, la misma plataforma puede paliar los fallos en la interoperabilidad de los datos, por ejemplo, al detectar automáticamente el datum empleado y poderlo adaptar al de otras capas de datos. De esta forma, facilita el acceso a una más amplia gama de datos referenciados en el espacio (geodatos), permitiendo realizar en la

nube análisis territoriales de forma más eficiente, creando y recreando cartografía interactiva adaptada a las necesidades del usuario. Guallart y Lázaro (2020) afirman que las SIG Web se han mostrado con mejor usabilidad y accesibilidad que los SIG *desktop*; de este modo, se integran la tecnología y una plataforma con recursos para docencia e investigación (Kim et al., 2011). Las SIG Webs favorecen el desarrollo competencias digitales y espaciales (Lam et al., 2009; Bodzin, 2011; Lee y Bednarz, 2012; Bodzin et al., 2014; Kim y Bednarz, 2013; Favier, 2013; Monson et al., 2014; Lobben y Lawrence, 2015) y el pensamiento crítico espacial propio del empleo de datos primarios (Baker et al., 2012; Baker et al., 2015; Bearman et al., 2016).

**Figura 6.** Cinco formas de integrar los GIS en la educación geográfica



Fuente: Elaborado a partir de Favier (2013)

Según Álvarez-Otero (2020), la existencia y desarrollo de los SIG Web ha sido posible gracias a la concatenación de diferentes hechos, como son: 1. los avances en la geolocalización derivados de la liberación de la señal del GPS, por parte de los EE.UU. en el año 2000; 2. la política de datos públicos abiertos (open data), publicados por los organismos responsables, en el marco de la ley de reutilización de la información del sector público, que a su vez exige la estandarización de esos datos para hacer posible su interoperabilidad; 3. la aparición de la Web 2.0, que más allá del consumo pasivo de contenidos en línea, permite la interactividad, no sólo para integrar datos de distintas fuentes, sino también para el trabajo en grupo desde distintos lugares y de forma asíncrona (trabajo colaborativo), lo que favorece métodos docentes a distancia, y otras técnicas docentes innovadoras, cuya descripción excede el objetivo de este trabajo; y 4. los avances de la tecnología aplicada a la representación espacial.

La creciente demanda no solo desde el mundo educativo, sino también desde el mundo empresarial, ha llevado a la proliferación de herramientas SIG Web (Carto, ArcGIS Online, GeoNode, QGIS Cloud, SignA...). Todas ellas tienen la opción de visualizar los datos del propio usuario y enriquecerlos con otros datos libres publicados por distintos organismos, bien mediante una conexión a los servicios estandarizados del *Open Geospatial Consortium*, o empleando un fichero de datos de un formato compatible, previamente creado por el usuario o descargado de algún centro de descargas, por ejemplo del Instituto Geográfico Nacional (IGN) o el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Álvarez-Otero et al. 2015, 2018; Esteves et al., 2015; Giannakou et al., 2019).

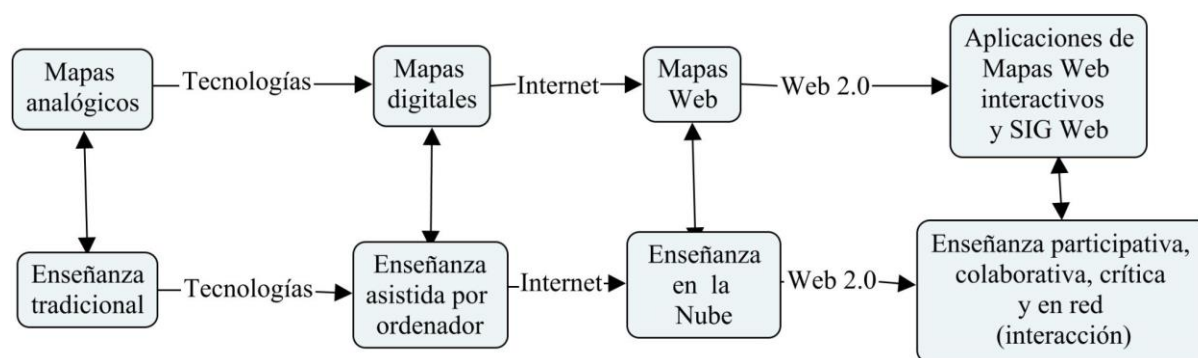
Las herramientas más empleadas de los SIG en línea se nutren de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) nacionales, como el SignA, del Instituto Geográfico Nacional (Lázaro, Álvarez-Otero y González, 2015; Potti et al., 2011). Esta última, es el nodo natural de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España como sucede con el Géoportail (<https://www.geoportail.gouv.fr/carte>), diseñado por el Instituto Geográfico Nacional de Francia, que aunque no han sido diseñados específicamente para la docencia, se emplean frecuentemente en ella. Algunas comunidades autónomas, como la extremeña y la aragonesa, han realizado una adaptación de la IDE a la educación (IDE Didáctica de Extremadura, IDE Didáctica de Aragón). Una de las primeras iniciativas en España fue el Portal Educativo en Sistemas de Información Geográfica, PESIG (Boix y Olivella, 2007; Catalá, 2020), impulsado por la Universidad de Girona, persigue una formación del profesorado de secundaria en SIG empleando principalmente herramientas SIG gratuitas y abiertas, como gvSIG. También, la plataforma PaikkaOppi en Finlandia (Houtsonen et al., 2014) que nace con una finalidad estrictamente didáctica, en la que se pueden diseñar pequeños proyectos de aula y se está implementando para su empleo en los exámenes de acceso a la universidad. Todos estos entornos de aprendizaje ofrecen un visor simplificado, principalmente dentro de un navegador, con contenido que se ajusta al plan de estudios nacional existente. Otros marcos SIG educativos específicos que surgen en otros países son EduGIS ([EduGIS | Educatief GIS Portaal](#)) en los Países Bajos, Geoland (<http://geoland.at>) en Austria en el paraguas del proyecto europeo INSPIRE abarca algunas provincias y GeoPoint en Flandes (<http://geopunt.be>), con todas las capas que integran la información geográfica del propio país y algunas herramientas de análisis que emplea el profesorado de secundaria.

La mayoría de las iniciativas citadas crecen al amparo de distintas universidades y se aplican a las aulas por distintos programas educativos institucionales, como el semestre geoespacial de la Universidad de Madison en EE.UU. (Kolwood, 2012 y 2020), que se inicia con conceptos relacionados con el pensamiento espacial, y cuando avanzaban hacia el pensamiento geoespacial tradicionalmente emplean herramientas de ESRI. Estas experiencias permiten que se pueda afirmar que las herramientas SIG Web tienen un gran potencial (*powerful*) y están revolucionando la manera en la que la información geográfica está llegando a las aulas escolares, al

proporcionar un conocimiento geográfico significativo, a lo que esta tesis pretende añadir y demostrar que se trata de un aprendizaje inteligente, como se definió anteriormente con una mejora o implementación continua (Fargher, 2018; 2019).

La evolución de la cartografía convencional conviviendo con la digital y los mapas web han facilitado este camino en la educación geográfica (Figura 7). Así, el paso de la cartografía analógica a la digital, está transformando paralelamente la enseñanza de la geografía hacia una educación geográfica en digital, que “sin perjuicio de la utilidad didáctica que siguen teniendo hoy en día los atlas y la cartografía en formato impreso (...), está generando la transformación de algunos procedimientos básicos de la didáctica de la geografía, como los de escala (zoom), localización (geoposicionamiento) o interacción entre diferentes factores geográficos (capas de información superpuestas)” (De Miguel y Buzo, 2020, p. 29).

**Figura 7.** Evolución paralela de la cartografía y la enseñanza



Fuente: Elaboración propia

La digitalización de la cartografía en la nube, también permite realizar aprendizajes ubicuos, atemporales y desde cualquier dispositivo, independientemente de su sistema operativo. Esto posibilita trabajar con mapas actualizados al instante, acabando con la inmutabilidad de los mapas impresos. Esas propiedades del trabajo en la nube marcan otra característica de los mapas en red, que es la posibilidad de trabajar de manera colaborativa sobre el mismo mapa. Finalmente, se debe señalar una última característica de la cartografía digital, permite el enriquecimiento con diferentes tipos de recursos digitales (gráficos, imágenes, vídeos y enlaces a webs), que, disponibles en ventanas emergentes, mejoran la información disponible en los mapas (De Miguel y Buzo, 2020). Estas características pueden marcar hacia dónde va a seguir evolucionando la cartografía digital y por lo tanto, la enseñanza de la misma, facilitando el acceso en la docencia a un número considerablemente mayor de (geo)datos, a la realidad aumentada, la realidad virtual y en 3D. Todo ello incrementa las competencias tecnológicas del estudiante y obliga al docente a adquirir competencias digitales, en la línea de lo marcado en el Marco Común de Competencia Digital Docente, adaptación del Marco Europeo de Competencia Digital para el Ciudadano v2.1 (DigComp) y del Marco Europeo de Competencia Digital para

Educadores (DigCompEdu) (INTEF, 2017, p.7; Caena et al., 2019) y ciudadanos (Carretero et al., 2017).

## 2.4. El SIG en la nube y la educación geográfica

El empleo de los SIG en la nube se puede realizar con distintos métodos, que parten de la base de los principios del constructivismo y del aprendizaje significativo y su esencia existía antes de la aparición de los SIG. El profesor De Miguel (2016c) distingue cuatro taxonomías desarrolladas por profesionales de la geografía: *geoinquiry* o método indagatorio, *geoprogressions* o geoprogresiones, *geocapabilities* o método enfocado en las capacidades del profesorado, y el método *geoinstruccional* para adquirir competencias espaciales.

### 2.4.1. Geoinquiry o método indagatorio

*Geoinquiry* o método indagatorio está directamente vinculado al método científico, que se emplea de forma sistemática desde los inicios de la integración de los SIG en la enseñanza secundaria (Kerski 2000; Favier, 2011 y 2012; Araya, 2013, Zwartjes, 2014 y Buzo, 2014) y conlleva el aprendizaje por descubrimiento (De Miguel, 2014a) derivado del aprendizaje basado en problemas. Esto favorece que el alumnado se centre en tres aspectos clave: por una parte, en las habilidades de pensamiento, desarrollando una cultura de indagación, así como un discurso de investigación de naturaleza científica. Por otra parte, se favorece el trabajo conceptual, proporcionando información sobre el tema de investigación enfocado a la comprensión de los conceptos propios del tema objeto de estudio. Finalmente, permite cerrar la brecha entre los alumnos de alto y bajo rendimiento, organizar a los estudiantes para aprender en grupo, de manera cooperativa, y centrarse en los procesos de colaboración (Dobber et al., 2017).

El pensamiento espacial refuerza en los estudiantes las habilidades para llevar a cabo una indagación científica territorial, focalizándose en resolver un problema y pensarlo espacialmente; es decir, con conocimiento de causa al formular la respuesta al problema territorial. De hecho, uno de los beneficios más citados del empleo de las tecnologías geoespaciales es el aprendizaje basado en la indagación (Muñiz et al., 2015). Este método se ha visto reforzado por las posibilidades de consulta de documentos que ofrece Internet. De este modo, la búsqueda de información que pueden realizar los estudiantes llega a tener un enorme potencial, si se emplea adecuadamente.

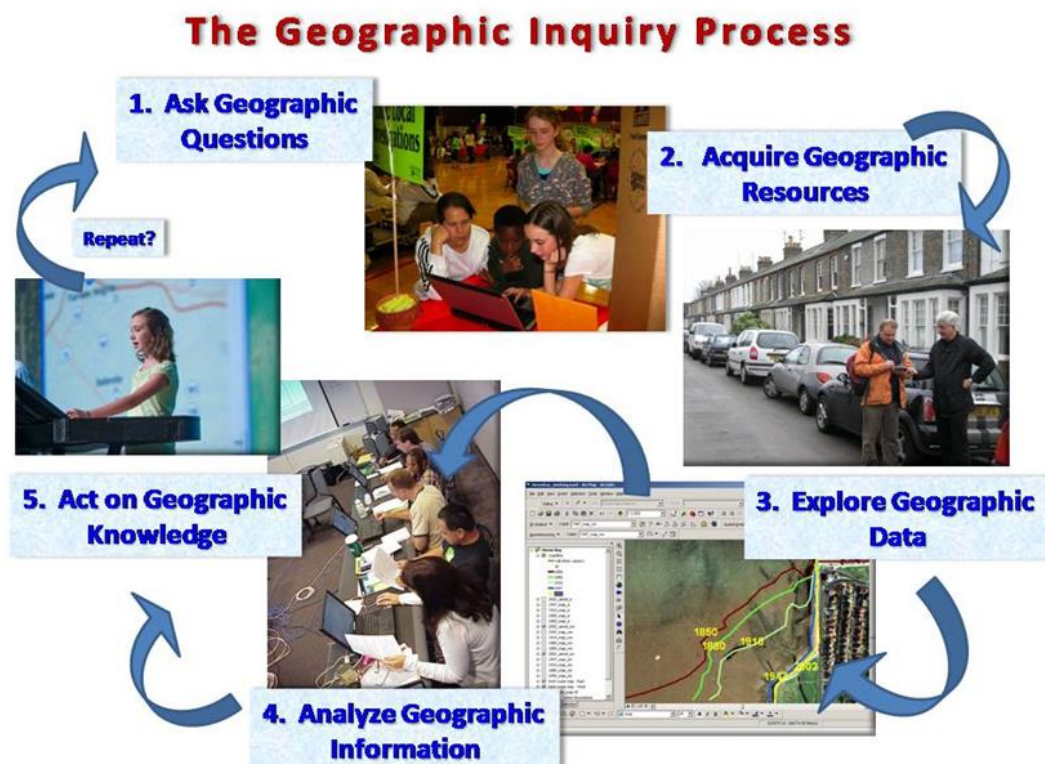
La Academia Nacional de las Ciencias (NRC, 2006) propuso la siguiente secuencia, para este método concreto:

1. El problema se encuentra primero en el proceso de aprendizaje;

2. El problema se presenta de manera relevante para la práctica profesional, generalmente trasciende los límites disciplinares, por lo que se requiere un enfoque interdisciplinario para abordarlo;
3. Los estudiantes deben trabajar con el problema, razonar y aplicar los conocimientos;
4. Con la guía del tutor, los estudiantes exploran el problema, identificando fortalezas y debilidades en el aprendizaje y utilizándose como guía para el estudio individualizado;
5. Las habilidades y los conocimientos adquiridos por este autoestudio se aplican de nuevo al problema y se produce la evaluación del aprendizaje y
6. Los estudiantes reflexionan sobre el proceso de aprendizaje y el contenido obtenido al trabajar en el problema.

El método indagatorio de trabajo con los estudiantes fue potenciado desde el momento de la aparición de Internet (ESRI, 2003) y la amplitud de opciones que se abrieron para acceder a la información geográfica. Gran parte de las experiencias de aula desarrolladas con esta metodología de investigación-acción avalan el método indagatorio aplicado a los SIG, inicialmente por Kerski (2011) (Figura 8), con matices como incidir en la importancia de la visualización por Favier (2011) (Figura 9) y adaptado al trabajo colaborativo en esta tesis (Figura 10).

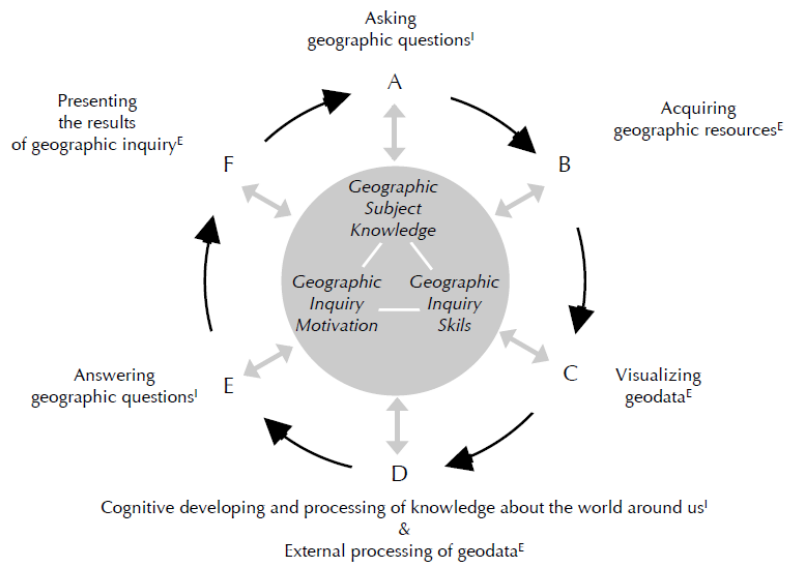
**Figura 8.** Método indagatorio



Fuente: Kerski (2011, p.5).

**Figura 9. Método indagatorio Favier**

Figure 3-1: The model for GIS-supported geographic inquiry



Notes: I = internal operations; E = (largely) external operations.

Fuente: Tesis doctoral de Tim Favier (2011)

**Figura 10. Adaptación del modelo de aprendizaje geográfico por descubrimiento basado en SIG de Kerski**



Fuente: Buzo, 2014.

Así, la metodología del aprendizaje por descubrimiento basado en SIG descrita por Kerski ha sido el modelo adoptado en algunos de los proyectos llevados a cabo y

descritos en esta Tesis, adaptando sus fases (Buzo, 2014; Buzo, 2015). Como queda recogido en la figura número 10, se definen cinco momentos en el ciclo indagatorio:

- 1) Planteamiento de la hipótesis. El alumnado, guiado por el docente, debe realizar preguntas sobre el tema objeto de estudio y que tratarán de resolver durante el desarrollo del proyecto de investigación. El profesor se encargará de organizar el proceso de enseñanza/aprendizaje, fomentando la curiosidad entre los estudiantes.
- 2) Búsqueda de información. Las cuestiones planteadas en la fase anterior se han de resolver a partir de información bibliográfica y estadística o se recabará directamente del espacio estudiado a partir del trabajo de campo. El docente mostrará la manera de recabar esa información para que sea veraz, procedente de fuentes variadas y mediante diversas metodologías de obtención y validación de datos. Su función principal es formar al alumnado en el análisis crítico de la información hallada
- 3) Organización de la información. La información conseguida, se deberá organizar y clasificar. Habrá casos en los que se deban aplicar técnicas estadísticas o gráficas que faciliten su análisis y el docente será el encargado de mostrar cómo ha de hacerse esa organización y qué métodos y técnicas emplear.
- 4) Análisis de la información. En esta fase se aplican los SIG para obtener una representación cartográfica de los datos que nos permita el análisis territorial, y con ello dar respuestas a las dudas iniciales. En educación secundaria son muy útiles los SIG Web, ya que son muy accesibles y permiten realizar análisis territoriales suficientes para este nivel académico, empleando herramientas como buffer, superposición de capas, cambios de escala, etc.
- 5) Actuación en función del conocimiento adquirido. Respondidas las cuestiones iniciales, dando explicación al problema objeto de estudio, habría realizar propuestas de actuación, proceso en el que surgirán nuevos interrogantes que inicien un nuevo ciclo indagatorio. En toda esta fase, el profesor acompañará al alumnado, guiando los aspectos prácticos.

#### 2.4.2. *GeoProgressions* o geo-progresiones

La geoprogresión se define como las descripciones de las formas de pensar sobre un tema que se suceden incrementando la sofisticación a medida que los niños aprenden e investigan un tema durante un período amplio de tiempo (por ejemplo, de 6 a 8 años). Son empleadas por De Miguel (2016d) para la enseñanza primaria, e impulsan una secuenciación paulatina de los niveles de dificultad. Una progresión del aprendizaje, según Solem et al. (2014), debe constar de las siguientes características esenciales:

1. Los objetivos de aprendizaje basados en el conocimiento, y las habilidades necesarias para dar el siguiente paso en la comprensión.

2. Las progresiones de desarrollo del pensamiento y el aprendizaje en las que los estudiantes pueden participar, esto es lo que se llama la línea de aprendizaje<sup>3</sup>.
3. Las evaluaciones o tareas que permiten a los estudiantes revelar su razonamiento sobre los niveles en el progreso del aprendizaje.
4. En ocasiones se pueden añadir otras actividades de aprendizaje o secuencias de tareas de instrucción, consideradas a la vista de la evaluación como necesarias en la educación primaria (un ejemplo se puede ver en la Figura 11).

**Figura 11.** Ejemplo de GeoProgressions o geo-progresiones

Geospatial concept		Grade					
		K	1	2	3	4	5
Primitives	Identity/Name	X	X	X	X	X	X
	Location (Relative)	X	X	X	X	X	X
	Magnitude	X	X	X	X	X	X
Simple Spatial	Distance (Relative)		X	X	X	X	X
	Direction (Relative)		X	X	X	X	X
	Shape		X	X	X	X	X
	Symbol (Real-World)		X	X	X	X	X
	Boundary			X	X	X	X
	Connection			X	X	X	X
	Reference Frame/Coordinate Grid				X	X	X
	Distance (Metric Measurement)				X	X	X
	Direction (Cardinal Directions)				X	X	X
Complex Spatial	Network				X	X	X
	Hierarchy				X	X	X
	Distribution				X	X	X
	Pattern				X	X	X
	Symbol (Abstract)					X	X
	Map Projection						X
	Scale						X

Fuente: Solem et al, 2014

### 2.4.3. GeoCapabilities o geo-capacidades

Se entiende como geo-capacidades al método de formación inicial y continua del profesorado de geografía enfocado a la mejora y potenciación de sus capacidades (Lambert et al., 2015), lo que depende del conocimiento disciplinar y de los métodos de razonamiento. Saber el qué y el cómo hacer en la docencia de la geografía fortalece el conocimiento geográfico. De esta manera, se refuerza la educación geográfica por la amplitud de capacidades a desarrollar que ofrece.

Existen una serie de proyectos de investigación en innovación educativa entre universidades norteamericanas y europeas que ofrecen ejemplos en esta línea de

<sup>3</sup> Para Zwartjes (2012) una línea de aprendizaje está definida por la construcción de conocimientos y habilidades a lo largo de todo el plan de estudios reflejando un nivel creciente de complejidad, que va desde lo más sencillo (habilidades y conocimientos más básicos) hasta lo más difícil (resolver problemas).

trabajo, que toman este mismo nombre *GeoCapabilities*. El primero se inicia enfocado a la enseñanza de la geografía y al currículum escolar de primaria, desde un punto de vista de análisis del potencial que contiene, partiendo de la base de que la enseñanza no universitaria no produce nuevo conocimiento, pero debe seleccionar y transferir el conocimiento más relevante de la materia a impartir (Lambert et al, 2014), así como ofrecer un conocimiento relevante en capacidades intelectuales, morales y existenciales para el aprendizaje permanente y la búsqueda del bienestar.

Estas capacidades en los educadores reforzarán lo que algunos autores denominan el conocimiento poderoso, que es aquel basado en el conocimiento valioso que aporta un maestro bien formado. De este modo, se considera que todos los jóvenes tienen derecho a un conocimiento disciplinar sólido que ayude a su formación y fomente la equidad social. Los profesores deberán estar capacitados para ser líderes de su propio currículum y vincular su preocupación como educadores en el desarrollo individual de sus estudiantes mostrando el potencial de la geografía como un poderoso conocimiento disciplinario. Para llevar una geografía tan dinámica y progresiva a las escuelas, la responsabilidad recae sobre los maestros, reconociendo que los contenidos particulares del currículo de geografía son producidos socialmente en entornos culturales locales. El enfoque de capacidades proporciona un "puente" entre el lenguaje de los resultados del aprendizaje y el pensamiento curricular basado en el conocimiento, que es la preocupación por lo que se debe enseñar (Lambert, 2014). Así, la enseñanza de la geografía estimula y permite a los estudiantes desarrollar un profundo conocimiento descriptivo del mundo, un conocimiento conceptual crítico que tiene poder explicativo y sistematización, y una comprensión relacional de las personas que viven en el planeta, para poder pensar en alternativas sociales, económicas y ambientales futuras en lugares y contextos específicos. *GeoCapabilities* sustenta la enseñanza de la geografía en:

- 1) El enfoque de capacidades de los docentes.
- 2) Un potente conocimiento disciplinario.
- 3) Pedagogías poderosas.
- 4) Elaboración de currículos.
- 5) Liderazgo curricular.

Con todo ello se pretende: en primer lugar, promover la autonomía y la libertad individuales y la capacidad de los niños para utilizar su imaginación y poder pensar y razonar. En segundo lugar, ayudar a los jóvenes a identificar y ejercitar sus opciones sobre cómo vivir, basándose en distinciones que merecen la pena con respecto a su ciudadanía y sostenibilidad. Y, en tercer lugar, contribuir a comprender el potencial de uno mismo como ciudadano creativo y productivo en el contexto de la economía y la cultura global.

#### 2.4.4. *Geoinstruccional o modelo geoinstruccional*

El método *geoinstruccional* defiende acciones instructivas concretas y claras de tradicional empleo en la docencia. Es de reciente introducción en la cartografía interactiva *online* como referente de la geografía (De Miguel, 2016c). Un modelo instruccional se caracteriza por una secuencia de acciones claras y ordenadas a realizar con la finalidad de aprender. Estos modelos integran otros, y por supuesto, todos los estilos de aprendizaje anteriormente reseñados llevan sus propias instrucciones. Son importantes no solo en la enseñanza secundaria, sino también en la enseñanza a distancia.

Algunos modelos instruccionales han sido desarrollados antes de la aparición de la tecnología que impulsa el pensamiento geoespacial. Aunque la mayoría de ellos se han ido adaptando a la misma, como por ejemplo el modelo de las cinco “e”, que consiste en: enganchar o motivar; explorar; explicar; elaborar y evaluar (Bybee et al., 2006; Bybee, 2014) que junto a la taxonomía de Bloom (1956) se han considerado en el proyecto de GI Learner (Donert et al., 2016; Zwartjes et al., 2019). Se establecen los niveles de dificultad de forma paulatina y progresiva, indicando los siguientes:

1. Leer críticamente, interpretar la cartografía y otras formas de visualización en diferentes medios
2. Capturar datos sencillos de forma autónoma
3. Ser capaces de identificar y evaluar datos secundarios
4. Comunicar de forma visual la información geográfica
5. Considerar la información geográfica y su representación a través de la geoinformación (GI) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG): Emplear los interfaces GI disponibles y gratuitos. Describir y emplear ejemplos de aplicaciones de GI en la vida cotidiana y en la sociedad.
6. Observar interrelaciones
7. Extraer nuevas ideas del análisis
8. Reflexionar y actuar con conocimiento

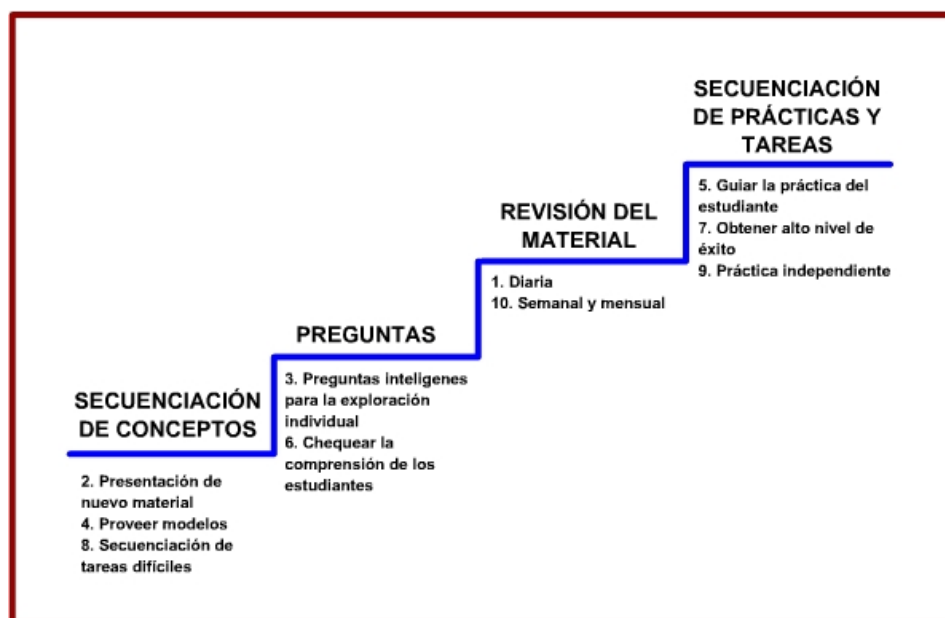
El modelo TPACK (Mishra, 2019), que tiene la habilidad de integrar la tecnología, pedagogía y los contenidos de forma simultánea (Gómez Trigueros, 2018 y 2019), olvidando otros aspectos afectivos y de formación de actitudes, en función de su forma de aplicarlo, se podría integrar en todos y cada una de estas formas de aprendizaje.

Los principios instruccionales de Rosenshine (2010, 2012), que se trabajan en el proyecto GI-Pedagogy introduciendo los SIG en la formación del profesorado, en el campo de la geografía. Estos principios basan la eficacia del modelo de enseñanza-aprendizaje en diez pasos:

1. Revisión diaria,
2. Aportación paulatina de nuevo material,

3. Realizar preguntas inteligentes para la exploración individual sobre el material recibido,
4. Ofrecer modelos,
5. Guiar la práctica del estudiante,
6. Comprobar la comprensión de los estudiantes,
7. Obtener una tasa de éxito en el aprendizaje en torno al 80%,
8. Secuenciar las tareas difíciles para que sean asequibles,
9. Producir prácticas independientes para el nuevo material,
10. Revisión semanal y mensual.

**Figura 12.** Los cuatro bloques de Tom Sherrington (2019) esquematizados



Fuente: Elaboración propia a partir de Tom Sherrington (2019)

Estos pasos pretenden un desarrollo cognitivo que no se base en exceso en la memoria, para evitar su cansancio o carga excesiva. Sherrington (2019) aglutina estos diez puntos en cuatro bloques (Figura 12), que lo aproximan al modelo indagatorio de Kerski. El primer bloque responde a la secuenciación de los conceptos, integrando tres de los principios de Rosenshine: la presentación paulatina de nuevo material (2), proveer de modelos (4) y de secuenciación para que las tareas difíciles sean asequibles (8); el segundo bloque se refiere a las preguntas del profesor, integrando otras dos de las líneas de Rosenshine: para que el estudiante explore individualmente el material recibido (3) y chequear la comprensión de los estudiantes (6); el tercer bloque trata de la revisión del material y de las tareas realizadas, e integra las siguientes líneas: revisión diaria (1), revisión semanal y mensual (10); y el último bloque se refiere a la secuenciación de las prácticas y tareas, con las siguientes tres líneas establecidas por Rosenshine: guiar la práctica de los estudiantes (5), obtener un alto nivel de éxito (7) y realizar una práctica independiente (9). Se trata de un modelo que surge fuera de la ciencia geográfica, pero cuya aplicación es posible en

cualquier materia y práctica docente con la finalidad de que los estudiantes afronten las tareas complejas. El proyecto Erasmus+ GI-Pedagogy<sup>4</sup>, continuidad de GI-Learner, está empezando a integrar los SIG en la nube desarrollando este método.

La teoría de la carga o esfuerzo cognitivo se basa en la forma de trabajar del cerebro hablando de siete estrategias para no cargar en exceso la memoria de los estudiantes y hacer asequible el aprendizaje, muy empleada en el departamento de educación de Nueva Gales del Sur (Australia), sugiere los pasos siguientes ([https://www.cese.nsw.gov.au//images/stories/PDF/Cognitive\\_load\\_theory\\_practice\\_guide\\_AA.pdf](https://www.cese.nsw.gov.au//images/stories/PDF/Cognitive_load_theory_practice_guide_AA.pdf)):

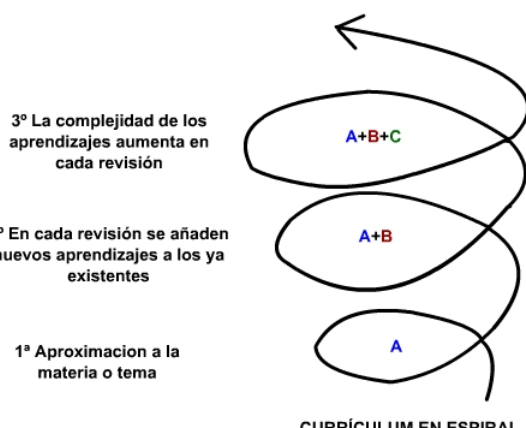
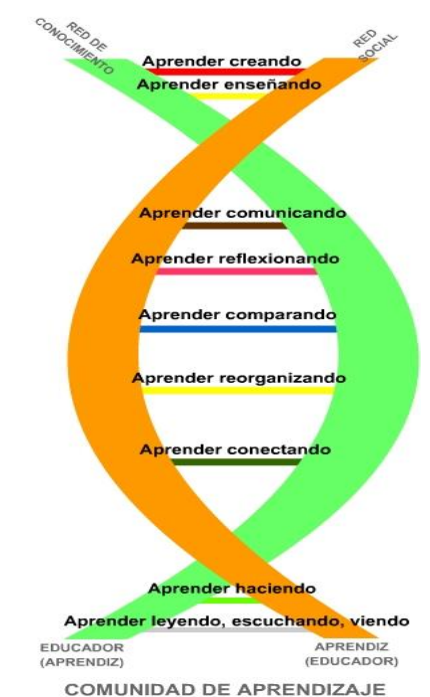
1. Adaptar las lecciones a los conocimientos y habilidades existentes de los alumnos. Sobre la base de que el conocimiento previo reduce la cantidad de información nueva que debe manejarse en la memoria de trabajo.
2. Usar ejemplos resueltos para enseñar a los alumnos nuevos contenidos o habilidades. Con ellos se ayuda a los alumnos a pensar en lo que se está aprendiendo y en los pasos para completar una tarea.
3. Aumentar gradualmente la dificultad del problema independiente, para dar la oportunidad a los alumnos de practicar su aplicación en nuevos contextos, hasta que hayan aprendido esta información.
4. Eliminar la información no esencial, para dirigir la atención de los alumnos a la información que se va a necesitar, lo que es un elemento esencial en las SIG Web, y tarea esencial del profesor, el hacer comprender al estudiante lo que es esencial en su aprendizaje.
5. Presentar al inicio toda la información esencial en conjunto, en una sola diapositiva, para que los estudiantes entiendan todo el contexto, y volver sobre ella después, para asegurar su comprensión.
6. Presentar la información oral y visual juntas. Defiende que el recibir la misma información por varios canales, hará que ésta sea más fácil de procesar por el alumnado.
7. Animar a los estudiantes a visualizar lo que han aprendido. Esto facilitará que los alumnos extraigan a largo plazo la información de su memoria y revisen lo aprendido.

La mayoría de los estilos de aprendizaje, teorías y principios están centradas en el progreso individual del estudiante, sin referencias específicas al aprendizaje colaborativo, cooperativo y entre iguales. Si bien, tampoco hay un rechazo a las técnicas colaborativas en el aula. Algunos autores toman un modelo cuya implementación del aprendizaje va en espiral en la que partiendo de los mismos temas

---

<sup>4</sup> *Innovative Pedagogies for Teaching with Geoinformation (GI-Pedagogy)* (2019- 1- UK01- KA203- 061576) de 36 meses de duración (01- 09- 2019 a 31- 08- 2022) coordinado por la Universidad londinense de Saint Mary. KA2 - Cooperation for Innovation and the Exchange of Good Practices. KA203 - Strategic Partnerships for Higher Education.

se vuelve sobre ellos en mayor profundidad (Figura 13), de forma iterativa, como el modelo en espiral de Bruner (1966) o emplean una doble hélice si hablan de *deep learning* o aprendizaje profundo (Yu et al., 2019) (Figura 14), mientras que otros van escalonado el conocimiento en una línea de aprendizaje (Salmen, 2000; Zwartjes, 2012 y 2014; Cruz et al, 2019).

<p><b>Figura 13.</b> El currículum en espiral</p>	<p><b>Figura 14.</b> Una comunidad de aprendizaje impulsa las distintas parcelas del aprendizaje</p>
 <p>3º La complejidad de los aprendizajes aumenta en cada revisión</p> <p>2º En cada revisión se añaden nuevos aprendizajes a los ya existentes</p> <p>1º Aproximación a la materia o tema</p> <p>CURRÍCULUM EN ESPIRAL</p>	 <p>RED DE CONOCIMIENTO</p> <p>RED SOCIAL</p> <p>Aprender creando</p> <p>Aprender enseñando</p> <p>Aprender comunicando</p> <p>Aprender reflexionando</p> <p>Aprender comparando</p> <p>Aprender reorganizando</p> <p>Aprender conectando</p> <p>Aprender haciendo</p> <p>Aprender leyendo, escuchando, viendo</p> <p>EDUCADOR (APRENDIZ)</p> <p>APRENDIZ (EDUCADOR)</p> <p>COMUNIDAD DE APRENDIZAJE</p>
<p>Fuente: I. Buzo, basado en Bruner (1966)</p>	<p>Fuente: I. Buzo, basado en Yu et al. (2019)</p>

Ninguna de estas taxonomías incide directamente en la esencia del aprendizaje inteligente, al no hacer referencia de forma específica a las tecnologías como herramienta para aprender. Aunque tampoco inciden sobre los contenidos, sino únicamente sobre el procedimiento pedagógico, no son ajenas al mismo, e incluso algunas de ellas han enriquecido la investigación-acción empleada en esta tesis encaminada a diseñar, recoger y analizar experiencias que emplean la tecnología SIG Web para impulsar el pensamiento espacial en el marco del ya citado aprendizaje inteligente.



## 3. La educación geográfica y su contexto

### 3.1. El currículum vigente

Aunque en estos momentos se está en plena transición al currículum derivado de la LOMLOE, en proceso de elaboración, esta tesis se ha desarrollado durante los años de redacción, implantación y vigencia de los currículos diseñados en función de la LOMCE, que será la legislación analizada. Este análisis ha sido uno de los puntos de partida de nuestra investigación.

La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, conocida por el acrónimo LOMCE, ha sido la ley que ha regulado el sistema educativo español entre esa fecha y el 20 de diciembre de 2020, fecha en la que se aprobó la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo de Educación, conocida por el acrónimo LOMLOE. Realmente, tanto la última Ley Orgánica (LOMLOE) como la anterior (LOMCE) no son más que modificaciones que se realizan a la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo de Educación, por lo que el texto definitivo de cada una de ellas es un texto refundido, con la base en la LOE y las modificaciones que cada una de ellas ha incorporado al articulado original.

A partir de las leyes orgánicas, se aprueban distintos Reales Decretos que desarrollan las cuestiones cuyas competencias recaen en el Estado, como es el caso del desarrollo curricular básico para cada una de las etapas educativas. A partir de estos Reales Decretos, son las Comunidades Autónomas quienes acaban de definir los currículos en su territorio a través de Decretos autonómicos. La concreción final de los contenidos a impartir queda definida en los centros educativos, a través de las Programaciones de los diferentes Departamentos Didácticos y las Programaciones de Aula de cada docente. El currículum básico de las diferentes asignaturas definidas en la LOMCE para la Educación Secundaria y el Bachillerato quedó definido en el Real Decreto 1105/2014 de 26 de diciembre.

En todo el desarrollo normativo surgido tras la LOMCE a través de Reales Decretos, Decretos, Órdenes, y otras instrucciones, se definen los elementos estructurantes del currículo diseñado por la LOMCE. El elemento central son los contenidos, siendo el resto de los elementos curriculares un referente para la comprobación del grado de adquisición de esos contenidos por parte del alumnado: los objetivos de etapa, las competencias clave, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje.

La definición de contenido está recogida en el artículo 2 del Real Decreto 1105/2014: “el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de

competencias. Los contenidos se ordenan en asignaturas, que se clasifican en materias y ámbitos, en función de las etapas educativas o los programas en que participe el alumnado". En la LOMCE y en el Real Decreto que desarrolla el currículo básico están estructurados los contenidos para cada una de las asignaturas y cursos de las distintas etapas educativas. En el caso de la Educación Secundaria Obligatoria establece dos etapas, de 1º a 3º de ESO es el primer ciclo, y 4º de ESO el segundo ciclo, al final del cual estaba previsto hacer una prueba general obligatoria para conseguir titular en la etapa, aunque finalmente nunca se desarrolló dicha prueba.

**Figura 15.** Estructura curricular para los contenidos geográficos en la LOMCE

Edades alumnos (años)	E etapa	Curso	Contenidos geográficos principales	Otros contenidos de los Departamentos de Geografía e Historia	
<b>PRUEBA GENERAL DE FIN DE ETAPA (RE VÁLIDA)</b>					
(16-18)	B A C H I L L E R A T O	2º	Ciencias	<i>Historia de España</i> (Materia troncal)	
			Artes	<i>Historia de España</i> (Materia troncal)	
			Humanidades y Ciencias Sociales	<i>Geografía</i> (Materia de opción) Contenidos de Geografía de España	<i>Historia de España</i> (Materia troncal)  <i>Historia del Arte</i> (Materia de opción)
		1º	Ciencias		
			Artes		<i>Historia del Mundo Contemporáneo</i> (Materia de opción)
			Humanidades y Ciencias Sociales		<i>Historia del Mundo Contemporáneo</i> (Materia de opción)
<b>PRUEBA GENERAL DE FIN DE ETAPA (RE VÁLIDA)</b>					
(12-16)	2º Ciclo	4º ESO	Académico	<u><i>Geografía e Historia</i></u>  <i>Contenidos Geográficos</i> <i>9. La Revolución Tecnológica y la Globalización a finales del siglo XX y principios del XXI</i> <i>10. La relación entre el pasado, el presente y el futuro a través de la Historia y la Geografía</i>	
			Profesional		
	1º Ciclo	3º ESO	<u><i>Geografía e Historia</i></u>  <i>Contenidos geográficos:</i> <i>1. El medio físico.</i> <i>2. El espacio humano.</i>		
		2º ESO			
1º ESO					
<b>PRUEBA GENERAL DE FIN DE ETAPA</b>					
(5-12)	EDUCACIÓN PRIMARIA	DE 1º A 6º	<i>Ciencias Sociales</i>		

Fuente: Adaptación de Buzo (2013)

En lo que respecta a los bloques de contenidos geográficos (Figura 15), están vinculados a los bloques de contenido histórico en una asignatura denominada Geografía e Historia que se imparte en todos los cursos desde 1º a 4º de ESO. Sin embargo, mientras que en 4º de ESO tiene unos bloques de contenidos concretos, tanto de Historia como de Geografía, los cursos de 1º a 3º de ESO, que quedan configurados en el primer ciclo de la etapa, no se especifica los contenidos concretos para cada uno de los cursos, sino en global para todo el ciclo. A este respecto, son las Comunidades Autónomas, quienes, dentro de sus competencias, distribuyen los contenidos especificados en el Real Decreto para el primer ciclo de la etapa, entre sus diferentes cursos.

**Figura 16.** Ejemplo de distribución del currículum: El bloque 1. El medio físico

Geografía e Historia. 1º ciclo ESO		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<b>Bloque 1. El medio físico</b>		
<p>La Tierra: La Tierra en el Sistema Solar. La representación de la Tierra. Latitud y Longitud. Componentes básicos y formas de relieve. Medio físico: España, Europa y el mundo: relieve; hidrografía; clima: elementos y diversidad paisajes; zonas bioclimáticas; medio natural: áreas y problemas medioambientales.</p>	<p>1. Analizar e identificar las formas de representación de nuestro planeta: el mapa, y localizar espacios geográficos y lugares en un mapa utilizando datos de coordenadas geográficas. 2. Tener una visión global del medio físico español, europeo y mundial y de sus características generales. 3. Describir las peculiaridades de este medio físico. 4. Situar en el mapa de España las principales unidades y elementos del relieve peninsular así como los grandes conjuntos o espacios bioclimáticos. 5. Conocer y describir los grandes conjuntos bioclimáticos que conforman el espacio geográfico español. 6. Ser capaz de describir las peculiaridades del medio físico europeo. 7. Situar en el mapa de Europa las principales unidades y elementos del relieve continental así como los grandes conjuntos o espacios bioclimáticos. 8. Conocer, comparar y describir los grandes conjuntos bioclimáticos que conforman el espacio geográfico europeo. 9. Conocer los principales espacios naturales de nuestro continente. 10. Identificar y distinguir las diferentes representaciones cartográficas y sus escalas. 11. Localizar en el mapamundi físico las principales unidades del relieve mundiales y los grandes ríos. Localizar en el globo terráqueo las grandes zonas climáticas e identificar sus características. 12. Conocer, describir y valorar la acción del hombre sobre el medio ambiente y sus consecuencias.</p>	<p>1.1. Clasifica y distingue tipos de mapas y distintas proyecciones. 1.2. Analiza un mapa de husos horarios y diferencia zonas del planeta de similares horas. 1.3. Localiza un punto geográfico en un planisferio y distingue los hemisferios de la Tierra y sus principales características. 1.4. Localiza espacios geográficos y lugares en un mapa utilizando datos de coordenadas geográficas 2.1. Sitúa en un mapa físico las principales unidades del relieve español, europeo y mundial. 3.1. Enumera y describe las peculiaridades del medio físico español. 4.1. Describe las diferentes unidades de relieve con ayuda del mapa físico de España. 5.1. Localiza en un mapa los grandes conjuntos o espacios bioclimáticos de España. 5.2. Analiza y compara las zonas bioclimáticas españolas utilizando gráficos e imágenes. 6.1. Explica las características del relieve europeo. 7.1. Localiza en el mapa las principales unidades y elementos del relieve europeo. 8.1. Clasifica y localiza en un mapa los distintos tipos de clima de Europa. 9.1. Distingue y localiza en un mapa las zonas bioclimáticas de nuestro continente. 10.1. Compara una proyección de Mercator con una de Peters. 11.1. Localiza en un mapa físico mundial los principales elementos y referencias físicas: mares y océanos, continentes, islas y archipiélagos más importantes, además de los ríos y las principales cadenas montañosas. 11.2. Elabora dimogramas y mapas que sitúen los climas del mundo en los que reflejen los elementos más importantes. 12.1. Realiza búsquedas en medios impresos y digitales referidas a problemas medioambientales actuales y localiza páginas y recursos web directamente relacionados con ellos.</p>

Fuente, p. 298, *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*, BOE 3 de enero 2015.

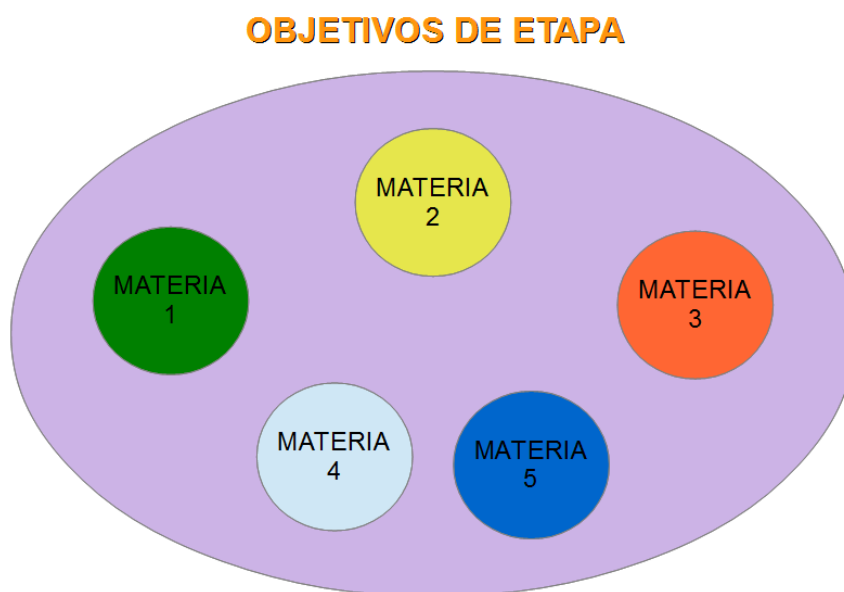
El diseño de los currículos de las diferentes asignaturas en ESO se realiza por curso o por etapa, como se ha visto para el caso de Geografía e Historia. Para cada uno de ellos se presenta una tabla con tres columnas (Figura 16): la primera para los contenidos, que van vinculados a unos criterios de evaluación, que se incluyen en la

segunda columna y a unos estándares de aprendizaje que quedan recogidos en la tercera columna. Los criterios de evaluación “son el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura” (Artículo II, Real Decreto 1105/2014). Estos criterios de evaluación se concretan en los estándares de aprendizaje, que son “especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura; deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado” (Artículo II, Real Decreto 1105/2014).

Además de estos tres elementos curriculares (contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje), el docente, cuando programa la materia para el curso académico, debe atender también a otros dos elementos curriculares que juegan un papel importante en el proceso de evaluación.

Por una parte, los objetivos de etapa, definidos como los “referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin” (Artículo II, Real Decreto 1105/2014). En la LOMCE desaparecen los objetivos de cada materia como sí existían en la legislación anterior, y todas las asignaturas deben contribuir a alcanzar los objetivos de las etapas de ESO o de Bachillerato (Figura 17) (Tabla 2).

**Figura 17.** Contribución de cada materia a los objetivos de la etapa



Como se observa en la Tabla 3, en las etapas educativas desde Primaria hasta el Bachillerato, existen unos objetivos que se van concretando para cada etapa. Uno de ellos es el relativo al uso de las TIC, que se debe ir alcanzando progresivamente en las distintas etapas. El inicio en Primaria en la utilización para el aprendizaje de estas tecnologías, desarrollando un espíritu crítico frente a los mensajes que reciben y elaboran, facilita la tarea posterior en Secundaria, en que ya se deben desarrollar destrezas en la utilización de las fuentes de información para adquirir nuevos conocimientos, con sentido crítico y una formación básica en TIC. En Bachillerato se deben ya utilizar con solvencia y responsabilidad las TIC. Para alcanzar esos objetivos de etapa, se debe colaborar entre todas las materias, y por lo tanto también desde la Geografía, que puede aportar enseñanzas desde las tecnologías espaciales, la ubicación, el uso de imágenes remotas, etc. Todo ello, aunque no quede especificado en los contenidos curriculares, sí se puede adquirir de una manera indirecta, enseñando y aprendiendo esos contenidos a través de las Tecnologías de la Información Geográfica.

Otro de los objetivos a alcanzar progresivamente en las distintas etapas educativas son los relativos a las Ciencias Naturales y Sociales, Cultura e Historia. En ellos se pasa de observar y explorar el entorno en la etapa infantil, a conocer aspectos fundamentales de las diferentes ciencias, y valorarlos en Primaria, y a concebir el conocimiento científico como algo integrado y valorar los aspectos básicos de la cultura en secundaria. En Bachillerato se concretan más los objetivos: por una parte, se señala el poder acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y las habilidades básicas de la modalidad de bachillerato elegida. Por otra parte, se indica la necesidad de conocer los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos, así como valorar críticamente el aporte de la ciencia en el cambio de las condiciones de vida, y afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente. Por último, se añade como objetivo el conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución, así como participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.

Las materias geográficas pueden colaborar profundamente para alcanzar los otros objetivos de etapa en ESO y Bachillerato, especialmente los relativos a la ciudadanía democrática, en los que desde la geografía se puede aportar para el desarrollo de la ciudadanía espacial, lo que “significa preparar al alumno para la vida adulta en todos sus aspectos: para dominar tecnologías que puede acabar utilizando en su vida diaria o en su trabajo, para aprender a utilizar y compartir información geográfica digital, pero sobre todo para que esta contribuya a la adquisición de responsabilidades y de la ciudadanía activa, que se traduzcan en acciones positivas sobre el territorio” (De Miguel, 2014, p.31). También los objetivos vinculados al espíritu emprendedor, que pretende en la ESO que el alumnado confíe en sí mismo, participe, tenga sentido crítico, planifique, tome decisiones y asuma responsabilidades, entre otras cualidades. En Bachillerato se pretende afianzar ese espíritu emprendedor con

actitudes como la creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico. Todas estas cualidades se trabajan desde una geografía práctica.

**Tabla 2. Objetivos de la ESO y de Bachillerato**

<b>Objetivos de ESO</b>	<b>Objetivos de Bachillerato</b>
<p>a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.</p> <p>b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.</p> <p>c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.</p> <p>d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.</p> <p>e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.</p> <p>f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.</p> <p>g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.</p> <p>h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.</p> <p>i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.</p> <p>j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural<sup>5</sup>.</p>	<p>a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española, así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.</p> <p>b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.</p> <p>c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.</p> <p>d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.</p> <p>e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.</p> <p>f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.</p> <p>g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.</p> <p>h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.</p> <p>i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.</p> <p>j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.</p> <p>k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.</p> <p>l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.</p>

<sup>5</sup> Hay que hacer notar aquí, que la actual ley, todavía sin desarrollar, no cita para nada el patrimonio artístico y cultural, que está también contemplado en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 en su meta 11.4 (Gómez-Ruiz; De Lázaro-Torres y Morales-Yago, 2021).

<p>k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.</p> <p>l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.</p>	<p>m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.</p> <p>n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.</p>
---	---

Fuente: *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, BOE 3 de enero 2015.*

**Tabla 3. Evolución de los objetivos de las etapas educativas**

Aspectos	Infantil	Primaria	Secundaria	Bachillerato
<b>Ciudadanía democrática</b>		a) Conocer y apreciar los valores y las normas de convivencia, aprender a obrar de acuerdo con ellas, prepararse para el ejercicio activo de la ciudadanía y respetar los derechos humanos, así como el pluralismo propio de una sociedad democrática.	a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo como valores afianzando los derechos humanos comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.	a) Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española, así como por los derechos humanos, que fomenta la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
<b>Capacidad afectiva</b>	d) Desarrollar sus capacidades afectivas	m) Desarrollar sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como una actitud contraria a la violencia, a los prejuicios de cualquier tipo y a los estereotipos sexista	d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver	b) Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.

<b>Resolución pacífica conflictos</b>	e) Relacionarse con los demás y adquirir progresivamente pautas elementales de convivencia y relación social, así como ejercitarse en la resolución pacífica de conflictos.	c) Adquirir habilidades para la prevención y para la resolución pacífica de conflictos, que les permitan desenvolverse con autonomía en el ámbito familiar y doméstico, así como en los grupos sociales con los que se relacionan.	pacíficamente los conflictos.	
<b>Igualdad hombre-mujer</b>		d) Conocer, comprender y respetar las diferentes culturas y las diferencias entre las personas, la igualdad de derechos y oportunidades de hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad.	c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres.	c) Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades existentes e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas con discapacidad.
<b>No discriminación discapacidad</b>				
<b>Hábitos disciplina estudios trabajo</b>		b) Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y de responsabilidad en el estudio, así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje, y espíritu emprendedor.	b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.	d) Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
<b>Espíritu emprendedor</b>			g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.	k) Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.

<b>Uso TIC</b>		<p>i) Iniciarse en la utilización, para el aprendizaje, de las tecnologías de la información y la comunicación desarrollando un espíritu crítico ante los mensajes que reciben y elaboran.</p>	<p>e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.</p>	<p>g) Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.</p>
<b>Lengua</b>	<p>f) Desarrollar habilidades comunicativas en diferentes lenguajes y formas de expresión.</p>	<p>e) Conocer y utilizar de manera apropiada la lengua castellana y, si la hubiere, la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma y desarrollar hábitos de lectura.</p>	<p>h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.</p>	<p>e) Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.</p>
<b>Lengua extranjera</b>		<p>f) Adquirir en, al menos, una lengua extranjera la competencia comunicativa básica que les permita expresar y comprender mensajes sencillos y desenvolverse en situaciones cotidianas.</p>	<p>i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.</p>	<p>f) Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.</p>
<b>Matemáticas</b>	<p>g) Iniciarse en las habilidades lógico-matemáticas, en la lecto-escritura y en el movimiento, el gesto y el ritmo.</p>	<p>g) Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de</p>		

		<p>aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.</p>		
<p><b>Ciencias naturales y sociales</b></p> <p><b>Cultura e Historia</b></p>		<p>h) Conocer los aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales, la Geografía, la Historia y la Cultura.</p> <p>l) Conocer y valorar los animales más próximos al ser humano y adoptar modos de comportamiento que favorezcan su cuidado.</p>	<p>f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.</p> <p>j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.</p>	<p>i) Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.</p> <p>j) Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.</p> <p>h) Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.</p>
<p><b>Expresión artística</b></p> <p><b>CEC</b></p>		<p>j) Utilizar diferentes representaciones y expresiones artísticas e iniciarse en la construcción de propuestas visuales y audiovisuales.</p>	<p>l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.</p>	<p>l) Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.</p>

<b>Aceptar propio cuerpo</b>	a) Conocer su propio cuerpo y el de los otros, sus posibilidades de acción y aprender a respetar las diferencias.	k) Valorar la higiene y la salud, aceptar el propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias y utilizar la educación física y el deporte como medios para favorecer el desarrollo personal y social.	k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.	
<b>Educ. Física y Deporte para el desarrollo personal y social</b>	c) Adquirir progresivamente autonomía en sus actividades habituales.			m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
<b>Educación vial</b>		n) Fomentar la educación vial y actitudes de respeto que incidan en la prevención de los accidentes de tráfico.		n) Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.

Fuente: Sanz, A. (2018)

El otro elemento curricular a considerar, son las competencias, definidas como las “capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos” (Artículo II, Real Decreto 1105/2014). Es un concepto relativamente reciente en la legislación educativa española, aparece como recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo (Recomendación 2006/962/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente) y se recoge por primera vez en la LOE, estableciéndose ocho competencias básicas, que son redefinidas en la LOMCE, donde se unifican algunas de ellas quedando siete competencias, llamadas ahora clave: 1. Comunicación lingüística; 2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; 3. Competencia digital; 4. Aprender a aprender; 5. Competencias sociales y cívicas; 6. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor y 7. Conciencia y expresiones culturales.

La adquisición de las competencias por parte del alumnado debe hacerse de manera transversal desde todas las materias, y su grado de adquisición será evaluado conjuntamente por los docentes que las impartan cada curso. Es la Orden ECD/65/2015 de 21 de enero, la que describe las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de las diferentes etapas educativas. En el artículo 7, que trata de la evaluación de las competencias clave, se indica que se deberá tener en cuenta el grado de dominio de las competencias en las evaluaciones de todos los cursos, ya sea continua o final. Además, se deben establecer las vinculaciones de los estándares de aprendizajes con las competencias, de tal manera que la evaluación del grado de adquisición de las competencias esté integrada en la evaluación de los contenidos, y cuyo nivel de adquisición se mida a través de indicadores de logro.

La Geografía, por lo tanto, debe aportar su especificidad para conseguir que los estudiantes logren estas habilidades, lo que en algunos casos resulta natural a estas ciencias, como las “Competencias Sociales y Cívicas” definidas como la “habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, en su concepción dinámica, cambiante y compleja, para interpretar fenómenos y problemas sociales en contextos cada vez más diversificados; para elaborar respuestas, tomar decisiones y resolver conflictos, así como para interactuar con otras personas y grupos conforme a normas basadas en el respeto mutuo y en convicciones democráticas. Además de incluir acciones a un nivel más cercano y mediato al individuo como parte de una implicación cívica y social” (Orden ECD/65/2015).

También la Geografía está estrechamente asociada a la “Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”, en la que queda integrada el desarrollo del pensamiento espacial: “El espacio y la forma: incluyen una amplia gama de fenómenos que se encuentran en nuestro mundo visual y físico: patrones, propiedades de los objetos, posiciones, direcciones y representaciones de ellos; descodificación y codificación de información visual, así como navegación e interacción dinámica con formas reales, o con representaciones. La competencia matemática en este sentido incluye una serie de actividades como la comprensión de la perspectiva, la elaboración y lectura de mapas, la transformación de las formas con y sin tecnología, la interpretación de vistas de escenas tridimensionales desde distintas perspectivas y la construcción de representaciones de formas” (Orden ECD/65/2015).

Además, la base tecnológica de la geografía del siglo XXI puede colaborar profundamente en la adquisición de la “Competencia digital” para “el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad” (Orden ECD/65/2015). Desde

la geografía se pueden abordar perfectamente todas las dimensiones descritas para esta competencia en la Orden ECD/65/2015:

- La información: conlleva la comprensión de cómo se gestiona la información, en nuestro caso la información geográfica (geoposicionada) y de cómo se pone a disposición de los usuarios.
- La capacidad de análisis e interpretación de esa información, con parámetros geográficos en nuestro caso, para saber transformar la información en conocimiento.
- La comunicación: dirigida a tomar conciencia de los diferentes medios de comunicación digital, en nuestro caso las diferentes maneras de comunicación cartográfica digital. También, implica conocer de qué manera las tecnologías y los medios de comunicación pueden permitir diferentes formas de participación y colaboración para la creación de contenidos que produzcan un beneficio común, como es el caso de la cartografía colaborativa. Todo esto “supone el conocimiento de cuestiones éticas como la identidad digital y las normas de interacción digital”.
- La creación de contenidos: implica saber cómo los contenidos digitales pueden realizarse en diversos formatos, identificar los programas/aplicaciones que mejor se adaptan al tipo de contenido que se quiere crear, y el conocimiento de dominio público (wikis, foros públicos, revistas), teniendo en cuenta las normativas sobre los derechos de autor y las licencias de uso y publicación de la información.
- La seguridad: conocer los distintos riesgos asociados al uso de las tecnologías y de recursos online y las estrategias para evitarlos.
- La resolución de problemas: conocer la composición de los dispositivos digitales, sus potenciales y limitaciones en relación a la consecución de metas personales, así como saber dónde buscar ayuda para la resolución de problemas.

La aportación de la geografía también es significativa en el resto de competencias clave. En el caso de la “Competencia Lingüística”, entendida como el “resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes”, tanto en español, como en las lenguas cooficiales y la primera y segunda lengua extranjera. Las materias de Geografía e Historia, en muchos casos, forman parte de programas bilingües en centros de Educación Secundaria como materias no lingüísticas (Buzo, 2011a), convirtiéndose en una asignatura clave para la adquisición de las habilidades comunicativas en esas lenguas. La “Competencia aprender a aprender” es una habilidad fundamental para el aprendizaje a lo largo de la vida, y se caracteriza por “iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje” e “incluye conocimientos sobre los procesos mentales implicados en el aprendizaje (cómo se aprende)”. Esta competencia implica ser capaz de adquirir y asimilar nuevos conocimientos y capacidades propias del ámbito estudiado, pero saber aprender en

un ámbito no significa necesariamente que se sepa aprender en otro, por lo que su adquisición debe llevarse a cabo en el marco de la enseñanza de las distintas áreas y materias, en nuestro caso de la geografía.

Otra competencia es “Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor”. Se entiende como “la capacidad de transformar las ideas en actos. Ello significa adquirir conciencia de la situación a intervenir o resolver, y saber elegir, planificar y gestionar los conocimientos, destrezas o habilidades y actitudes necesarios con criterio propio, con el fin de alcanzar el objetivo previsto” (Orden ECD/65/2015). Trabajada desde la geografía, consiste en dotar de practicidad a todo el corpus teórico que se describe en el currículum, centrándose en la resolución de problemas y el planteamiento de soluciones, utilizando estrategias metodológicas didácticas activas, como el aprendizaje servicio, o el aprendizaje por proyectos. Kerski (2011) propone el aprendizaje geográfico por descubrimiento basado en SIG, en el que el último paso, tras la resolución del problema se planteen actuaciones derivadas de esta solución.

La última competencia descrita en la Orden ECD/65/2015, en la que la geografía debe colaborar para su adquisición por parte del alumnado, es la “Conciencia y expresiones culturales”. Esta “implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos”. Desde la geografía, se puede trabajar el ámbito del “aprendizaje de las técnicas y recursos de los diferentes lenguajes artísticos y formas de expresión cultural, así como de la integración de distintos lenguajes”, por ejemplo, del cartográfico, en el que se debe dominar la selección de símbolo y combinación colores adecuados para la representación de distintos fenómenos en la cartografía.

Se concluye, una vez analizados los distintos elementos curriculares, que no existe mención expresa de las TIG, ni en su conjunto, ni de ninguna de las tecnologías que la componen (SIG, Teledetección...) en los tres elementos curriculares básicos como son contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje ni en la ESO ni en el Bachillerato. Tan solo se encuentran cuatro estándares de aprendizaje relativos al saber hacer digital en los bloques geográficos de primer ciclo de ESO, que incluye los curso de 1º a 3º, y ninguno en los bloques geográficos de 4º de la ESO. Por otra parte, cuando se hace referencia a lo digital, se centra en invitar a la realización de búsquedas en Internet o dibujar gráficos y mapas conceptuales con recursos virtuales y digitales (Tabla 4).

**Tabla 4.** Estándares de aprendizaje que hacen referencia a elementos digitales

Bloque “El medio físico	12.1. Realiza búsquedas en medios impresos y <b>digitales</b> referidas a problemas medioambientales actuales y localiza páginas y recursos web directamente relacionados con ellos.
Bloque “El espacio humano”:	6.1. Interpreta textos que expliquen las características de las ciudades de España, ayudándote de <b>Internet</b> o de medios de comunicación escrita. 17.1. Elabora gráficos de distinto tipo (lineales, de barra y de sectores) en <b>soportes virtuales</b> o analógicos que reflejen información económica y demográfica de países o áreas geográficas a partir de los datos elegidos. 20.1. Crea mapas conceptuales (usando recursos impresos y <b>digitales</b> ) para explicar el funcionamiento del comercio y señala los organismos que agrupan las zonas comerciales.

Fuente: *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, BOE 3 de enero 2015.*

Aunque se citan en numerosas ocasiones actividades cartográficas para localizar determinados elementos geográficos, tanto en los criterios de evaluación, como en los estándares de aprendizaje, su redacción no indica explícitamente que se deban utilizar medios digitales. Sin embargo, permite a los docentes interesados en esta vía didáctica a través de las tecnologías, aplicarla para alcanzar el aprendizaje geográfico de su alumnado.

En cuanto a la Geografía de España de 2º de Bachillerato, sus contenidos tampoco hacen referencia explícita a las TIG en general o a los SIG en particular, si bien sí se indican como contenidos las técnicas cartográficas (planos y mapas, sus componentes y análisis; la representación gráfica del espacio geográfico a distintas escalas; obtención e interpretación de la información cartográfica), pero luego no se especifica en los criterios de evaluación ni en los estándares de aprendizaje. Otros criterios de evaluación hacen referencia al uso de Internet para hacer búsquedas de información e incluso en una ocasión se hace referencia a la posibilidad de presentar y defender información utilizando gráficos, mapas, pirámides, etc., en una presentación informática (estándar 10.1).

Se trata por lo tanto de unos contenidos descriptivos, tanto para la ESO como para el Bachillerato, muy enciclopédicos y teóricos (Delgado y Buzo, 2014), en los que no se incide en la necesidad de la utilización de las TIC más allá de realizar búsquedas de información en Internet o realizar algún gráfico o presentación. Ni siquiera se citan como contenidos teóricos las principales herramientas geográficas utilizadas en la actualidad como son los Sistemas de Información Geográfica.

El que no se citen estas herramientas explícitamente, no quiere decir que no se puedan utilizar para alcanzar los aprendizajes geográficos, porque además de los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje, las programaciones didácticas de todas las materias, deben incluir los otros dos elementos curriculares,

como son los objetivos de etapa y las competencias, que son más explícitas en cuanto a la introducción de lo digital, indicando, como se ha visto, varios objetivos relativos al uso de las TIC. En cuanto a las competencias clave que todo estudiante que acabe la educación secundaria obligatoria debe haber alcanzado, una de ellas en concreto, la Competencia Digital, requiere haber trabajado digitalmente los contenidos para haberla conseguido. Por lo tanto, aunque en los contenidos no se citen las TIG, sí son una buena aportación desde la geografía para alcanzar, tanto los objetivos de etapa, como las competencias clave.

La incorporación de los SIG como parte de las TIG en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la geografía en el sistema educativo español es una materia pendiente que no resolvió la legislación educativa LOMCE, cuyo desarrollo curricular fue muy academicista, y dejó poco margen a la introducción de las tecnologías geográficas. Sin embargo, son numerosos los sistemas educativos que sí han integrado los SIG en las enseñanzas geográficas en las etapas secundaria e incluso primaria como quedan descritos en las publicaciones de Milson et al. (2011) o De Miguel y Donert (2014). En España, a pesar de esos currículos tan cerrados y sin incorporación de las Tecnologías de la Información Geográfica a los mismos, son cada vez más los profesores que los incorporan a su actividad diaria en clase, como queda reflejado en los Congresos de la Asociación Española de Geografía (AGE), de Didáctica de la Geografía, de Tecnologías de la Información Geográfica o los intercambios de experiencias didácticas en el curso anual para docente de Educación Secundaria de la AGE.

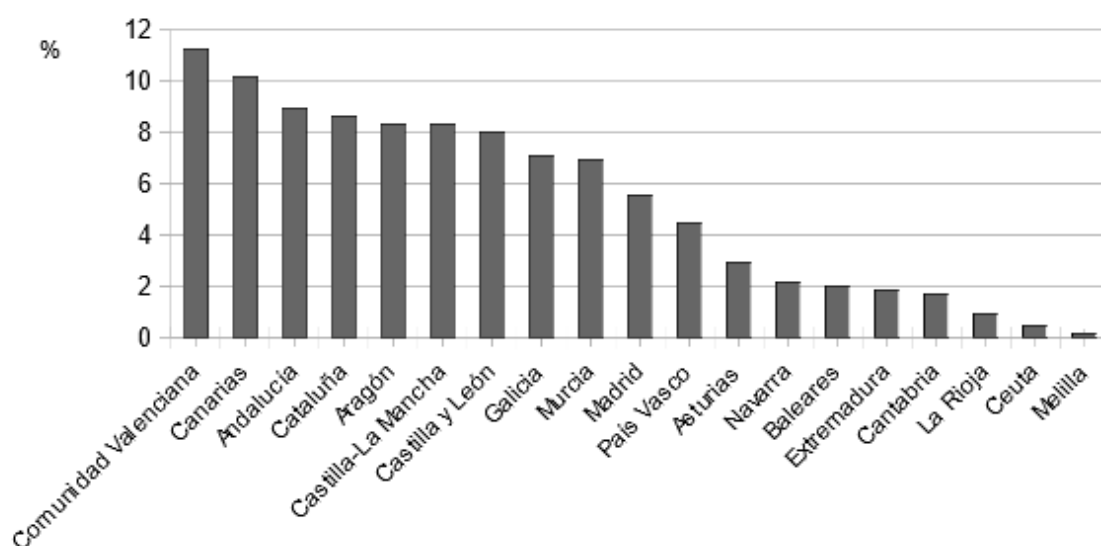
### 3.2. Posición de la Geografía en la educación secundaria

Para determinar el contexto de la Geografía en el ámbito de la educación secundaria, obligatoria y postobligatoria, además del marco legal, se ha partido de un análisis de necesidades en las aulas de Geografía obtenidas de la encuesta realizada al profesorado de Educación Secundaria para la Asociación Española de Geografía (AGE) en el Informe "La posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato" (2013).

A lo largo de año 2012, con la reforma de la legislación educativa que se estaba preparando desde el Ministerio de Educación, y que daría lugar a la LOMCE, la AGE mostró su interés por participar en los debates que se pudieran dar para potenciar los contenidos geográficos en los currículos que de la nueva ley se derivarían. De dos reuniones surgió la necesidad de consultar a los docentes de secundaria para conocer su opinión sobre la reforma educativa. Por una parte, se realizaron diferentes reuniones con altos cargos ministeriales en los que se expresó este deseo de colaboración de la AGE en el proceso de reforma en lo que tocaba a la Geografía. Por otra parte, en una reunión con los integrantes de la Comisión de las Pruebas de Acceso a la Universidad de la AGE, compuesta por los representantes de cada Universidad en las comisiones organizadoras de las Pruebas de Acceso a Estudios

Universitarios y diferentes miembros de la Junta Directiva de la AGE, se decidió realizar una encuesta entre el profesorado de Educación Secundaria de Geografía e Historia para conocer su opinión sobre la posición de la geografía en el Sistema Educativo Español y las posibilidades de cambio que se podrían plantear. Las Universidades que participaron, lideradas por mí mismo y por la profesora Ibarra, aportaron propuestas para la elaboración del cuestionario, que finalmente se lanzó el 18 de octubre de 2012 y quedó abierta la respuesta hasta enero de 2013. El cuestionario se realizó en línea, utilizando un formulario de Google. Se recibieron 648 respuestas válidas procedentes de las 17 Comunidades Autónomas, de Ceuta y de Melilla (Gráfico 1).

**Gráfico 1.** Distribución territorial de las respuestas ordenadas de mayor a menor



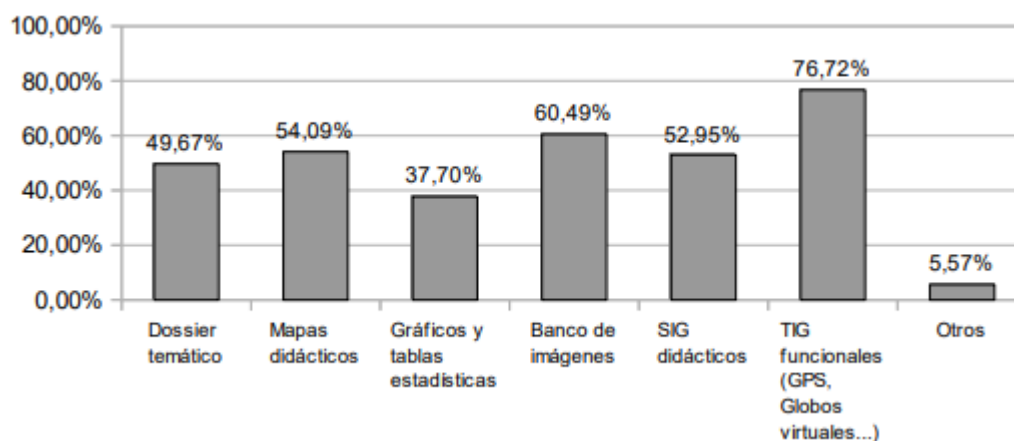
Fuente: Informe "La posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato" (2013).

La encuesta partía con algunas preguntas de contexto, que recogían el origen geográfico y la edad de los encuestados, la titulación universitaria con la que habían accedido a la docencia, situación profesional (funcionario, interino, docente en la privada/concertada, y otras). Aunque la mayoría de las cuestiones eran cerradas, había algunas preguntas abiertas, que, al analizarlas, se agruparon en grupos de contenidos similares. Así, una de las primeras cuestiones, interroga sobre las ventajas que aporta el conocimiento geográfico en la formación del alumno. Entre todas las respuestas, se destacan las opiniones relativas a la adquisición de competencias básicas, especialmente las espaciales; el desarrollo de la capacidad crítica y el pensamiento abstracto, así como otras habilidades propias del análisis territorial, como el trabajo a diferente escala; la resolución de problemas complejos aplicando distintas metodologías; y finalmente se cita también la posibilidad que ofrece la geografía de utilizar la tecnología de una manera útil y práctica.

Para conocer las modificaciones posibles en el Bachillerato, de nuevo se plantean algunas cuestiones abiertas, que reciben respuestas que proponen “dar un enfoque más práctico y tecnológico, con metodologías activas, evitando enfoques academicistas y mostrando su utilidad para resolver problemas” y proponen reforzar aquellos contenidos “más prácticos, cuantitativos y metodológicos (análisis demográficos, económicos, cartográficos) y aquellos relacionados con las Tecnologías de la Información Geográfica: SIG, Teledetección, Geoposicionamiento, etc.”. Además, hay quien propone ampliar la optatividad con materias vinculadas a la Geografía, tanto en 1º como en 2º de Bachillerato, haciendo especial referencia a las técnicas geográficas (TIG, prácticas, trabajo de campo, etc.), tanto para itinerarios de Humanidades y CC.SS. como para los científicos-tecnológicos”.

Centrados en los contenidos geográficos de la ESO, una de las preguntas realizadas es ¿Qué recursos propiamente geográficos serían necesarios para hacer la enseñanza de la Geografía más "amable" al profesorado y al alumnado? Se trata de una pregunta cerrada a la que se le ofrecen varias posibilidades de respuestas (Gráfico 2): 1) Tecnologías de la Información Geográfica (GPS, globos virtuales...), 2) Banco de imágenes, 3) Mapas didácticos, 4) SIG didácticos, 5) Dossier temático, 6) Gráficos y tablas estadísticas. La mayoría (76,72 %) indica la necesidad del profesorado de introducir las Tecnologías de la Información Geográfica en la docencia de la Geografía en la Educación Secundaria, si bien es cierto que, en esta respuesta, se podrían incluir también algunas de las otras posibilidades, como son los SIG didácticos (52,95 %), o los mapas didácticos (si son digitales) (54,09 %). De este modo, se constata que el profesorado es consciente de la necesidad de introducir las Tecnologías de la Información Geográfica en la docencia de la Geografía en la Educación Secundaria.

**Gráfico 2.** Recursos necesarios para hacer la Geografía más “amable” al profesorado y el alumnado

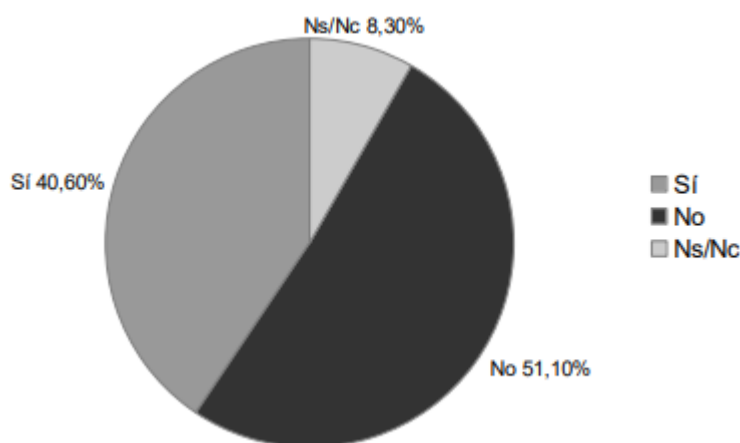


Fuente: Informe "La posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato" (2013).

Cuando se realizan cuestiones abiertas sobre propuestas para modificar los contenidos de geografía en la ESO, surgen proposiciones para “realizar temarios más prácticos, cartográficos y con inclusión de tecnologías geográficas”.

Una de las preguntas realizadas se dedica en exclusiva a recabar la opinión de los docentes sobre la incorporación de las TIC en las aulas, pero de manera mayoritaria se afirma que en las condiciones del momento (2012) no se podían utilizar en las clases (51,1%), frente al 40,6% que sí consideraba posible utilizarlas satisfactoriamente y un 8,3% de los encuestados que no responde a la cuestión (Gráfico 3).

**Gráfico 3.** Respuesta a la cuestión sobre la posibilidad actual (2012) de introducir las TIG en el aula



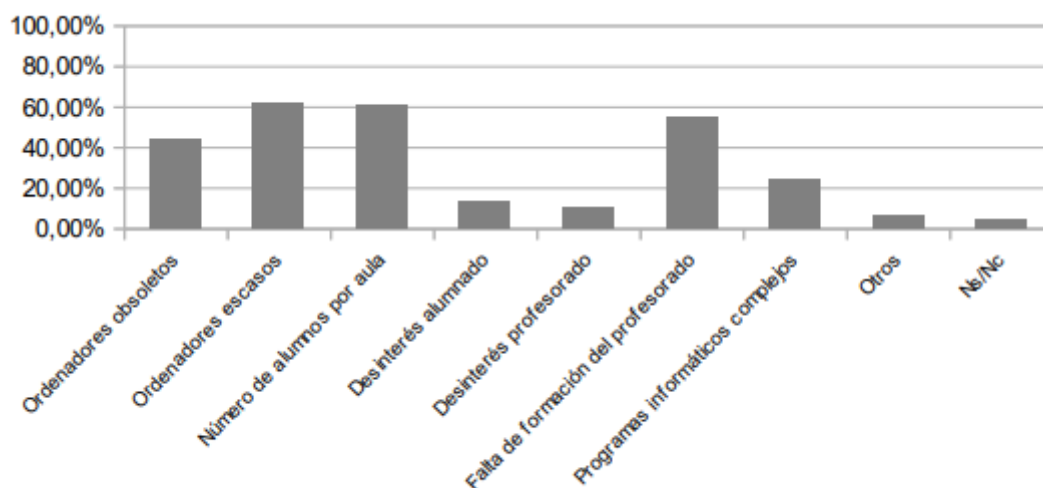
Fuente: Informe "La posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato" (2013).

Indagando en las razones de estas respuestas, se preguntó a los docentes sobre qué impedía la introducción de las TIG en las aulas. Se hizo mediante una pregunta de respuesta múltiple no excluyente. Se ofrecen siete posibles problemas que quedan ordenados de la siguiente manera según el número de respuestas recibidas (Gráfico 4): 1. ordenadores escasos; 2. elevado número de alumnos por aula; 3. falta de formación del profesorado; 4. ordenadores obsoletos; 5. programas informáticos complejos; 6. desinterés del alumnado y 7. desinterés del profesorado. Las respuestas resultan muy ilustrativas para esta tesis, que defiende la importancia de la formación del profesorado.

En que en la fecha de realización de las encuestas para este informe (2012-13), la mayoría de los docentes no veían posible la utilización de estas tecnologías en el aula, fundamentalmente debido a tres tipos de problemas: técnicos (equipos escasos y obsoletos y *software* complejo), organizativos (elevadas ratios en las aulas) y

formativos (falta de formación del profesorado en estas tecnologías). Este último, ha salido como tema prioritario en los resultados de esta tesis.

**Gráfico 4.** Problemas para la introducción de las TIG en la Enseñanza Secundaria



Fuente: Informe "La posición de la Geografía en la Educación Secundaria y el Bachillerato" (2013).

A partir de los datos de este informe, se observa que un grupo relevante de docentes de geografía de Enseñanza Secundaria, aconsejan la introducción de las TIG en la enseñanza de la Geografía en estos niveles, con la finalidad de que sea más práctica e intuitiva, es decir menos memorística.

Se muestra con claridad uno de los puntos de partida para esta tesis, que es la importancia de las TIG para los docentes del área y las ventajas de su utilización en la enseñanza de la geografía. También se indican las dificultades en la implantación en el nivel secundario obligatorio y postobligatorio, así como la necesidad de una mayor formación del docente en este tipo de tecnologías, cuestiones todas tratadas a continuación.

### 3.3. Las SIG Web en la enseñanza actual

Los programas informáticos de SIG tienen la capacidad de combinar diferentes tipos de datos y recursos dentro de la misma aplicación. Esto es un puente entre la tecnología geoespacial y los métodos de enseñanza, ya que captan la atención de los estudiantes y permiten a los docentes centrarla en temas específicos. Así, los SIG aparecen como un pilar fundamental de los sistemas educativos modernos. Sin embargo, el incremento de herramientas y plataformas SIG disponibles (Google Earth y Google Maps, GeoWE, QGIS, Cosmo, GeoMedia, ArcGIS, CARTO, Mapbox, GeoServer y GeoNode entre otros muchos) presentan un creciente número de funciones, cuya dificultad podría suponer una barrera en su empleo. Algunos autores

han identificado QGIS y ArcGIS como las plataformas más utilizadas en la industria (Rickles et al., 2017). Ambas tienen una versión en la nube, QGIS Cloud y ArcGIS Online.

Los SIG en la nube suponen un consumo menor de recursos en un ordenador personal, lo que es una ventaja en la enseñanza secundaria, ya que las aulas de informática no siempre son de última generación. Las mejores prestaciones de ArcGIS Online y su carácter gratuito para los centros escolares han orientado su empleo en esta investigación. Con esta herramienta es posible realizar excursiones virtuales, presentar distintos temas en una misma página web, realizar perfiles topográficos, etc.

Las iniciativas de aula diseñadas para la tesis provienen del empleo de las SIG Web en un discurso relacionado con el pensamiento geoespacial, el aprendizaje SMART y la técnica *digital map storytelling*. Esta consiste en la construcción de relatos, acompañados de mapas interactivos y aportes gráficos (Stachan & Mitchell, 2014; De Lázaro et al, 2020) siendo cada vez más frecuente incluso interactivos, como los que presentan Stachan & Mitchell, 2014, De Miguel et al, 2016 or Berendsen et al, 2018, entre otros.

En los últimos años han surgido herramientas específicas con el nombre de *story maps*, como por ejemplo los de Google o los *Story Maps* del *Knight Lab*<sup>6</sup> (con la interfaz sólo disponible en inglés) y también otras herramientas de *storytelling* para el empleo de la técnica del relato, que siempre pueden integrar mapas, si bien la mayoría de las veces estáticos y en forma de imagen. Sin embargo, es aconsejable el empleo de la de *ArcGIS Online* de ESRI®, por su sencillo manejo, sus amplias prestaciones y adaptación a diferentes temáticas de interés para la educación geográfica (anexo IV).

Un *story map* es una herramienta de visualización relacionada con el arte geo-visual y el *geo-design*, que integra, por tanto, texto, figuras, imágenes, mapas, videos y otros recursos web de diferentes fuentes que permiten trabajar habilidades narrativas y cartográficas, vinculadas no solo a su confección, sino también a su interpretación y análisis crítico (Dickinson & Telford, 2020). Así, los atlas creados con GIS *story map* tienen una doble función en la docencia: por un lado, se emplean como los atlas tradicionales, al tratarse de un compendio de información representada esencialmente con mapas que permite la interpretación de un fenómeno espacial y, por otro, son una herramienta didáctica en sí misma, que permite la elaboración y actualización de cartografía temática y la preparación del discurso (De Miguel et al., 2016b).

---

<sup>6</sup> La herramienta de Knight Labs (Northwestern University, Chicago-San Francisco, US) <https://storymap.knightlab.com/> cuenta con una versión libre y otra Premium, con la que se ha elaborado un *story map* para visualizar los datos demográficos más relevantes del último boletín del Population Reference Bureau (PRB): <https://interactives.prb.org/2020-wpds/storymap/>

De esta forma se comunica información y conocimiento agregando la ubicación a los hechos. Su finalidad es impulsar la alfabetización tanto en contextos educativos como profesionales y en la promoción de las humanidades digitales. La creación de un *story map* presenta una serie de ventajas para la docencia como son (Kerski, 2019): fomentar las habilidades técnicas, fomentar la comunicación oral técnica, presentar de forma visual y atractiva los resultados del trabajo y fomentar el debate entre sus compañeros. Además, tienen un grado de autonomía importante y favorecen el autoaprendizaje, de ahí que se hayan implementado en proyectos de educación no formal<sup>7</sup>. Además, los *story maps* cuentan con una serie de elementos que son de interés para los docentes (Esri, 2012). Una historia o mensaje que comunicar; un texto o guía que ayude al usuario a interpretar sus mapas; unos datos espaciales que apoyen la historia del autor, una cartografía, una representación visual atractiva de los datos espaciales, otros elementos visuales que realzan la historia (gráficos, imágenes, tablas, vídeos, mapas, etc.) y una experiencia de usuario que le den el diseño y la funcionalidad. Gracias a ellos se pueden desarrollar una serie de competencias transversales, muy valoradas por las empresas, como son: la capacidad de identificar problemas, la creatividad, la capacidad de liderazgo, uso de las TIG y el trabajo en equipo (García & Pérez, 2008; Rodríguez et al, 2009; Cárdenas et al, 2016).

Para construir el *story map* es importante reflexionar previamente sobre lo que se quiere comunicar, y sin pretender presentar de forma exhaustiva todos los datos posibles, se trabaja en transmitir cualquier conocimiento relevante para el estudiante. Algunos de los consejos que se ofrecen para su construcción, son elementos que el profesorado tiene en cuenta en su docencia cotidiana, como son la relevancia y brevedad, una narrativa con una sólida ubicación cuyos eventos importantes se insertan en un buen discurso.

Los Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente en el seno de la Universidad Complutense de Madrid, son de los primeros que emplearon esta herramienta SIG Web en España para crear *story maps*, si bien, el cambio de servidor en el seno de la universidad ha hecho que se pierdan algunas de las imágenes, hecho que los actuales *story maps* han evitado al permitir subir las imágenes en la misma aplicación, en lugar de emplear un enlace a las mismas. Los mapas SIG Web colaborativos construidos en estos proyectos<sup>8</sup>, son otro de los puntos de partida de esta tesis doctoral.

---

<sup>7</sup> My Story Map. Creating the Narratives of our Lives <https://www.mystorymap.eu/>  
Tell your Story. Storytelling in Education for the Reintegration of Early School Leavers <https://tellyourstorymap.eu/>

<sup>8</sup> Conflictos en el mundo:  
<http://ucmadrid.maps.arcgis.com/apps/OnePane/basicviewer/index.html?appid=c7596cfb21614903b36d49fa096bb553>  
Itinerarios de interés patrimonial elaborados:  
<https://ucmadrid.maps.arcgis.com/apps/PublicGallery/index.html?appid=e855e451f33d4d8d97b71ac>

En este contexto cada vez es habitual el uso de herramientas como los geovisores, los WebGIS y más especialmente los GIS, que resultan fundamentales en el fomento de conocimiento y también en la motivación de los estudiantes de distintos grados educativos, incluyendo también el universitario (Schott & Sutherland, 2009; Mínguez, 2021). Con ellos se enseña a recolectar la información geográfica y a crear cartografías que ilustran la realidad y facilitan información que favorece una mejor comprensión para la planificación (Chen, 2007).

Entre las iniciativas más habituales realizadas en el aula con geospatial technologies están las rutas o paseos virtuales, elaborados con Google Earth, Google Voyager, ArcGIS Online y sus story maps e incluso con herramientas de Realidad Virtual. Estos se proponen con diferentes objetivos, como por ejemplo confirmar si este tipo de iniciativas favorece el viaje real (Tussyadiah et al, 2017) o facilitan la planificación del viaje (Gavalas et al, 2011). Con estas iniciativas se dota a las rutas de un valor didáctico importante. Su valor se debe a que por sus características permiten a los estudiantes desarrollar un gran número de competencias, como las espaciales, las relativas a la creatividad y el trabajo en equipo y también las digitales. Se emplea mucho en periodismo, en arqueología, en turismo y en la formación del profesorado, y con el reciente programa para las escuelas de ESRI, ha sido posible ampliar el campo a la enseñanza secundaria.

---

[22a0b7521&group=8a3cfca16dc74e70aebdb0e0a3d0cf39](http://ucmadrid.maps.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=ea9c8b352b60491b8741d5f654570222a0b7521&group=8a3cfca16dc74e70aebdb0e0a3d0cf39)

Paisajes agrarios españoles:

<http://ucmadrid.maps.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=ea9c8b352b60491b8741d5f65457028d>

Itinerarios en el Parque Nacional de la Sierra del Guadarrama:

<https://ucmadrid.maps.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=5d5383089ee741d0a4fdde3db968974c%20>

Itinerarios en los Parques Nacionales de España:

<https://ucmadrid.maps.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=5d5383089ee741d0a4fdde3db968974c%20>



## 4. Objetivos, hipótesis, metodología, fuentes y técnicas

### 4.1. Objetivos

El objetivo general de la tesis es contribuir al desarrollo profesional docente demostrando la utilidad de los SIG en la nube para mejorar el aprendizaje en geografía y en otras materias propias de la enseñanza secundaria en el marco del aprendizaje inteligente. Este se concreta en distintos objetivos específicos que han guiado el trabajo durante la investigación:

- a) Determinar un marco teórico y conceptual de referencia común que analice las competencias necesarias para adquirir un pensamiento geoespacial crítico e inteligente.
- b) Identificar y analizar experiencias exitosas, que mediante el empleo de los SIG en la nube conducen al aprendizaje inteligente.
- c) Diseñar actividades docentes empleando los SIG en la nube para el desarrollo y adquisición de las competencias y destrezas necesarias en el aprendizaje inteligente en las asignaturas de Geografía.
- d) Contrastar y evaluar las posibilidades didácticas de la incorporación a la docencia en educación secundaria de los SIG en la nube para el desarrollo del pensamiento geoespacial en el marco del aprendizaje inteligente.
- e) Establecer resultados de aprendizaje y competencias adquiridas.

### 4.2. Hipótesis

Se parte de la premisa de que para que la sociedad avance se han de incorporar los cambios ocurridos en el corpus científico de las diferentes disciplinas a las enseñanzas de las mismas. Así, se considera que es necesaria la incorporación de los SIG a la enseñanza secundaria para la correcta formación de los estudiantes, dado el paradigma tecnológico en el que se encuentra actualmente esta ciencia (Koutsopoulos, 2011; Moreno, 2013). Está demostrado que los SIG en la nube son de más sencillo empleo en las aulas de secundaria que un SIG *desktop*. A partir de esta idea se contemplan las siguientes hipótesis de trabajo:

- 1) El pensamiento espacial y el aprendizaje inteligente a través del uso de las SIG Web determina un cambio de metodologías en el aula de enseñanza secundaria.

2) La tecnología SIG Web aporta al currículum de geografía en enseñanza secundaria las competencias necesarias para adecuarse a las exigencias de la ciudadanía actual.

3) El paso de la enseñanza tradicional al *SMART learning* implica una actualización de los equipamientos, y en especial una doble formación, técnica y metodológica en los docentes.

**Tabla 5.** Relación entre los objetivos, las hipótesis y las metodologías o técnicas empleadas en la tesis

OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA / TÉCNICAS
a) Determinar un marco teórico y conceptual de referencia común que dé respuesta a las competencias necesarias para adquirir un pensamiento geoespacial crítico e inteligente.	Hipótesis 1	Revisión bibliográfica, y diseño de buenas prácticas en el marco de diferentes proyectos de innovación docente.
b) Identificar y analizar experiencias exitosas, que mediante el empleo de los SIG en la nube conducen al aprendizaje inteligente.	Hipótesis 1 Hipótesis 2	Revisión bibliográfica, observación directa empleando la investigación-acción.
c) Diseñar actividades docentes empleando los SIG en la nube para el desarrollo y adquisición de las competencias y destrezas necesarias en el aprendizaje inteligente en las asignaturas de geografía.	Hipótesis 1 Hipótesis 2	Investigación-acción
d) Contrastar y evaluar las posibilidades didácticas de la incorporación a la docencia en educación secundaria de los SIG en la nube para el desarrollo del pensamiento geoespacial en el marco del aprendizaje inteligente.	Hipótesis 1 Hipótesis 2 Hipótesis 3	Investigación-acción Técnicas mixtas Método Delphi
e) Establecer resultados de aprendizaje y competencias.	Hipótesis 3	Análisis DAFO

Fuente: Elaboración propia

Una vez definido el tema objeto de estudio e implantados los objetivos que dan lugar a la investigación y definen sus hipótesis, se establece el ámbito de trabajo en la Enseñanza Secundaria. Aunque existe una escasa tradición en investigación sobre la

docencia de la geografía en España, constituye el objeto de estudio de esta tesis. La investigación en la educación geográfica tiene varios puntos de vista o miradas, la del docente y la del discente. Ambos se retroalimentan entre sí, ayudados por las herramientas empleadas en ese proceso de enseñanza-aprendizaje, que en este caso los SIG en la nube, y por la metodología de investigación.

### 4.3. Fuentes y técnicas

La ausencia de fuentes directas relacionadas con el tema, objetivos e hipótesis ha hecho necesario crear la información, a través de distintas técnicas, de forma sistemática y conducida con procedimientos rigurosos. Estos procedimientos no están necesariamente estandarizados, ya que no son exigencia de este tipo de investigación en la que la información captada proviene principalmente de la observación directa.

Para Ruiz Olabuénaga (1996, p. 125) la observación es el “proceso de contemplar sistemática y detenidamente cómo se desarrolla la vida social, sin manipularla ni modificarla, tal cual ella discurre por sí misma”. Además, añade que “esta observación común y generalizada puede transformarse en una poderosa herramienta de investigación social y en técnica científica de recogida de información”, aun admitiendo problemas en ella. Así, orientar la observación hacia el objetivo de la investigación, planificarla en fases, aspectos, lugares, determinar las personas necesarias para el estudio a acometer, controlarla vinculándola con otros estudios de caso y teorías sociales, y contrastar, son la forma de someterla a controles de calidad. En este caso, no solamente se ha realizado mediante la aplicación de la técnica Delphi, sino en el análisis de los proyectos y actividades acometidos que, para demostrar las hipótesis, deben estar completos, ser precisos, veraces, fiables y objetivos. La principal dificultad de las técnicas de observación se encuentra en que el observador, no solo se puede involucrar emocionalmente, sino que puede perder la objetividad y la neutralidad. En la tesis se ha resuelto esta cuestión trabajando, en la mayoría de los casos, en red (*networking*) y compartiendo los avances alcanzados en las redes sociales, desde las que se ha recibido una enriquecedora retroalimentación. En algunos casos, se ha contactado de una u otra forma con el autor del trabajo, en otros casos mostrando evidencias, como por ejemplo el número de veces que se han bajado los materiales elaborados para el trabajo con los estudiantes y en la formación del profesorado. También en la replicabilidad de los proyectos realizados, que han servido de punto de apoyo para otros docentes de educación secundaria (Martín et al., 2016; Pereira, 2018).

En este marco teórico-conceptual se sigue el diseño pasivo explicado por Lofland (2017) por el que se estudian los significados de las prácticas de los proyectos llevados a cabo en la actividad docente, lo que se conoce como un enfoque cualitativo-interpretativo. La metodología cualitativa responde a un paradigma fenomenológico y humanista, con un enfoque *emic* o interno, comprensivo, con

significación y sentido para el actor, en este caso el profesor y sus estudiantes. Su objetivo es captar, comprender y reconstruir el significado para describir y aislar los elementos o ingredientes de un cuerpo compuesto, en este caso se han buscado las categorías del aprendizaje SMART y sus cualidades. Estos significados pueden ser creados (uso original), usados o repetidos, aprendidos y heredados. Innumerables avances en la ciencia se han impulsado de aprender de la experiencia y la observación. Los resultados de aprendizaje en ciencias sociales y en otras ciencias tienen un marco de referencia y son dinámicos; es decir que con el tiempo pueden variar en función del avance de la propia ciencia. Por tanto, una tesis como la presente no tendría sentido en el siglo pasado, no solo por los resultados de aprendizaje a obtener, sino por los propios recursos tecnológicos y humanos empleados para ello. En el método de investigación-acción, el investigador (profesor) interactúa con los informantes (en este caso, el alumnado) y es sensible a los efectos que ellos causan, que, en este caso, serían los resultados de aprendizaje en su más amplio sentido, pero también la satisfacción ostentada por los mismos percibida en la observación directa y los impactos recibidos de la actividad propuesta y realizada. Ese será el principal registro de datos.

Así, a partir de los datos recogidos, se ha realizado una multiplicidad de visiones tanto en los métodos y técnicas empleados (investigación-acción, métodos mixtos, y técnica Delphi), como en los agentes concedores de iniciativas relativas al aprendizaje SMART (alumnado, profesorado y panelistas expertos) de la siguiente manera (Tabla 6):

**1. Método investigación-acción (observación directa):**

- En la propia aula docente con la rutina del aula en un marco de autoeficacia y efectividad,
- En acciones encaminadas a la formación de profesores apostando por esta línea de trabajo.

**2. Métodos mixtos** para medir el desarrollo del pensamiento espacial a través del aprendizaje de la geografía en distintos ámbitos en los proyectos institucionales de innovación en los que se ha participado (redes de profesores).

**3. Técnica Delphi**, en la que se recoge la consulta a expertos docentes, tanto del ámbito universitario, de la formación de profesores de secundaria y de profesorado de secundaria en geografía y SIG.

Con todas ellas se favorece la comprensión del problema descrito, dotando a la investigación de mayor rigor. Los resultados obtenidos de todas las fuentes manejadas se presentan en una matriz D.A.F.O.

**Tabla 6.** Esquema del proceso de investigación

<b>Análisis previos</b>	El currículum LOMCE Informe de la Posición de la Geografía en la Educación Secundaria Experiencias exitosas con <i>story maps</i> Experiencia docente propia		
<b>Método y técnica utilizada</b>	Investigación-acción	Metodologías mixtas	Técnica Delphi
<b>Fuente de recogida de datos</b>	Experiencias de aula. 1) Incorporación de un SIG WEB a 3º ESO 2) Desarrollo del pensamiento espacial a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la materia de Geografía de 2º de Bachillerato 3) Cursos de formación del profesorado	Proyectos institucionales y de redes de docentes en el marco de los I+D+i de la Junta de Extremadura, europeos Erasmus + y convenio con ESRI 1) Análisis de la realidad ambiental en la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora. El ruido. 2) Proyecto Erasmus+ Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos. 3) Atlas Digital Escolar	Cuestionarios en dos rondas a expertos docentes de Geografía.
<b>Perfil de los informantes o grupos destinatarios</b>	Alumnos de secundaria y en la formación del profesorado de enseñanza secundaria	Profesorado y alumnado del propio centro y de diferentes centros docentes	Panel de expertos: Docentes de Educación Secundaria y Universidad

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.1. Método investigación - acción (observación directa)

La investigación-acción se basa en una sistemática observación a través de la propia práctica docente. Se puede definir como una metodología cualitativa relacionada con la observación participante, aunque en este caso el observador es parte interesada del escenario, por lo que no cumple una parte de la esencia de la observación participante en una investigación social, pero sí cubre los objetivos de una investigación relativos a aspectos educativos. Diversos autores hablan además de la autoeficacia o *self-efficacy* definida por Bandura (1997) como las creencias en las capacidades de uno para organizar y ejecutar los cursos de acción necesarios para producir determinados logros. Es la autoconfianza en relación a la calidad docente ofrecida a partir de los logros alcanzados. Los ejemplos empíricos de esas

experiencias docentes suponen asociar la autoeficacia del profesor con los resultados de aprendizaje de los estudiantes. A pesar de las dificultades para medir éstas, suponen un logro docente que se puede etiquetar como de buena práctica, por su originalidad y motivación para el estudiante y para el profesor, al centrarse en el estudiante y adaptarse a sus necesidades, enriquecer los recursos, el empleo de herramientas tecnológicas de forma natural, por lo que reúne todos los elementos que conforman el aprendizaje inteligente.

Se entienden por resultados de aprendizaje aquello que le debe quedar al estudiante después del proceso de enseñanza-aprendizaje. Deben ser claros, observables, alcanzables, idóneos, relevantes y evaluables (Nava et al., 2014, p.10), aunque también es aconsejable que sean autoevaluables. Los resultados de aprendizaje son evidencias de la construcción y mejora del conocimiento espacial que ayudan a adquirir la competencia espacial. Si además se integra de forma razonable, asequible y adecuada la tecnología, se podría hablar de la adquisición de la competencia geoespacial. Por tanto, será imprescindible establecer qué resultados de aprendizaje contribuyen a organizar y mejorar el pensamiento espacial, para poderlos integrar en la práctica de aula del desarrollo curricular.

Los resultados de aprendizaje de los estudiantes de secundaria y de los profesores que siguen un curso de formación se recogerán en una valoración cualitativa del grado de consecución de los objetivos previamente programados y en las categorías del aprendizaje SMART adquirido a través del proyecto. Todos ellos varían en función del nivel académico y del grupo destinatario de la acción docente diseñada. En todos los casos se proponen actividades en el aula y en la práctica y aplicación en el campo de los conceptos aprendidos. Además de otros elementos de evaluación continua como la colaboración y la interacción, propios de técnicas docentes como el aprendizaje basado en proyectos o en problemas y la clase invertida o *flipped classroom*. Así, para la aplicación de esta metodología, ha sido necesario:

- El diseño de la actividad, basada en el empleo de nuevos recursos docentes, o en la mejora del aprendizaje de los estudiantes. Se han diseñado distintas actividades que muestran que es posible trabajar el pensamiento espacial con los medios del s. XXI. Para ello se han experimentado directamente en el aula de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato distintas estrategias didácticas que procuren para el alumnado una mejor comprensión del territorio mediante la aplicación de las SIG Webs.
- La observación (participante) para los resultados de aprendizaje, en los que se ha empleado la observación directa y los testimonios de los estudiantes a través de preguntas o entrevistas informales.
- El impacto de las actividades diseñadas, en las redes sociales. Para ello se ha subido cada uno de los materiales diseñados en alguna de las redes sociales más habituales, principalmente en *Slideshare*, de forma sistemática y continuada. El empleo de los *social media* para obtener resultados de investigación es cada vez más generalizado en distintos temas de análisis

geográfico, como, por ejemplo, la movilidad urbana (Osorio, 2019). Sin embargo, en la enseñanza de la geografía es el primer caso en el que se emplea para aportar evidencias.

Por tanto, se diseñan y desarrollan experiencias en la propia aula docente y en los cursos de formación del profesorado impartidos, que pretenden introducir en España el uso de los SIG en las Educación Secundaria de una manera innovadora aplicando el aprendizaje SMART. La búsqueda de estos resultados de aprendizaje ha inspirado las acciones formativas desarrolladas en esta tesis, tanto relativas a los estudiantes, como al profesorado, a partir del currículum dado por la administración.

#### 4.3.2. Métodos mixtos

El método mixto, como se ha señalado, aúna los métodos cualitativos y cuantitativos, se ha utilizado en menor medida y con frecuencia en proyectos y redes europeas, ya que exige más recursos, procedimientos, esfuerzos, dedicación en tiempo y diversificación en los miembros del equipo, que es aconsejable que procedan de distintos campos científicos.

Algunos autores matizan estos métodos añadiendo una dimensión *Deep* (Dodge, 2016), que supone una atención a lo subjetivo y de percepción caracterizadas por una vertiente participativa, crítica, socio-crítica, reconstructiva o cooperativa que emplea mapas y con ellos pretende investigar e interpretar para cambiar, aportar o mejorar el entorno. También se puede hablar de *living labs* y *crowdsource*. De esta forma se supera el viejo dualismo cuantitativo versus cualitativo aportando mayor pluralidad y exigiendo más recursos, procedimientos, esfuerzos y dedicación en tiempo y diversificación en los miembros del equipo, que deben proceder de distintos campos científicos. En este caso, se han utilizado algunos de los social media de administración propia, ya que es la única forma posible de controlar el impacto de determinados documentos. Se ha descartado emplear el Twitter por la ausencia de linealidad de las experiencias de aula, y la certidumbre de que no añadirían información a las fuentes empleadas: *Slideshare*, Facebook y YouTube.

Los métodos mixtos van más allá de los métodos cualitativos ya señalados, y los aúnan con los cuantitativos, si además consideramos una dimensión crítica, socio-crítica, participativa, reconstructiva o cooperativa que pretende investigar e interpretar para cambiar, se supera el viejo dualismo establecido en torno a lo cuantitativo versus cualitativo (Molina-Azorín, 2011).

Algunos autores han identificado los métodos mixtos con la triangulación, otros consideran la triangulación como parte de los métodos mixtos, y otros consideran incluidos los métodos mixtos en la triangulación (Bergman, 2011). La triangulación como metodología más que como método no se limita a un solo momento ni a un solo aspecto de la investigación, sino que abarca todos los aspectos del proceso de

investigación con un enfoque holístico que supone un enriquecimiento de las conclusiones o hallazgos obtenidos en investigaciones previas, como pueden ser las realizadas con cada uno de los proyectos de innovación docente desarrollados (Denzin, 1970). De este modo, se emplean diferentes perspectivas coincidentes en el objetivo y la metodología en cuanto a la diversidad de instrumentos de recogida de datos o a los métodos o técnicas empleadas.

La pluralidad metodológica que suponen los métodos mixtos, incluida la triangulación, exigen una gran preparación a los investigadores, que deben ser varios y desde distintos campos científicos. Así, la inversión en recursos, procedimientos, esfuerzos y dedicación en tiempo es mayor y además los métodos empleados tardarán en fraguarse, desde el punto de vista metodológico (Caride y Fraguera, 2015). El trabajo en red y la publicación en abierto, hace que cada vez se empleen más estos métodos en investigación.

Aunque no existen criterios mecánicos o de aplicación automática que garanticen el nivel de calidad buscado, existen modos de triangular una investigación que pueden llevar a la convicción de que el diseño, la teoría y el conjunto o base de datos utilizados en la investigación son los adecuados. Existen distintos modos y maneras de realizar una triangulación, que siempre supone el empleo de tres o más perspectivas en una investigación (Denzin, 1970) vinculada con los distintos elementos de la misma:

- a) Teorías y técnicas de investigación –empleando distintos paradigmas teóricos o perspectivas-, y de técnicas o métodos de investigación.
- b) Datos recogidos a distintos grupos de informantes, mediante el diseño y valoración de las iniciativas de aula y en las de formación de profesores en las que se ha participado con distintas personas y en distintos lugares.
- c) Intervención en distintas tipologías de proyectos.

#### 4.3.3. Técnica Delphi

Conocer la utilidad del uso de los SIG en la enseñanza de la Geografía constituye uno de los problemas centrales al que aproximarse en esta investigación. Con esta herramienta, tratada en el capítulo correspondiente a través de la metodología investigación-acción, se considera necesario ratificar con un profesorado experto la utilidad de los SIG en la docencia, y por extensión, los SIG en la nube. Para ello, y como parte de la estrategia investigadora, se diseñó una consulta a través de la técnica Delphi.

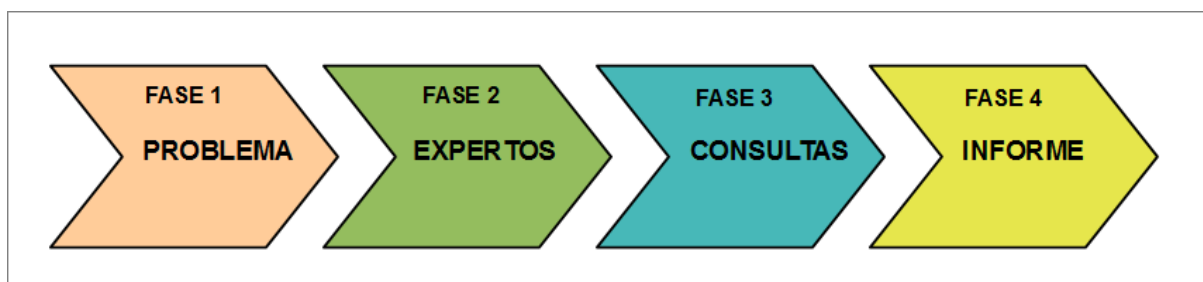
Esta técnica consiste en un método de investigación sociológica del tipo “entrevista en profundidad en grupo” (Ruiz Olabuénaga, 2003, p. 115) que “se orienta hacia una medida estadística de la respuesta de grupo” (López Gómez, 2018, p. 21). En líneas generales, se trata de encontrar consensos entre un panel de expertos en el tema objeto de estudio, que garantice respuestas más fiables que la de una única persona

entrevistada. Moreno (2020) destaca cuatro ventajas de la utilización de esta técnica en la investigación: en primer lugar, el aumento de la fiabilidad gracias al uso de técnicas de toma de decisiones grupales de expertos, en vez de consultar a uno solo; en segundo lugar, la participación anónima y el uso de cuestionarios que evita los problemas asociados a las entrevistas grupales como la persuasión engañosa, la deferencia a la autoridad, el impacto del dominio del lenguaje o las reticencias a cambiar de idea que pueden distorsionar la imparcialidad de las opiniones; en tercer lugar, el grado de consenso alcanzado por el grupo que recoge las opiniones por escrito tras un proceso de reflexión del problema planteado; en cuarto lugar la gran facilidad y flexibilidad que permite la participación de un grupo de expertos cuidadosamente seleccionado y alejado geográficamente.

Ruiz Olabuénaga (2003) señala ventajas similares de esta técnica frente a otros tipos de entrevistas, tanto individuales como en grupo, centradas sobre todo en la liberación del experto de seguir a los líderes de opinión y las tendencias dominantes del grupo, ofreciendo las mismas posibilidades a todos de presentar sus opiniones y argumentos en igualdad de condiciones. También considera que la retroalimentación que se ofrece durante las diferentes rondas de consultas es una ventaja, lo que permite a los participantes contrastar opiniones y reformular, refinar y alterar sus propias ideas. Además, considera que motiva a los expertos en sus respuestas, al comprobar que sus opiniones se contrastan con las de otros expertos; al tiempo que permite la posibilidad de consultar a expertos distanciados geográficamente sin necesidad de reunirse físicamente, lo que ofrece un valor añadido en las actuales circunstancias de pandemia. Finalmente, señala como ventaja de esta técnica, que no se exige ningún tipo de sofisticación cuantitativa ni cualitativa para la adquisición de las líneas centrales de consenso y de jerarquización de la temática analizada.

Si bien Ruiz Olabuénaga marca ocho fases para el desarrollo de la técnica Delphi (1. Formulación del problema central; 2. Selección del panel de expertos; 3. Planteamiento general; 4. Redacción del primer guion; 5. Desarrollo del segundo guion; 6. Desarrollo del cuestionario; 7. Análisis de resultados; y 8. Búsqueda de consenso mínimo), estas se pueden agrupar en cuatro más generales, como presenta Moreno (2020), siendo este el esquema que se seguirá en la investigación (Figura 18).

**Figura 18.** Fases de la investigación



Fuente: Moreno (2020), adaptado.

### **Fase 1. Determinación del problema central y establecimiento de los objetivos**

Como se ha indicado anteriormente, el problema principal de esta investigación está centrado en la utilidad de los SIG en la enseñanza y aprendizaje de la Geografía, estableciéndose tres objetivos específicos en función del punto de vista que desarrolle cada uno de ellos: 1. desde el punto de vista de quién enseña, esto es del docente; 2. desde el punto de vista del que aprende, esto es, el estudiante; y 3. desde la relación de enseñanza-aprendizaje que une a docente y estudiante en su contexto y entorno de aprendizaje SMART. No se contempla inicialmente de forma específica la plataforma desde la que se utiliza el SIG, en local o desktop y en la nube o SIG Web.

Los tres objetivos específicos quedan redactados de la siguiente manera:

- 1º) Conocer la utilidad de los SIG en la enseñanza de la geografía desde el punto de vista del docente.
- 2º) Averiguar cuáles son las mejores estrategias metodológicas para guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Geografía utilizando los SIG en la relación entre el docente y el discente.
- 3º) Establecer los resultados de aprendizaje del estudiante de Geografía mediante el uso de SIG.

Según la categorización de las investigaciones Delphi presentada por López Gómez (2018), esta investigación se enmarca en el tipo “conceptualización o marco de desarrollo” (*concept-framework development*), puesto que la finalidad de la misma no es aplicar la inteligencia colectiva a pronosticar situaciones (*forecasting-prioritisation*), sino establecer el marco conceptual o desarrollo sobre el tema objeto de estudio, en nuestro caso la utilidad de los SIG en la nube para la enseñanza de la Geografía en un contexto de aprendizaje SMART.

### **Fase 2. Conformación del panel de expertos**

López-Gómez (2018) señala que la composición del panel de expertos es el punto referencial de un estudio Delphi, por eso es importante su adecuada selección. Para evitar la selección aleatoria no fundamentada (Ludwig, 1997), es necesario señalar los criterios de selección de los expertos participantes. En esta investigación, dichos expertos además de ser conocedores de las SIG Web como herramienta de análisis geográfico deben ser o haber sido docentes directos, tanto en la etapa de Educación Secundaria, etapa fundamental objeto de estudio, como en la Universidad, en materias de Geografía o vinculadas a ellas, como la Didáctica de la Geografía.

Aunque inicialmente en el método Delphi no exista necesidad de fijar una muestra de expertos representativa del total (López-Gómez, 2018), sí conviene acotar el número de personas participantes, ya que, si el número de expertos fuera excesivamente pequeño, inferior a 7, no se podría considerar que la información extraída de la investigación sea representativa, y si fuera demasiado grande, aparecen disfuncionalidades asociadas sobre todo con el tiempo de desarrollo de la

investigación. Ruiz Olabuénaga (2003) establece como número adecuado entre 10 y 30 panelistas, mientras que en las investigaciones recogidas por López-Gómez (2018) se establecen distintas franjas desde los diez y hasta más de cien individuos, dependiendo de las características de la investigación.

En esta investigación se ha propuesto un panel de expertos que incluye a cuarenta docentes de Geografía cuyos resultados se analizarán de forma separada, veinte de Educación Secundaria y veinte de Universidad, tanto de Geografía como de Didáctica de la Geografía. Se considera un número de informadores adecuado para obtener conclusiones fiables, ya que podría haberse dado el caso, como así ocurrió, que alguno de los panelistas propuestos finalmente declinara su participación en alguna de las rondas (dos profesores de Educación Secundaria y uno de Universidad). De esa manera, a pesar de posibles imprevistos, la investigación mantiene su validez sin poner en peligro la fiabilidad de los datos.

Se ha buscado expertos participantes con una procedencia variada tanto geográficamente, de distintos lugares de España, como en función de otros criterios, como la titularidad del centro docente (público, concertado y privado), la situación laboral actual (activos y jubilados), titulación de acceso a la función docente (licenciados o graduados en Geografía o Historia) y género.

Todos ellos son conocedores y expertos en la cuestión estudiada, el uso de los SIG y la docencia, cumpliendo los requisitos expuestos por Ruiz Olabuénaga (2003, p. 119) de que sean personas que “dispongan de información relativa al tema, que estén motivadas para trabajar en el proyecto, que dispongan de tiempo suficiente para desempeñar las tareas del Delphi, y, sobre todo, que dispongan de opinión personal apoyada en conocimientos que superen la información general”.

### **Fase 3. Consultas: elaboración cuestionarios y determinación de las rondas**

Como procedimiento iterativo, basado en el intercambio de información con el panel de experto en diferentes rondas, se planificó la aplicación de la técnica Delphi a nuestra investigación en dos o tres rondas, que finalmente quedaron únicamente en dos, ya que los consensos se alcanzaron mayoritariamente en la segunda ronda, en la línea de la evidencia mostrada por López-Gómez (2018) al afirmar que la mayoría de aplicaciones del Delphi se desarrollan en dos rondas, usualmente en tres y rara vez en más.

Todo el procedimiento Delphi se ha llevado a cabo a través de Internet entre julio 2020 y abril 2021, ya sea mediante el uso del correo electrónico, como herramienta de comunicación con el panel de expertos, o los Formularios de Google, como herramientas web para el desarrollo de encuestas en las dos rondas de cuestionarios efectuadas. López-Gómez (2018, p. 33) señala que este tipo de herramientas web “facilitan la planificación y la organización, maximizan la participación y la colaboración, estructuran la comunicación en su aplicación y optimizan el proceso de

almacenamiento, procesamiento y análisis de datos”, como así se ha constatado a lo largo del presente trabajo.

El primer mensaje se envía a finales del mes de julio 2020 solicitando su colaboración en la investigación e invitándoles a rellenar el primer cuestionario abierto, dejando esos días finales de julio y todo el mes de agosto para poder rellenar el cuestionario. Como resultado de ese primer contacto dieciocho profesores de educación secundaria de los veinte propuestos responden favorablemente, mientras que, en el caso de los docentes universitarios, se llega a diecinueve de los veinte propuestos.

Cada cuestionario (Anexo I), además de las preguntas propias de la investigación, incluye una serie de preguntas de contexto sobre la situación laboral de cada docente, y el uso que hace de los SIG.

Las cuestiones establecidas para la segunda ronda del estudio se extraen de las respuestas dadas por los expertos en la primera ronda. Su objetivo fundamental es obtener un consenso a través de la graduación de la importancia de los conceptos aparecidos en las cuestiones abiertas, así como seleccionar y ordenar en función de la importancia que se les dé, las distintas opciones surgidas en las primeras respuestas a los tres grupos de preguntas. La idea ha sido establecer un segundo cuestionario cerrado a partir de las respuestas del primer cuestionario abierto, como es lo habitual en la técnica.

El análisis y tratamiento de los datos obtenidos tras del primer cuestionario se hizo durante el último trimestre del año 2020, diseñando dos nuevos cuestionarios, en este caso con las preguntas cerradas, uno para docentes de secundaria y otro para docentes universitarios. Se les envió el segundo mensaje a los docentes que habían respondido favorablemente al cuestionario inicial a comienzo del mes de diciembre, con el enlace al segundo cuestionario. Dejando todo el mes para contestar. La respuesta a esta segunda ronda fue completa por parte de todos los docentes que habían participado en el primer cuestionario. Una vez que se tuvieron todas las respuestas se realizó el análisis que se expone a continuación.

#### **Fase 4. Análisis de los resultados**

El Delphi tiene el carácter de iniciarse con técnicas cualitativas, tipo entrevista con preguntas abiertas, y la corrección de las respuestas de la primera ronda permiten cerrar un cuestionario ya cuantitativo que llevará al consenso de los resultados obtenidos. Por tanto, lo que se inicia como técnica cualitativa termina siendo una técnica cuantitativa cuyos datos se analizan pormenorizadamente en el apartado correspondiente (punto IV.3 de la tesis).

## 5. Resultados obtenidos

Los análisis previos de contexto, desarrollados en el tercer bloque, han orientado el diseño de la investigación para corroborar las hipótesis de partida. Así, se han aplicado los métodos y técnicas descritas en el punto anterior, lo que ha permitido estructurar el apartado con la aplicación de estas técnicas sobre una gran variedad de proyectos cuyos resultados refuerzan la triangulación, quedando de la siguiente manera:

- a) Investigación-acción, sobre distintas experiencias innovadoras de aula:
  - i) 3º ESO (Geografía e Historia): Incorporación de un Web SIG a la enseñanza de la Geografía.
  - ii) 2º Bachillerato: Desarrollo del pensamiento Espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos.
  - iii) Formación del profesorado: Experiencia en la impartición de cursos de formación continua del profesorado.
- b) Metodologías mixtas sobre proyectos institucionales y de redes de docentes:
  - i) Análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora: el ruido.
  - ii) Proyectos Erasmus+ KA219. Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos
  - iii) Atlas Digital Escolar
- c) Técnica Delphi sobre un panel de expertos docentes de Educación Secundaria y de Universidad.

Los proyectos analizados mediante el método investigación-acción están desarrollados en la propia aula, ya sea como docente de alumnado de secundaria o bachillerato, o como docente en cursos de formación del profesorado, por lo tanto, las perspectivas de análisis son internas y las posibilidades de actuación sobre las variables educativas son mayores. Los proyectos analizados a través de metodologías mixtas, se han llevado a cabo en colaboración con otros docentes, ya sea del propio centro, de otros centros del Estado, o de centros de otros países europeos, por lo que las posibilidades de intervención directas sobre las variables educativas son más limitadas.

### 5.1. Mediante el método investigación-acción

La observación directa a través de la propia práctica docente ha permitido analizar distintas experiencias de aula diseñadas y puestas en práctica (Anexo III). Estas experiencias introducen el uso de los SIG en la nube en la educación secundaria de una manera innovadora, desde la perspectiva del aprendizaje SMART. A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través del método investigación-acción: análisis de cada experiencia o proyecto didáctico comenzando

con una descripción del mismo que incluye los objetivos y las actividades necesarias para alcanzarlos. El punto de vista del aprendizaje SMART ocupa un espacio relevante en cada uno de ellos, así como el impacto alcanzado a través de su difusión, que ratifica la validez del empleo de la SIG Web en el diseño de las actividades. Por último, se ofrecen indicadores de éxito de la actividad diseñada, principalmente enfocados en la repercusión de la misma en otros docentes.

### 5.1.1. Incorporación de un SIG Web a 3º de la ESO

#### 1. Descripción del proyecto

El proyecto “Incorporación de un SIG Web a 3º de la ESO”, se desarrolló en el curso 2013/2014 en el IES San Roque de Badajoz. A través de la Resolución de 27 de noviembre de 2013, de la Secretaría General de Educación (DOE de 17 de diciembre) fue seleccionado como “Proyecto de Innovación Educativa” de la Consejería de Educación y Cultura del Gobierno de Extremadura<sup>9</sup>.

Durante el desarrollo del proyecto, la ley educativa aplicable era la LOE (Ley Orgánica de Educación 2/2006), por lo que, tanto los objetivos como los contenidos y las competencias a las que se hacían referencia en este proyecto se basan en lo estipulado en esta legislación y su desarrollo normativo.

El alumnado con el que se trabajó este curso fueron los integrantes de los tres grupos de 3º de ESO. En las evaluaciones iniciales, y en diferente grado, se observan desequilibrios en cuanto a los conocimientos cartográficos relativos a la localización de emplazamientos a diferentes escalas. Como solución al problema, se planteó trabajar con mapas digitales a partir de los Sistemas de Información Geográfica en la nube (SIG Web) adaptados a la tecnología disponible en el centro en el momento de su desarrollo: Pizarras Digitales Interactivas (PDI) y aulas de ordenadores previa reserva del espacio. De esta manera, el alumnado estaría en contacto directo y casi permanente, con la cartografía digital y, por lo tanto, obligado a trabajar las competencias espaciales.

Para todo el curso, se planificaron una serie de actividades que abordaban desde la Introducción a los Sistemas de Información Geográfica en general hasta la concreción en el uso de los SIG Web (ArcGIS Online), como herramienta tecnológica utilizada durante el curso para la visión y elaboración de mapas en la nube. La PDI fue utilizada para mostrar diferentes mapas elaborados para la clase por el profesor o el alumnado, incluso se utilizó para elaborar mapas de manera colectiva para la explicación de algunos conceptos básicos en el contenido de 3º de la ESO como el de “área de

---

<sup>9</sup> En función de la Resolución de 26 de agosto de 2013 (DOE de 6 de septiembre), de la Secretaría General de Educación, por la que se convocaba la selección de proyectos de innovación educativa en los centros docentes de enseñanzas no universitarias de Extremadura.

influencia". Los ordenadores personales se utilizaron para elaborar mapas temáticos utilizando las diferentes herramientas que proporciona ArcGIS Online, aunque dado el nivel de obsolescencia de los equipamientos del centro en aquel momento, apenas se pudieron utilizar, y se tuvo que organizar el trabajo en torno a la PDI. Para llevar a cabo todas las actividades durante el curso académico, se utilizó la plataforma Moodle del IES San Roque, donde se creó un espacio propio para el proyecto, con las actividades organizadas cronológicamente.

El proyecto siguió los siguientes objetivos generales en el marco de la convocatoria a la que responden y, adaptadas al trabajo con ArcGIS Online como herramienta principal:

- A. Aplicar didácticamente las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): para mejorar el rendimiento académico del alumnado en la adquisición de las competencias espaciales.
- B. Mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en idiomas: se utilizaron mapas elaborados en otros idiomas, por lo que se manejó documentación real en otros idiomas, que el alumnado debió interpretar.
- C. Crear una comunidad de aprendizaje abierta a la sociedad, trabajando en la plataforma de ESRI, ArcGIS Online compartiendo públicamente los mapas elaborados durante el curso.
- D. Potenciar la atención a la diversidad, mediante el trabajo individualizado para atender a las necesidades de cada estudiante, propio de la enseñanza personalizada.

Partiendo de las cuatro líneas principales de actuación, se seleccionaron ocho objetivos concretos, vinculados, cada uno de ellos, con una competencia básica de las descritas en la LOE, entendiéndose por tales, como ya se ha señalado, aquellas capacidades o habilidades que debe alcanzar un estudiante al terminar sus estudios secundarios obligatorios:

1. Mejorar las **competencias espaciales** de los alumnos de 3º ESO dentro de las competencias en el conocimiento e interacción con el mundo físico.
2. Potenciar las **competencias matemáticas** relativas a los contenidos sociales, al tener que representar datos estadísticos sobre un mapa.
3. Desarrollar la **competencia relativa al tratamiento de la información y la competencia digital**. Todo el trabajo se realizará en formato digital trabajando en la nube de Internet.
4. Trabajar la competencia en **comunicación lingüística**, tanto en español como en otros idiomas al consultar y elaborar mapas con sus correspondientes leyendas que han de comunicar fácilmente su contenido.
5. Analizar críticamente los mapas elaborados y reutilizados, para afianzar la **competencia social y ciudadana**.
6. Dotar al alumnado de los principios básicos y estéticos para elaborar cartografía entendible a simple vista utilizando iconos, colores, líneas, etc. que

desarrollen su **competencia cultural y artística**.

7. Facilitar las herramientas básicas para que el alumnado pueda encontrar los mapas necesarios para su aprendizaje o elaborarlos ellos mismos, lo que conlleva la **competencia de aprender a aprender**.
8. Permitir la mejora de la autoestima del alumno al elaborar sus propios materiales de estudio, dotándolos de **autonomía e iniciativa personal**.

En todos los casos, la finalidad última y general del proyecto era la de mejorar el conocimiento cartográfico del alumnado y de los contenidos que en ellas se expresaban a través de las actividades diseñadas al efecto.

## 2. Actividades del proyecto

Para alcanzar los objetivos propuestos, se diseñó un plan de actividades que abarcaban la mayor parte de las unidades (10 de 14) que componían la programación didáctica (Tabla 7). Todas estas actividades tuvieron como producto final la elaboración de un mapa digital, ya sea por parte de cada estudiante, de varios estudiantes trabajando colaborativamente, o del profesor para explicar algún tema en concreto y que el alumnado utilice la aplicación elaborada para trabajar una parte de los contenidos.

Para elaborar los mapas de cada unidad trabajada, se utilizaron las distintas posibilidades que ofrece la plataforma ArcGIS online de añadir capas de información; desde las capas existentes en la propia plataforma y disponibles para su libre uso, hasta capas de información obtenidas en servidores de geodatos oficiales (servicios WMS), que es posible importar o capas añadidas por los estudiantes o por el docente a partir de archivos gpx (archivos de GPS), csv o mediante la adición de ubicaciones directamente al mapa. A continuación, se ejemplifica esta variedad de usos de la herramienta ArcGIS Online mediante una selección de estas actividades, que se pueden ver en su conjunto en la Tabla 8:

- Actividades de ubicación de un lugar a través del uso de archivos gpx. Los contenidos relativos al posicionamiento geográfico sirvieron de punto de partida para la explicación de los conceptos vinculados a los SIG y a la cartografía en general como el concepto de coordenadas geográficas o el de escala. Se diseñaron tres tareas en las que se aplicó la tecnología de un aparato GPS Etrex de Garmin, de un *smartphone* con la aplicación *My Track* de Google instalada, y la Pizarra Digital Interactiva (PDI).
  - Tarea 1. Localización y medición de coordenadas geográficas del IES sobre una imagen satélite haciendo uso de herramientas de ArcGIS Online como “zoom” y “medir ubicación”. El estudiante, desde la PDI, debía localizar el centro educativo haciendo cambios de escala con la herramienta “zoom”, y encontrar las coordenadas del IES, tanto en Grados como en DMS mediante la herramienta “medir ubicación”.

- Tarea 2. Medición de coordenadas del IES utilizando un aparato medidor GPS o un *smartphone* con la aplicación de GPS activa. Esta actividad se desarrolla en el patio del centro, midiendo y anotando las coordenadas del IES. Además, se realizan movimientos por el patio para comprobar la variación de las coordenadas en el GPS. Ya ante un ordenador, y utilizando el “cuadro de búsqueda” de un mapa en blanco de ArcGIS Online, se introducen las coordenadas anotadas en el patio para comprobar la correspondencia de la medición con el mapa. Esta tarea sirve para que los estudiantes se introduzcan en el geoposicionamiento a través del GPS.
- Tarea 3. Elaboración de un mapa a partir de una capa gpx. Durante la Tarea 2, también se grabó el movimiento del grupo en el patio del instituto en un *smartphone* con la aplicación *My Track* de Google. Se trataba de una aplicación gratuita, ya no disponible, que permitía guardar las rutas en formato gpx. Tras descargar el archivo gpx en un ordenador, y ya en ArcGIS Online, desde el menú “agregar>>agregar capas de un archivo”, se sube la ruta a la plataforma y se observa sobre el mapa base, con las indicaciones de latitud y longitud. Esta tarea sirvió para que el alumnado conociera algunas de las utilidades del *smartphone* que habitualmente no utilizan, como son las relativas al geoposicionamiento.
- Actividades resueltas mediante la combinación de diferentes capas disponibles en la propia plataforma ArcGIS Online. Para elaborar un mapa que explicase la tectónica de placas, se reutilizaron algunas capas creadas por otros autores y disponibles para su uso en ArcGIS Online. Para elaborar este mapa son necesarias tres capas, que se fueron añadiendo desde el menú “agregar>>buscar capas”: terremotos, volcanes y placas tectónicas. Con el objetivo de aumentar las posibilidades de encontrar capas disponibles, se realizó la búsqueda con los términos en inglés (*earthquakes, volcanoes and plates boundaries*). Como producto final se obtuvo un mapa con tres capas que pueden ser activadas o desactivadas por el alumnado con el objetivo de que deduzcan las relaciones existentes entre los elementos representados en cada capa (terremotos, volcanes y borde de placas).
- Actividades resueltas mediante la agregación de capas disponibles en Internet. Otra de las propiedades de ArcGIS Online es que permite añadir capas de datos de origen y formato diverso, pero disponibles públicamente en Internet. Son agregadas al mapa de ArcGIS Online a partir del menú “agregar>>agregar capas de la web”. Para las actividades propuestas se utilizó la información disponible en las Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) y de Extremadura (IDEEX), a través de los servicios web de mapas (WMS). Son varias las actividades realizadas utilizando capas públicas de información procedentes de las IDE, como el mapa de áreas inundables de Badajoz, la comparativa de imágenes de ciudades extremeñas realizadas a partir del vuelo

americano (1956/57) y la Ortofoto procedente del PNOAEX (2008/11) que se encuentran disponibles como servicios WMS en la IDEEX <<http://www.ideex.es>>. En este último caso, se elaboró un mapa de dos capas, una para cada imagen, se creó un *story map* del tipo “comparación de dos mapas” para cada una de las principales localidades extremeñas. Desplazando una barra vertical cambia la imagen de fondo pudiendo observarse las principales modificaciones urbanas ocurridas en los últimos 50 años.

- Actividades resueltas mediante la agregación de archivos csv. Algunos de los mapas elaborados se crearon a partir de archivos csv previos, como el de climas o el utilizado para estudiar la estructura de la población española. En ambos casos, se utilizó una hoja de cálculo (*Calc* de Openoffice) para realizar las gráficas (climogramas o pirámides de población de las distintas comunidades autónomas) a partir de los datos difundidos por diversos organismos públicos como AEMET o el INE. Cada gráfica se guardó como imagen y se almacenó en una carpeta compartida de Google Drive. También utilizando una hoja de cálculo se elaboró un archivo guardado como csv en el que cada fila fue ocupada por la capital de una comunidad autónoma con su ubicación en latitud y longitud y la url de la imagen de la pirámide de población o climograma que se había almacenado en la nube (Google Drive). Desde el menú “agregar>>agregar capas de un archivo” se añadió al mapa de ArcGIS Online el archivo CSV creado previamente. A partir de este primer mapa web, se crearon varias aplicaciones web o *story maps* del tipo “narración básica” y “ruta de mapa” para presentar de manera más visual la información. En estas aplicaciones, al pulsar sobre cada icono, se abre una ventana emergente con la pirámide de población o el climograma de la comunidad autónoma seleccionada.
- Actividades resueltas añadiendo marcadores. Usando la PDI, saliendo a ella el alumnado de uno en uno, se pueden crear mapas colaborativos fácilmente mediante la función “agregar notas de mapas” que encontramos en el menú “agregar”. Así, con un solo toque en la pizarra, se añaden directamente sobre el mapa, diferentes marcas, líneas y áreas. Durante la clase se pueden crear mapas y esquemas que, refinados posteriormente, generan una rica cartografía escolar. Algunos de los temas tratados de esta manera en el proyecto de fueron:
  - Mapa de áreas de influencia. El alumnado de cada grupo fue marcando de uno en uno sobre un mapa en la PDI su residencia, de tal manera que la actividad concluyó con una nube de puntos en torno al instituto, definiendo lo que es el área de influencia del centro educativo. De esta forma fueron capaces de extrapolar el concepto de área de influencia a cualquier actividad económica.
  - Estructura urbana de Badajoz. Sobre la PDI y con ayuda de las diferentes entidades que se pueden añadir al mapa en ArcGIS Online (puntos, líneas y áreas), se realiza la explicación de la estructura urbana a partir del análisis del plano de la ciudad.

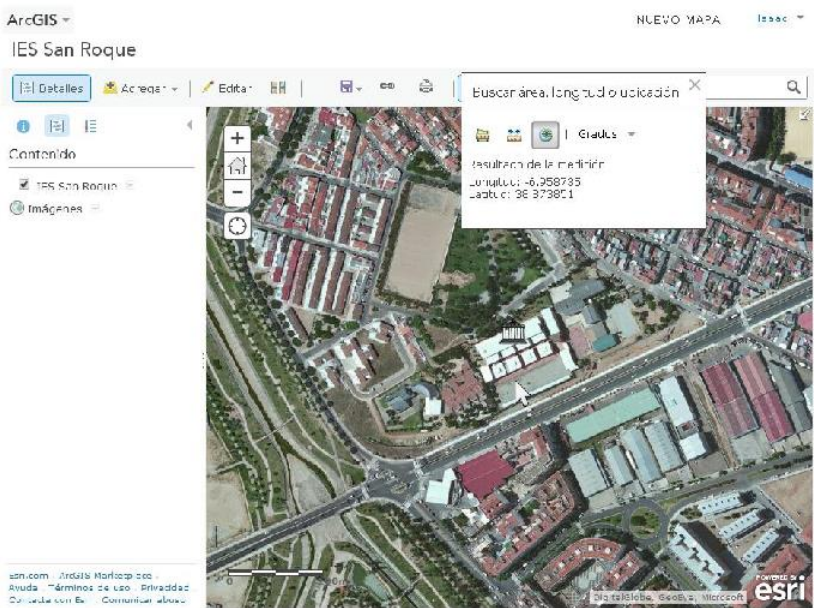


- Resumen de las noticias del año. Uno de los grupos de 3º creó un mapa con las localizaciones de las principales noticias del año. Para eso, durante los primeros minutos de cada clase visionaron los titulares del Telediario desde la web de TVE. Al finalizar, cada uno de los alumnos salía a la PDI y marcaba una noticia de las vistas sobre el mapa, añadiendo una ventana emergente con el titular y el día.

**Tabla 7.** Relación de actividades con la unidad didáctica a la que se asocia

Unidad de la programación	Actividades realizadas
1. El planeta Tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a) Trabajo con coordenadas. Uso del GPS.</li> <li>• b) Placas tectónicas, volcanes y terremotos.</li> </ul>
2. El medio físico de España	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a) El relieve de España:</li> <li>• b) El clima en España:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variedades climáticas de España</li> <li>2. Resultado del ejercicio. Mapa colaborativo</li> </ol> </li> <li>• c) Las aguas en España:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ríos y cuencas hidrográficas.</li> <li>2. Las áreas inundables de Badajoz</li> </ol> </li> </ul>
3. La población	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Comparación de la estructura de la población en España. Versión 1.</li> <li>b) Comparación de la estructura de la población en España. Versión 2.</li> <li>c) Comparación de la estructura de la población en España. Versión 3.</li> </ul>
4. El poblamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Esquema de la estructura de la ciudad de Badajoz</li> <li>b) Evolución territorial de Extremadura en los últimos 50 años, versión barra vertical.</li> <li>c) Evolución territorial de Extremadura en los últimos 50 años, versión lupa.</li> <li>d) Evolución urbanística de las ciudades extremeñas.</li> </ul>
5. La actividad económica	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El concepto de multinacional.</li> </ul>
6. Las actividades del sector primario	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) La evolución de la agricultura en las Vegas del Guadiana.</li> </ul>
7. Las actividades del sector secundario	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Los espacios industriales.</li> </ul>
8. Las actividades del sector terciario	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) El concepto de área de influencia.</li> </ul>
9. La economía de España	
10. La organización política. El Estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) La organización territorial de España:</li> </ul>
11. La diversidad de España	
12. Europa y la Unión Europea	
13. Los conjuntos geográficos	
14. Un mundo global	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Las noticias del año.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

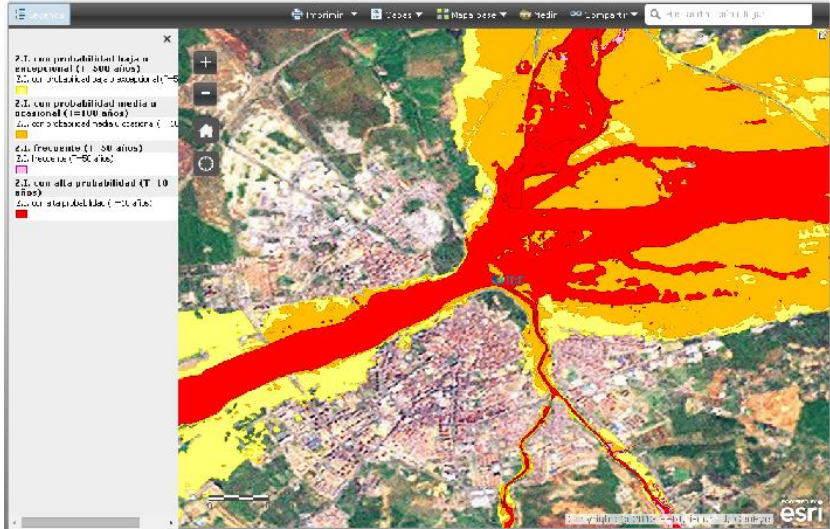
**Tabla 8. Actividades desarrolladas durante el proyecto**

Actividad	Imagen
<p><b>1. Coordenadas</b></p>	 <p>ArcGIS - IES San Roque</p> <p>Buscar área, longitud o ubicación</p> <p>Resultado de la medición          Longitud: -6,958735          Latitud: 36,373811</p>
<p><b>2. Placas tectónicas, volcanes y terremotos.</b></p>	 <p>ArcGIS - Relación de las placas tectónicas, terremotos y volcanes del mundo</p> <p>Contenido</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Bordes de placas tectónicas</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Terremotos</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Volcanes</li> <li><input type="checkbox"/> Océanos</li> </ul>
<p><b>3. El relieve de España: cortes topográficos</b></p>	 <p><b>El relieve de España</b>          Análisis de las unidades de relieve españolas a partir de sus perfiles topográficos</p> <p>1. Señala sobre el mapa una de las líneas de colores e identifica en el perfil topográfico inferior cada una de las unidades de relieve que atraviesa la línea.          2. Señala la provincia por la que pasa la línea.</p> <p>No hay leyenda</p> <p><b>Perfil de elevación</b></p> <p>Elevación en Pies</p> <p>Mín: 5.987,5 Máx: 7.721,7 Inicio: 3.494,3 Fin: 5.823,5 Cambio: 2.329,2 Distancia en Millas</p>



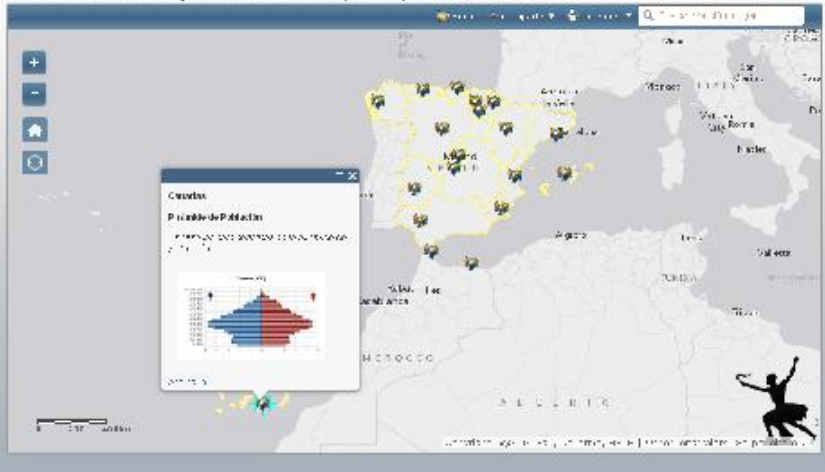
**7. Las aguas 2. Áreas de inundación de Badajoz.**

Áreas de inundación de Badajoz por periodo de recurr...



**8. La población 1.**

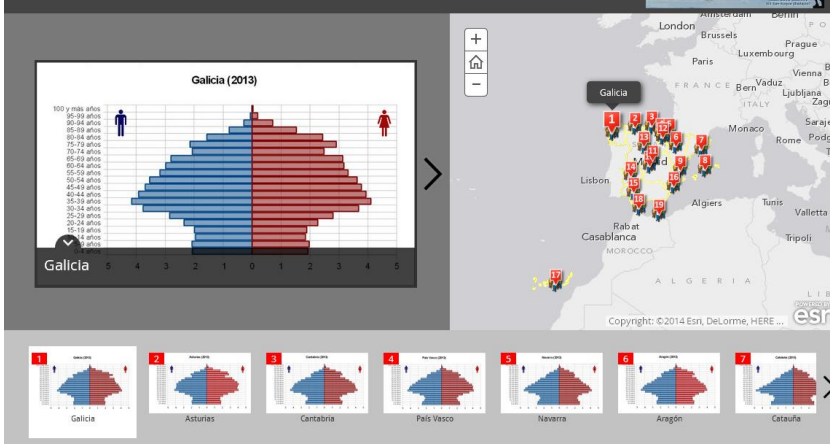
Estructura de la población de España por CC.AA.



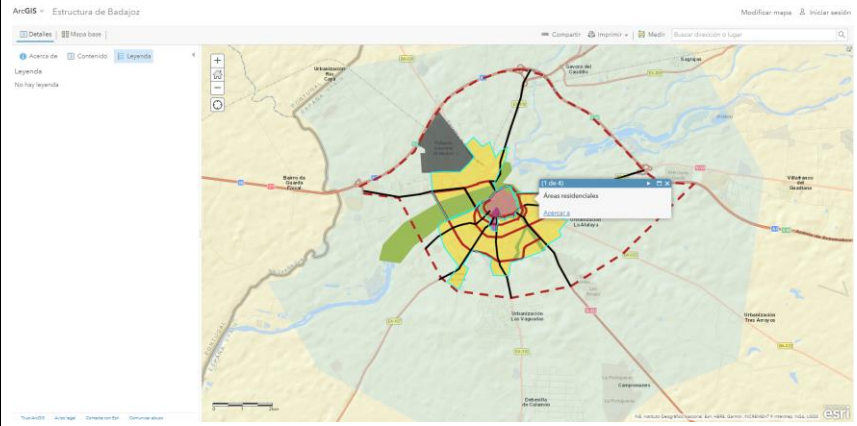
**9. La población 2.**

Estructura de la población de España por Comunidades Autónomas

Compara las pirámides demográficas de cada Comunidad Autónoma. ¿Dónde está más envejecida la población? ¿Dónde es más joven la población? ¿Cómo se explican estas diferencias territoriales?



### 10. El poblamiento



### 11. Las actividades económicas. El concepto de multinacional.

**Concepto de Multinacional**  
Ejemplo de localización de la actividad de la multinacional INDITEX

**Multinacional:** Sociedad mercantil o industrial cuyos intereses y actividades se han establecido en muchos países. (Diccionario de la RAE)

Mapa elaborado conjuntamente por los alumnos de 2º de FSO del IES San Roque de Badajoz en el que se localizan aquellos países en los que realiza alguna actividad la multinacional española del textil INDITEX.

Información de la localización obtenida de la web del grupo INDITEX: <https://www.inditex.com>

### 12. Las actividades económicas. La agricultura en las vegas del Guadiana.

**Agricultura en las Vegas del Guadiana** Prof. Isaac Buzo Sánchez, IES San Roque (Badajoz)

Consejo de la Agricultura de las Vegas del Guadiana, C. 39 (1952) a 10/04/00

El plan Badajoz, aprobado en 1952, marcó el inicio de la agricultura de las vegas del Guadiana, mediante un conjunto de obras de transformación: saneamiento, canalización, e industrialización. El plan se modificó hasta 1970.

En las siguientes imágenes podrás comparar con los mapas de 1952, para el año del porfeco (1956/57) y con el mapa del año 2000.

Muestré la foto para ser comparada con el primer mapa y usar el zoom para ver mejor la ciudad y con el estudio de las...

**13. Las actividades económicas. Las actividades industriales.**

### Los espacios industriales

Definamos la escala y la ubicación y otra de cada imagen en el punto señalado.

SINCRONIZAR MAPAS ● Escala ● Ubicación

Área de concentración Industrial de la Ría de Nervión	Polígono Industrial Kareaga, Baracaldo	Parque Tecnológico de Vizcaya
		
Descripción <span style="float: right;">&gt;</span> <span style="float: right;">esri</span> For Areas que presentan una alta densidad industrial, concentrando industrias diversas en un espacio relativamente reducido. Se componen a los espacios	Se trata de espacios urbanos localizados generalmente en áreas periféricas destinados a la ubicación de las industrias, y por lo tanto dotados con las infraestructuras	Son espacios destinados a albergar industrias punta, de alta tecnología y vinculadas con la investigación y desarrollo de nuevos productos, por lo que

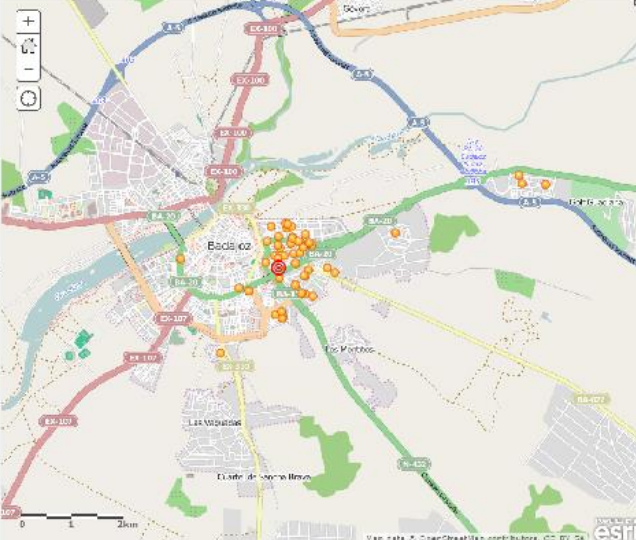
**14. Las actividades económicas. Las actividades del sector terciario. El concepto de área de influencia.**

### ArcGIS - Área de influencia

Detalles Agregar Editar Mapa base Compartir Mapas de Buscar dirección o lugar

Contenido

- IES San Roque
- 3º C
- 3º A
- 3º E
- OpenStreetMap



Car: com ArcGIS Marketplace Ayuda Términos de uso Privacidad Contacta Map data OpenStreetMap contributors CC BY SA esri

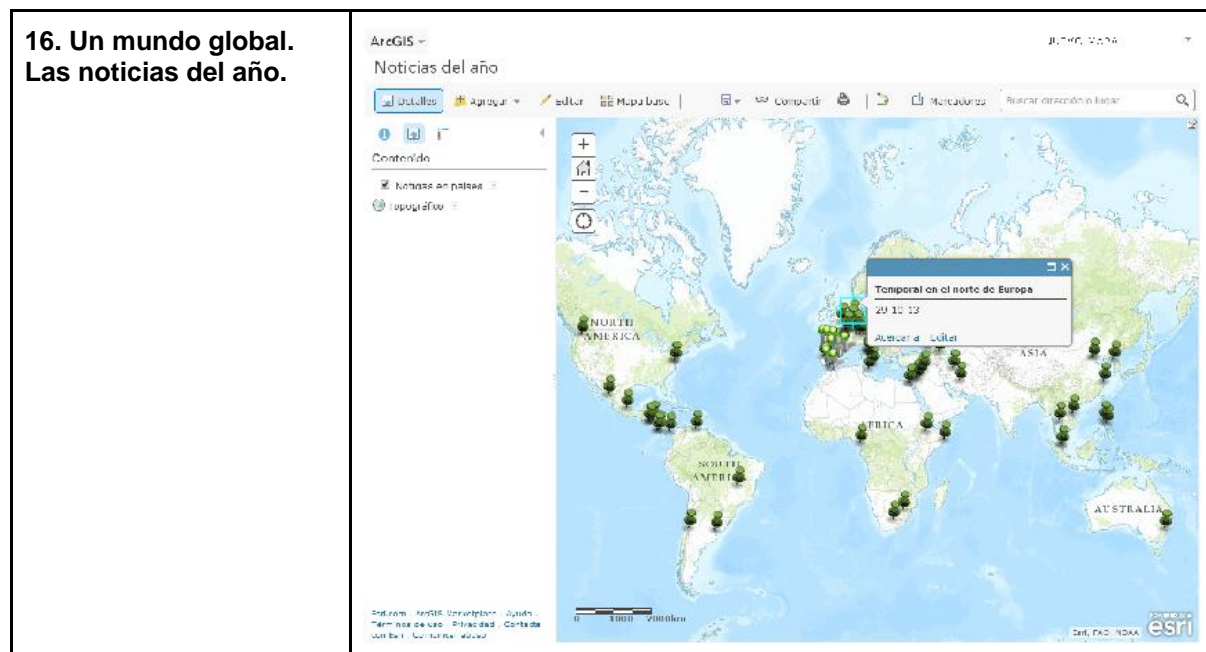
**15. La organización territorial del estado.**

### Organización territorial del Estado

Imprimir Copiar Resolución Modo Compartir Buscar dirección o lugar



Esri Esri, DeLorme, F&S, USGS, NOAA



Fuente: Mapas elaborados por I. Buzo recogiendo los resultados del trabajo de los estudiantes.

La organización general del proyecto se secuenció en tres fases: una primera, durante los primeros días del curso, dedicada a interiorizar el trabajo con mapas digitales, elaborados con ArcGIS Online de ESRI, ya que el alumnado en general, no estaba habituado al uso de cartografía digital, y de esta manera se fueron familiarizando con la interfaz de ArcGIS Online y sus herramientas, algo que resultó más sencillo de lo que inicialmente se pensaba. Una segunda, dedicada al trabajo directo con la cartografía de ArcGIS Online, bien a través de la PDI, bien si ello era posible, a través del trabajo con ordenadores. La tercera fase se dedicó a la evaluación del proyecto, y se desarrolló en paralelo a la segunda, especialmente, al final de curso, cuando se pudieron ir extrayendo resultados del trabajo realizado.

Los contenidos se trabajaron en la segunda fase y como ha quedado descrito anteriormente en la Tabla 8, se diseñaron una secuenciación de contenidos en la programación de aula dividida en catorce unidades didácticas, con idea de utilizar la plataforma ArcGIS Online, al menos, una vez en unidad didáctica. En la mayoría de las unidades programadas se utilizó la plataforma ArcGIS Online más de una vez, aunque en algunas otras ocasiones, por falta de tiempo u otras razones, no se pudo utilizar. Finalmente, de las catorce unidades previstas, se trabajó con ArcGIS Online en diez de ellas.

Con las actividades desarrolladas en clase, se fue construyendo un espacio propio destinado al proyecto en la plataforma Moodle del IES San Roque <<http://moodle.educarex.es/iessanroque>>. En este espacio, y a modo de portfolio, se fue recogiendo todo el trabajo realizado durante el curso para poder ofrecerlo libremente a la comunidad educativa una vez finalizado el proyecto.

La metodología didáctica que se ha seguido con el uso de los SIG Web ha sido fundamentalmente activa, produciéndose una retroalimentación del propio trabajo del alumnado a lo largo del proceso enseñanza-aprendizaje. La gestión docente de cada actividad seguía un esquema previo, que se iniciaba con su planificación, seguida por el trabajo en el aula, y finalmente con la evaluación de cada unidad didáctica.

Algunos mapas fueron elaborados previamente por el profesor y trabajados en clase por el alumnado desde aplicaciones web o *story maps* de ArcGIS Online. En otras ocasiones fueron el resultado de la interacción de los alumnos sobre la Pizarra Digital Interactiva (en adelante PDI), otros mapas fueron el resultado de la explicación, siendo elaborados durante la misma y mejorados posteriormente.

### 3. Grado de consecución de los objetivos

El grado de consecución de los objetivos fue elevado, impulsado en cada caso por actividades generales y concretas, dirigidas a alcanzarlos con éxito (Tabla 9).

**Tabla 9.** Objetivos y grado de consecución del proyecto “Incorporación de un SIG Web a 3º de la ESO”

OBJETIVOS CONCRETOS	GRADO DE CONSECUCIÓN
Mejorar las <b>competencias espaciales</b> de los alumnos de 3º ESO dentro de las competencias en el conocimiento e interacción con el mundo físico.	<b>Alto.</b> Se han trabajado conceptos básicos del pensamiento espacial, como la orientación, la escala, los sistemas de coordenadas, que han permitido al alumnado localizar espacialmente cualquier elemento.
Potenciar las <b>competencias matemáticas</b> relativas a los contenidos, al tener que representar datos estadísticos sobre un mapa.	<b>Alto.</b> Se ha trabajado de manera combinada la elaboración cartográfica con la elaboración de gráficas a partir de datos estadísticos, como por ejemplo los relativos al clima o a la estructura de la población.
Desarrollar la <b>competencia relativa al tratamiento de la información y la competencia digital</b> . Todo el trabajo se realizará en formato digital trabajando en la nube de Internet.	<b>Alto.</b> Los alumnos han aprendido el funcionamiento básico de la herramienta. Han aprendido a buscar y seleccionar información de Internet y han aprendido a utilizar otras herramientas ofimáticas y de la nube, como la hoja de cálculo o Picasaweb. Hubiera sido deseable haber dispuesto de ordenadores personales para que cada alumno o pareja de alumnos hubiera podido trabajar de manera personalizada con las herramientas, pues el trabajo se ha reducido al desarrollado conjuntamente en el ordenador del profesor.
Trabajar la competencia en <b>comunicación lingüística</b> , tanto en español como en otros idiomas al consultar y elaborar mapas con sus correspondientes leyendas que han de comunicar fácilmente su contenido.	<b>Alto.</b> Se ha hecho frente al reto de encontrar localizaciones en mapas con la toponimia en inglés. Ha permitido descubrir sus nombres en otro idioma.

Analizar críticamente los mapas elaborados y reutilizados, para afianzar la <b>competencia social y ciudadana</b> .	<b>Alto.</b> Se ha debatido sobre los mapas elaborados o presentados, especialmente sobre aquellos que muestran aspectos sociales y económicos, lo que ha permitido a los alumnos ser críticos con la información allí recogida.
Dotar al alumnado de los principios básicos y estéticos para elaborar cartografía entendible a simple vista utilizando iconos, colores, líneas, etc. que desarrollen su <b>competencia cultural y artística</b> .	<b>Alto.</b> Se ha hecho comprensible la información y los conceptos de los mapas y gráficos elaborados con la simbología apropiada sin hacer uso del lenguaje escrito.
Facilitar las herramientas básicas para que el alumnado pueda encontrar los mapas necesarios para su aprendizaje o elaborarlos ellos mismos, lo que conlleva la <b>competencia de aprender a aprender</b> .	<b>Alto.</b> Se han buscado en ArcGIS Online mapas que sirvieran para explicar determinados contenidos de la materia curricular a impartir: fenómenos como la tectónica de placas. Los alumnos han aprendido cómo buscar otros mapas utilizando la herramienta "buscador".
Permitir la mejora de la autoestima del alumno al elaborar sus propios materiales de estudio, dotándolos de <b>autonomía e iniciativa personal</b> .	<b>Alto.</b> El haber elaborado muchos de los mapas en conjunto, ha aumentado la autoestima tanto del grupo como individual.

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Aprendizaje SMART adquirido a través del proyecto

Las actividades realizadas para el aprendizaje de la geografía en tercero de la ESO, reúnen las características básicas del aprendizaje inteligente o *smart learning* según la definición ya tratada en el marco conceptual, y presente en la literatura científica internacional:

**S (Self-directed) Autodirigido y centrado en el estudiante:** cada tarea lleva unas instrucciones, y es el estudiante, quien las realiza siguiendo esas indicaciones dadas por el profesor, de manera autónoma, y tomando las decisiones de cómo actuar en cada caso para resolver la tarea. El profesor siempre estuvo presente en el aula para resolver las dudas surgidas durante el trabajo individual o en grupo, aplicando así una enseñanza personalizada.

**M (Motivated) Motivante:** se trata de un aprendizaje motivador, alejado de lo que habitualmente se realiza en las aulas, cuya novedad incita al alumnado a realizar las actividades con mayor interés. En este modelo el alumno se convierte en parte activa en el proceso de aprendizaje para llegar a alcanzar el conocimiento. El formar parte de la secuencia didáctica de manera activa, en la que ha de elaborar productos tangibles en los que demostrar su aprendizaje, supone un reto motivador importante que favorece el aprendizaje.

**A (Adaptive) Adaptado:** Es un aprendizaje adaptado a cada estudiante, con actividades que pueden graduarse en su dificultad, incluso entre las actividades

diseñadas para su trabajo colectivo. En este caso, se diseñó una actividad específica para el grupo que presentaba mayor dificultad en los aprendizajes de localizaciones, tanto nacionales como internacionales, y menor interés en conocer aquellas cuestiones más alejadas de su ámbito de vida habitual. Para este grupo, y durante todo el curso, en los primeros minutos de la clase, y tras ver los titulares de las noticias del día en el Telediario (en la web de RTVE), se realizó la ubicación de las principales noticias del día en un mapa del mundo. De esa manera, al final del año, no solo tuvieron un contacto directo con la realidad mundial acaecida, sino que comenzaron a conocer la ubicación de los lugares que más se repitieron a lo largo del año.

**R (Resource enriched) Enriquecido con recursos educativos:** todas las actividades están enriquecidas con distintos tipos de recursos que, al ser utilizados con finalidad didáctica, pasan a ser educativos. Así pues, se utilizan datos abiertos (*open data*) para elaborar gráficos (el climograma, o las pirámides de población) y capas de información compartidas en la propia plataforma ArcGIS Online, a través de las infraestructuras de datos espaciales, u otros sitios webs especializados en geoinformación.

**T (Technology embedded) A través de la integración de la Tecnología:** en todos los casos, el aprendizaje se ha realizado a través de la tecnología, utilizando los siguientes recursos tecnológicos:

- a) El ordenador de aula y en ocasiones los ordenadores del aula de informática.
- b) La Pizarra Digital Interactiva (PDI) de cada aula, conectada al ordenador del aula para el desarrollo de la mayoría de las actividades planteadas de manera colectiva.
- c) Tres GPS Garmin de los que dispone el Departamento de Ciencias Sociales, Geografía e Historia del IES San Roque para realizar las actividades relativas a la localización de coordenadas.
- d) *Smartphone* aportado por el profesor en el marco de la normativa vigente muy restrictiva en el empleo de este recurso, con el que se accedió a la aplicación de Google *My Track* para grabar rutas en formato gpx.
- e) El software para la elaboración de cartografía utilizado ha sido ArcGIS Online, perteneciente a la Empresa ESRI. Se trata de un Sistema de Información Geográfica en la nube (SIG Web). Se ha utilizado una cuenta pública gratuita, creada por el profesor, que dispone de acceso a las suficientes funcionalidades como para poder realizar todas las actividades propuestas. En el momento de realizar este proyecto, ESRI no ofrecía cuentas institucionales a los centros escolares de manera gratuita, acción que ha supuesto un gran avance para el aprendizaje inteligente en los centros de educación secundaria.
- f) Otro software tanto de escritorio como en la nube, como las hojas de cálculo (Calc de Openoffice) y aplicaciones en la nube para el tratamiento de fotografías, como Picasa (hoy desaparecida) y Google Drive no sólo para almacenar datos sino como paquete ofimático.

- g) Los datos utilizados, capas de información para la cartografía, provienen de organismos públicos (Open Data), y han sido tomados de webs oficiales de internet, como el INE, la AEMET, IDE, IDEEX, etc.

Por lo tanto, se puede afirmar que la aplicación del modelo de aprendizaje SMART en el curso de 3º de ESO, en el que la tecnología ha sido imprescindible para la adquisición de los conocimientos geográficos, ha conseguido que los estudiantes participantes alcancen mayoritariamente los estándares de aprendizaje establecidos durante el curso. El trabajo con los SIG Web les ha permitido adquirir de manera práctica los contenidos que, si bien podrían haberse trabajado desde otras metodologías didácticas de base más teórica y memorística, se han alcanzado de una manera más autónoma, siguiendo las directrices dadas para cada actividad. Así, se ha conseguido que interioricen los conocimientos geográficos, de tal manera que asimilen la realidad a una imagen mental a través de un proceso de abstracción. Esta afirmación se puede constatar en tres ejemplos de actividades desarrolladas a lo largo del proyecto ya explicadas anteriormente, lo que no quita que en el resto de las actividades también se consiga:

- a) Actividad del relieve de España, que, si bien se podría estudiar desde un mapa físico estático de dos dimensiones, se propone el estudio a través de la elevación de perfiles del relieve desde un *story map* que presenta esta característica. Además, de ser dinámico, recrea el perfil de la península, con elevaciones, llanuras, mesetas, valle, facilitando la imagen gráfica del relieve peninsular, que algunos alumnos de este nivel no han conseguido todavía comprender. Han observado las diferencias de altitud entre la meseta norte y sur, por ejemplo, y han ido saciando su curiosidad (motivación) con otras zonas de su interés.
- b) Actividad sobre las áreas de influencia, que les permitió acceder a este concepto abstracto desde un ejercicio práctico con un ejemplo próximo en el que ellos participan directamente: la relación del centro educativo con la procedencia de su alumnado.
- c) Actividad de ubicación de las noticias del mundo, que se realizó a modo de adaptación curricular en un único grupo. Se mejoró a lo largo del curso la capacidad de reconocer espacios diferentes en el mapa político del mundo, diferenciando espacios continentales de espacios marinos, zonas habitadas de zonas despobladas, países con más relación con España, etc., lo que supuso también para ellos un esfuerzo de abstracción importante, que fueron capaces de transponer a otras cuestiones, desarrollando así una creatividad que el mundo profesional demanda.

En definitiva, este modelo ha potenciado avances en las capacidades espaciales con la incorporación de una mejor comprensión de los procesos de abstracción que genera una mejora en la creatividad. También ha supuesto una nueva dimensión en

el trabajo en el aula, hacia el trabajo colaborativo, aprendiendo e interiorizando rutinas.

## 5. Difusión e impacto

Se han definido impactos que afectan, no solamente a los estudiantes que han desarrollado la experiencia didáctica y al centro en el que se trabajó con ella, sino también a alumnado y docentes de otros lugares, que han podido acceder al trabajo realizado a través de su difusión en congresos, jornadas, cursos de formación, publicaciones o a través de las Redes Sociales.

El primer impacto observado, y el más directo de todos, es en el alumnado de 3º de ESO que participó en el proyecto, y cuyo nivel de satisfacción quedó patente en la observación directa y también en la adquisición de competencias digitales y espaciales. En el centro también tuvo un impacto considerable, ya que a raíz de este primer proyecto se desarrollaron otros de innovación y de investigación educativa en años sucesivos, y todo ello integró al centro en la Red Extremeña de Escuelas de Investigación Educativa. Esta es una de las Redes de Apoyo Social e Innovación Educativa de la Comunidad Autónoma de Extremadura, que están formadas por centros educativos que participan y cooperan en un proceso de cambio, construcción o transformación e innovación del centro educativo y de su entorno en relación a un tema. En nuestro caso, el tema es el pensamiento espacial sustentado por el aprendizaje SMART, y se plantea como objetivo la educación integral del alumnado y su preparación para crear y vivir en un mundo mejor. La concatenación de proyectos (Anexo III) y la integración en la Red de Escuelas de Innovación Educativa desembocaron en la redacción, solicitud y concesión de varios proyectos Erasmus+ de base espacial y cartográfica. Las actividades se planificaron para ser realizadas empleando la Pizarra Digital Interactiva (PDI) del aula. Aunque hubiera sido interesante que los propios alumnos hubieran trabajado desde equipos informáticos independientes, la obsolescencia y deterioro de los ordenadores del centro en aquel momento, impidió esa posibilidad. Estas cuestiones técnicas han condicionado el desarrollo del proyecto.

El principal impacto de la actividad en la Comunidad Autónoma de Extremadura ha sido hacia el profesorado en general y específicamente a los de la especialidad de Geografía e Historia, al que han ido dirigidas las principales actividades de difusión y transferencia del conocimiento desarrolladas:

- a) Participación en las "II Jornadas de Educación. TIC: Herramienta docente del Siglo XXI" celebradas en el Centro de Profesores y de Recursos (CPR) de Azuaga los días 8 y 9 de Mayo de 2014 Se ha presentado la comunicación: "Enseñar y aprender Geografía en la nube con ArcGIS Online", con la comunicación "Enseñar y aprender Geografía en la nube con ArcGIS Online"

- b) Impartición del curso para docentes de Geografía e Historia en el CPR de Badajoz, "Recursos TIC para la Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia" del 11 al 25 de febrero de 2014. No solamente se atendió a los docentes que asistieron presencialmente al curso, sino que los materiales elaborados se dejaron disponibles en internet (*Slideshare*) y se compartieron en las redes sociales. Alguna de las presentaciones utilizadas para el curso ha llegado a tener 19.078 visitas (15 de enero de 2021). Esta experiencia docente con profesores de educación secundaria es tratada específicamente en otro apartado de esta tesis.

En el ámbito estatal, el proyecto se presentó en varios eventos científicos, en los que se ha publicado en las actas y en diferentes medios electrónicos que lo hacen disponible en la red:

- a) XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica celebrado en Alicante entre el 25 y el 27 de junio de 2014. Se presentó la experiencia didáctica en formato comunicación y en formato póster, que fueron aceptadas. La comunicación fue publicada en el libro de actas del Congreso.
- b) VII Curso "La enseñanza de la Geografía en la educación secundaria. Actualización curricular y aplicaciones didácticas de las TIC", organizado por la entonces Asociación de Geógrafos Españoles (AGE) en la Universidad Carlos III de Madrid, en Getafe los días 1, 2 y 3 de julio de 2014, en la que se compartió la experiencia didáctica en la sesión de intercambio de experiencias. La presentación pública en *Slideshare* tiene 932 visitas (15 de enero de 2021).

Por otra parte, esta experiencia ha motivado a otros docentes a presentar experiencias similares en otros cursos de Educación Secundaria Obligatoria, como José María Martín del Viejo, quien desarrolló su experiencia para 1º de ESO (Martín, Nieto y Buzo (2016) o la profesora Geles Fernández tanto para el primer como segundo ciclo de Educación secundaria obligatoria (Pereira, 2018).

La documentación propia sobre el proyecto, tanto póster como presentaciones en congresos y eventos, se han compartido públicamente en *Slideshare*, obteniendo un total de 12.772 visitas hasta el día 10 de abril de 2021, distribuidas según aparecen en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Documentos compartidos en *Slideshare* y visitas obtenidas

Actividad	Documento compartido en <i>Slideshare</i>	Visitas
XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. (Póster) Alicante, 2014.	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/proyecto-incorporacin-de-un-websig-a-la-enseanza-de-la-geograf">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/proyecto-incorporacin-de-un-websig-a-la-enseanza-de-la-geograf</a></p>	8.538
II Jornadas de Educación. TIC: Herramienta docente del siglo XXI. Azuaga (Badajoz). 2014.	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/ensenar-y-aprender-geograf-a-en-la-nube-con-arccgis-online">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/ensenar-y-aprender-geograf-a-en-la-nube-con-arccgis-online</a></p>	3.289
VII Curso sobre la enseñanza de la geografía en la educación secundaria. Intercambio de experiencias. Getafe (Madrid), 2014.		945
<b>TOTAL</b>	<b>12.772</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Slideshare*.

El trabajo desarrollado en este proyecto ha tenido un doble proceso de evaluación:

- a) Evaluación interna. Fue llevada a cabo por el docente con sus alumnos, en el que hubo una evaluación de cada unidad didáctica, que incluía los contenidos teóricos de la unidad y la parte práctica de cartografía. Cada final de trimestre se realizaba una evaluación global para informar a las familias del desarrollo del curso hasta el momento. Al final del curso tuvo lugar la evaluación final ordinaria, y en el mes de septiembre, la evaluación extraordinaria. Todas ellas con unos resultados muy satisfactorios.
- b) Evaluación externa. El proyecto fue evaluado por el Servicio de Innovación y Formación del Profesorado de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Extremadura tanto al inicio, ya que pasó un proceso de selección en el que fue valorada la solicitud con la descripción del proyecto; como al final, que hubo que presentar una memoria con el desarrollo del mismo. El proyecto se valoró positivamente siendo otorgados 4 créditos en el expediente de formación permanente del profesorado participante.

### 5.1.2. Desarrollo del pensamiento espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en la materia de Geografía de 2º de Bachillerato

#### 1. Descripción del proyecto

El proyecto se desarrolló en el curso 2014/2015 en el IES San Roque de Badajoz. Este proyecto fue presentado a la convocatoria de proyectos de innovación educativa de la Consejería de Educación y Cultura del Gobierno de Extremadura en función de la Resolución de 13 de agosto de 2014 (DOE de 2 de septiembre), de la Secretaría General de Educación, por la que se convocaba la selección de proyectos de innovación educativa en los centros docentes de enseñanzas no universitarias de Extremadura, siendo estimado como tal a través de la Resolución de 5 de noviembre de 2014, de la Secretaría General de Educación (DOE de 20 de noviembre).

El desarrollo de este proyecto se justifica en la constatación, en los cursos anteriores a su solicitud, de la gran desmotivación del alumnado que llegaba a segundo curso de Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales. Frecuentemente, esta modalidad de Bachillerato es la vía que utilizan aquellos estudiantes que no tienen claro su objetivo académico posterior, pero que desean terminar un Bachillerato y lo ven más factible por esta vía que por la científico-tecnológica. Por otra parte, la asignatura de Geografía, que es una materia opcional de modalidad, y se caracteriza por la gran amplitud de su contenido teórico y la aridez de algunas de sus unidades didácticas, cuya formación previa ha quedado muy atrás en el tiempo. Esta

desmotivación se refleja en la pasividad en las clases, y el aumento de las ausencias injustificadas que finalmente se reflejan en los resultados académicos de una parte del alumnado.

Aunque los contenidos teóricos no son susceptibles de ser suprimidos ni modificados, pues son exigibles en las Pruebas de Acceso a los Estudios de Grado Universitario, si se plantea lograr una mayor implicación del alumnado en el desarrollo de las clases en la línea del aprendizaje SMART. Para ello se parte de las conclusiones obtenidas el curso 2013/14 en la experiencia llevada a cabo con los grupos de 3º de la ESO, descrita anteriormente, y se introduce una estrategia metodológica de Aprendizaje Basado en Proyectos, para el desarrollo de pequeños proyectos de aprendizaje, utilizando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica en la nube de ArcGIS Online.

Todas las actuaciones diseñadas en el proyecto van dirigidas a la mejora del éxito escolar del alumnado participante, y abarcaron cuatro de las líneas prioritarias de actuación de la convocatoria:

- A. La aplicación didáctica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, especialmente aquellas que supongan una mejora efectiva del rendimiento académico del alumnado. Se dispuso que cada uno de los proyectos en los que trabajaría el alumnado se basa en la utilización de las TIC en general (procesadores de texto, hojas de cálculo, búsquedas en Internet, servicios web, etc.) y las SIG Web en particular, en concreto mediante el uso de ArcGIS Online y todas las herramientas de trabajo cartográfico de las que dispone, así como la gran variedad de plantillas de *story map* con las que se puede presentar la información geográfica de una manera más amigable y visual.
- B. La innovación, que impulsa la creación de auténticas comunidades de aprendizaje, que pueda implicar a los distintos sectores de la comunidad educativa, como agentes para propiciar la mejora del éxito escolar. Las plataformas informáticas utilizadas generan comunidades de aprendizaje, al interactuar entre los propios alumnos y otros usuarios de las plataformas. Por otra parte, todos los proyectos se realizaron de manera colaborativa entre dos o más estudiantes, grupos que se fueron rotando a lo largo del curso.
- C. La atención a la diversidad, orientada a la mejora del éxito educativo y/o la atención individualizada del alumnado en general. El trabajo en pequeños grupos para resolver el proyecto y la alternancia de los miembros de cada grupo permitió una atención más individualizada al alumnado que cuando se utilizaron otros métodos tradicionales expositivos.
- D. El desarrollo de temáticas innovadoras relacionadas con la Formación Profesional y/o el fomento de la cultura emprendedora. El uso de las Tecnologías de la Información Geográfica descubre a los estudiantes campos profesionales desconocidos hasta el momento.

## 2. Actividades del proyecto

A pesar de que se había programado un proyecto para cada una de las unidades didácticas de 2º de Bachillerato, finalmente solo se pudieron desarrollar cuatro proyectos (Tabla 11), debido principalmente a la ausencia de tiempo para poder llevarlos a cabo sin descuidar otros contenidos fundamentales del curso destinados a la superación de las Pruebas de Acceso a los Grados Universitarios. A ello hay que añadir una circunstancia extraordinaria, este curso académico contó con numerosas convocatorias de huelga por parte del alumnado destinadas a protestar por la implantación de la nueva Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). El último curso de bachillerato, por sus características, resulta siempre complicado para implantar metodologías alternativas, a pesar de esto, se pudo trabajar en cuatro unidades didácticas a través de la metodología de aprendizaje por descubrimiento basado en SIG:

**1) Aproximación al conocimiento geográfico:** elaboración de un mapa con la localización de tres lugares de la ciudad de Badajoz elegidos por el propio estudiante. Debieron tomar una fotografía con el *smartphone* y los datos de posición con un GPS de mano (facilitado por el IES). La fotografía la debieron subir a Picasa (servicio Web 2.0 de Google para alojar fotografías, pero ya inexistente). Con ArcGIS Online (SIG Web de ArcGIS) elaboraron un mapa con la localización (usando los datos del GPS). Sobre los puntos localizados en el mapa configuraron una ventana emergente en la que se incrustaba la fotografía del lugar y una explicación de por qué se eligió dicho lugar.

**2) El relieve:** cada grupo de dos estudiantes debía diseñar una ruta ciclista por España utilizando ArcGIS Online. La ruta debía tener unas 10-12 etapas que cumplieran una serie de requisitos: salida de nuestra ciudad y llegada a Madrid, así como que atravesaran al menos una de las submesetas, una unidad de relieve interior, una unidad de relieve de borde de la meseta, una unidad de relieve exterior y una depresión exterior. Con el resultado debían elaborar un *story map* que recogiese el perfil topográfico de cada etapa. Finalmente, debían realizar una exposición pública al resto de la clase identificando en el perfil topográfico las principales unidades de relieve atravesadas en cada una de las etapas.

**3) El clima:** los alumnos debían realizar un climograma de alguno de los tipos de climas principales de España para realizar finalmente un mapa colaborativo general en el que se incluyeran todos los climas españoles. Se aplicó una metodología de aprendizaje por descubrimiento siguiendo a Kerski. Los alumnos tuvieron que buscar la información para elaborar el climograma (a partir de los datos de la AEMET); debieron utilizar una hoja de cálculo para ordenar y trabajar con los datos (Calc de LibreOffice) y realizar el gráfico; debieron utilizar un servicio Web 2.0 (Picasa o Flickr) para alojar las imágenes de los gráficos realizados anteriormente, Se utilizó una plantilla de Story Map

colaborativo para que cada alumno pudiera localizar el climograma realizado en un mapa.

**4) La población:** se propuso a los alumnos que realizaran una pirámide de población de alguna de las 17 Comunidades Autónomas y las localizaran en un mapa colaborativo con un procedimiento similar al utilizado en el clima.

**Tabla 11.** Relación de actividades con las subactividades correspondientes

<i>Actividad Principal</i>	<i>Subactividades</i>
1. Aproximación al conocimiento geográfico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo de campo con GPS.</li> <li>- Trabajo en la nube con repositorios de imágenes web 2.0.</li> <li>- Trabajo con hojas de cálculo para ordenar la información.</li> <li>- Utilización del formato csv.</li> <li>- Uso de un SIG Web para localizar sobre un mapa tres lugares de la ciudad. Configuración de las ventanas emergentes para seleccionar la información a mostrar.</li> </ul>
2) El relieve.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de información en la red sobre el relieve de España.</li> <li>- Utilización de un SIG Web para representar rutas utilizando la opción de “nota de mapa” (dibujo de líneas sobre el mapa).</li> <li>- Realización de un <i>story map</i> con el corte topográfico de la ruta.</li> <li>- Exposición y explicación de la ruta a los compañeros.</li> </ul>
3) El clima	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de información climática (temperatura y precipitaciones medias mensuales) de ciudades de España. Uso de la web de la AEMET.</li> <li>- Uso de la hoja de cálculo para ordenar la información y elaborar un gráfico (climograma) que incluya ambas variables: las temperaturas (línea) y las precipitaciones (barras).</li> <li>- Uso de las herramientas de tratamiento de imágenes para guardar el gráfico y modificar puntualmente algún dato (título, nombre de ejes, etc.).</li> <li>- Trabajo en la nube con repositorios de imágenes web 2.0.</li> <li>- Elaboración de un mapa colectivo y colaborativo a partir de un <i>story map</i> en ArcGIS Online (SIG Web) elaborado por el profesor.</li> </ul>
4) La población	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de información demográfica sobre la estructura de la población de Comunidades Autónomas (por edad y sexo). Uso de la web del INE.</li> <li>- Uso de la hoja de cálculo para ordenar la información y elaborar un gráfico (pirámide de población) que distribuya la población por grupos de edad (de cinco en cinco años) y separadas por sexo.</li> <li>- Uso de las herramientas de tratamiento de imágenes para guardar el gráfico y modificar puntualmente algún dato (título, nombre de ejes, etc.).</li> <li>- Trabajo en la nube con repositorios de imágenes web 2.0 (Picasa)</li> <li>- Elaboración de un mapa colectivo y colaborativo a partir de un <i>story map</i> en ArcGIS Online (SIG Web) elaborado por el profesor.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

La metodología empleada de manera general en cada uno de nuestros pequeños proyectos ha sido adaptada del modelo de aprendizaje geográfico por descubrimiento basado en SIG de Kerski (2011), ya explicada en el apartado del marco teórico referido a *Geoinquiry* (II.4.1).

A partir de esta metodología general, se preparó, para cada uno de los proyectos a desarrollar, un enunciado que resumía la propuesta de trabajo con las instrucciones básicas. Cada grupo de alumnos, partiendo de este enunciado, debió realizar la tarea propuesta, buscar la información necesaria, tratarla de la manera adecuada, geoposicionándola sobre un mapa. Uno o varios de los trabajos realizados fueron expuestos por sus autores al resto de compañeros, debiendo pasar todos por esta experiencia de exposición pública.

### 3. Grado de consecución de los objetivos

Los objetivos didácticos de este proyecto quedaron establecidos según se señalan en la Tabla 12, en la que además se señala el grado de consecución de cada uno de ellos al finalizar.

**Tabla 12.** Objetivos y grado de consecución del proyecto “Desarrollo del pensamiento espacial a través de ABP en Geografía de 2º de Bachillerato”

OBJETIVOS CONCRETOS	GRADO DE CONSECUCCIÓN
Mejorar la <b>motivación</b> del alumnado de Geografía de 2º de Bachillerato mediante la aplicación de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos y que redunde en sus resultados académicos.	<b>Alto.</b> El alumnado se motivó mucho, siendo más participativo en clase que el alumnado de cursos anteriores. El propio alumnado es el que imprime el ritmo a su trabajo, y quien se enorgullece del trabajo realizado durante su presentación.
Introducir al alumnado en el <b>uso de las Tecnologías de la Información Geográfica</b> , especialmente en el uso de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección.	<b>Alto.</b> Se han utilizado diferentes herramientas TIG, con especial incidencia de los Sistemas de Información Geográfica en la nube, aplicados en los cuatro proyectos.
Fomentar el <b>uso de herramientas ofimáticas</b> entre el alumnado de Bachillerato: Hojas de Cálculo, procesador de texto, presentaciones, tratamiento de imágenes, etc.	<b>Alto.</b> Se han utilizado fundamentalmente el paquete de herramientas ofimáticas de LibreOffice, sobre todo el procesador de texto y las presentaciones, en los que ya tenían cierta práctica práctica, y la hoja de cálculo (Calc), que mayoritariamente desconocían su funcionamiento. También se utilizaron software de tratamiento de imágenes.
Iniciar al alumnado en el <b>trabajo en la nube</b> , mediante utilización de herramientas como Google Drive, o ArcGIS Online.	<b>Alto.</b> En todos los proyectos se utilizaron herramientas en la nube, por dos cuestiones fundamentales, para darla a conocer entre el alumnado, y por otra parte, para suplir el soporte que los ordenadores del aula no daban debido a su obsolescencia.
<b>Mostrar usos innovadores de los móviles y</b>	<b>Alto.</b> Aunque solo se utilizaron en la primera

<p>las <b>tabletas</b>, vinculados con el geoposicionamiento.</p>	<p>actividad, se dio a conocer el uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje. Aunque están ampliamente difundidos entre el alumnado, eran escasamente utilizados para cuestiones de geoposicionamiento.</p>
<p>Difundir entre el alumnado una <b>visión positiva de la Geografía</b> a través de salidas profesionales innovadoras mediante la aplicación de las Tecnologías de la Información Geográfica a la resolución de problemas y proyectos.</p>	<p><b>Alto.</b> Después de los cuatro proyectos desarrollados, la visión del alumnado de la materia de Geografía ha cambiado, de ser solamente teórica, a tener un contenido práctico de gran utilidad.</p>
<p><b>Consolidar las competencias básicas</b> que los alumnos adquirieron durante la ESO y el Bachillerato durante el último curso de sus estudios secundarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Competencias en el conocimiento e interacción con el mundo físico, objeto de estudio de la Geografía.</li> <li>b) Competencia en el tratamiento de la información y la competencia digital, a partir de las herramientas TIC y TIG utilizadas para el desarrollo de los proyectos.</li> <li>c) Competencia Matemática, en el desarrollo y análisis de distintos gráficos, tasas y otros conceptos matemáticos relacionados con la Geografía.</li> <li>d) Competencia en comunicación lingüística, necesaria para la redacción de informes, y su presentación pública utilizando diferentes códigos comunicativos, tanto lingüísticos como simbólicos.</li> <li>e) Competencia social y ciudadana, mediante el trabajo en grupo, la presentación pública de sus conclusiones y el análisis crítico de la información.</li> <li>f) Competencia cultural y artística, mediante la elaboración, uso y análisis de imágenes, mapas, etc.</li> <li>g) Competencia de aprender a aprender, los alumnos deberán buscar sus propias estrategias para la resolución de los proyectos planteados lo que generará una habilidad en la resolución de otro tipo de proyectos en la vida extraacadémica.</li> <li>h) Competencia en autonomía e iniciativa personal, al ver su trabajo publicado en la Red, y expuesto en jornadas y seminarios.</li> </ul>	<p><b>Alto.</b> Se trató de proyectos en los que se trabajaron todas las competencias básicas de manera global, tanto aquellas que anteriormente no habían tenido ocasión de trabajar, como la estadística a través del uso de hojas de cálculo, la utilización de Tecnologías de la Información Geográfica, o el desarrollo de códigos comunicativos en las elaboraciones de cartografía, como aquellas otras competencias, que ya venían trabajadas de cursos anteriores, como el trabajo en grupo, el trabajo con imágenes, o la competencia en la búsqueda y cribado de información.</p>

Fuente: Elaboración propia

#### 4. El aprendizaje SMART adquirido a través del Proyecto

Todo lo expuesto anteriormente sobre este proyecto con alumnos de 2º de Bachillerato, concuerda con las características del aprendizaje SMART que se ha estado manejando, y que han quedado definidas en el capítulo correspondiente de esta tesis.

**S (Self-directed) Autodirigido y centrado en el estudiante:** la metodología del “Descubrimiento geográfico basado en SIG” aplicada a cada pequeña investigación propuesta dentro de este proyecto, implica que el aprendizaje parta del propio estudiante y de los conocimientos previos que tenga. A partir de ese conocimiento previo, el estudiante deberá ir completando, con ayuda del docente, las lagunas formativas en función de las necesidades que se les vayan presentando. Por ejemplo, en el caso de la actividad de demografía, el estudiante debe recabar la información demográfica del Instituto Nacional de Estadística (INE) y elaborar una pirámide demográfica utilizando una hoja de cálculo, para posteriormente ubicar en un mapa conjunto con la del resto de compañeros. El estudiante, además de seguir la pauta establecida por el docente, deberá ir cubriendo las necesidades formativas que le vayan surgiendo, como la elaboración de un gráfico usando una hoja de cálculo, la búsqueda de información en la web del INE, etc., en algunos casos serán capaces de hacerlo sin ayuda, en otros casos se les dará las indicaciones necesarias.

**M (Motivated) Motivante:** se trata de actividades que rompen con la monotonía de las clases teóricas que se imponen entre el profesorado como forma de asegurar los objetivos para poder realizar los exámenes de las pruebas de acceso a la universidad (EBAU) habiendo tratado todo el temario necesario. Estos proyectos que, si bien tratan todos los contenidos necesarios para afrontar con garantías estas pruebas, lo hacen de manera más práctica y lúdica. Como ejemplo, la elaboración de un climograma utilizando una hoja de cálculo, su ubicación en un mapa digital y la comparación con los climogramas ubicados por sus compañeros, la realizaron los alumnos de una manera más dinámica y con mayor interés en comparación con sus compañeros de otros cursos anteriores. Se puede afirmar que este tipo de trabajo práctico es mucho más motivante para el alumnado.

**A (Adaptive) Adaptado:** el aprendizaje adaptado al estudiante conlleva la personalización de su aprendizaje. Cada estudiante tiene un ritmo de aprendizaje y el docente ha debido adaptarse a él. Esta adaptación ha supuesto sobre todo tiempo de dedicación de los estudiantes al proyecto, lo que ha supuesto un problema, ya que en el nivel de 2º de Bachillerato el currículum es muy cerrado y con obligación expresa de terminarlo, ya que el alumnado debe presentarse al final del curso a los exámenes de acceso a la universidad o EBAU. Eso ha hecho que se redujeran los pequeños proyectos planteados al alumnado solamente a cuatro. Cada uno de ellos, sí ha tenido la adaptación personal necesaria, como sobre todo la temporal o la relativa a los conocimientos técnicos previos, puesto que, al ir cada pareja de estudiantes a su propio ritmo, hubo pequeños desfases temporales entre cada grupo y no a todos hubo que prestar la misma asistencia técnica y dedicar el mismo tiempo para alcanzar los resultados de aprendizaje pretendidos.

**R (Resource enriched) Enriquecido con recursos educativos:** este tipo de proyecto es muy enriquecedor, pues se trabajan con distintos recursos educativos, fuentes y tecnologías. Los estudiantes han debido aprender a consultar datos del

Instituto Nacional de Estadística o de la Agencia Estatal de Meteorología. Por otra parte, las características de ArcGIS online, como la de usar ventanas emergentes, les ha permitido enriquecer los mapas elaborados como resultado de cada proyecto, añadiendo información extra como gráficos. Les ha ayudado a entender que no todo lo que es importante se ve directamente, sino que a veces, hay que interactuar para obtener información extra que, si bien se encuentra presente, hay que saber buscarla, y analizarla.

***T (Technology embedded) A través de la integración de la Tecnología:*** la tecnología ha sido imprescindible para la adquisición de los conocimientos geográficos a través de estos proyectos, pues se basan en la utilización de un SIG Web para su resolución, cuyo resultado fueron unos mapas digitales en formato *story map*. Además, se han utilizado otras tecnologías para algunas de las subtareas de cada pequeño proyecto, que pueden resumirse en los siguientes elementos:

- a) Varios aparatos de GPS de la marca Garmin, que se prestaron a los alumnos para realizar la actividad relativa a la ubicación de elementos.
- b) Ordenadores del aula. Las actividades informáticas se desarrollaron en el aula de Bachillerato que aún disponía de ordenadores para los alumnos en aquel momento, aunque bastantes obsoletos y degradados por el uso de años, permitió realizar las actividades propuestas.
- c) PDI del aula de audiovisuales, única aula que en aquel momento contaba con esta herramienta. Se utilizó para realizar las exposiciones de los trabajos por parte del alumnado.
- d) Plataforma Moodle del Centro, en la que se diseñó un curso específico para albergar las tareas realizadas.
- e) Red de Internet del centro educativo.
- f) Software de ArcGIS Online, en el que cada estudiante abrió su propia cuenta. En este momento no se disponía aún de las cuentas escolares que ESRI facilita actualmente a los centros educativos.
- g) Software ofimático LibreOffice, para hojas de cálculo y procesador de texto.
- h) Los estudiantes han utilizado sus propios ordenadores y dispositivos móviles para realizar algunas tareas y subtareas.

El modelo de aprendizaje SMART adaptado a la asignatura de Geografía de 2º de Bachillerato presenta algunas diferencias con respecto al curso de 3º de ESO analizado en el apartado anterior. Un limitante para desarrollarlo durante todo el curso fue el tiempo disponible, ya que al ser un curso terminal que cuenta con una prueba externa de evaluación para acceso a la Universidad, existe la obligación de abarcar un temario extenso que garantice la participación en estas pruebas al alumnado. El temario no está planificado para la implementación de estrategias metodológicas de enseñanza activas, por lo que no se puede dejar de impartir, aunque sea de otras maneras más teóricas, todo el contenido. Por otra parte, en este nivel académico, la capacidad de abstracción del estudiante está más desarrollada, por lo que el objetivo de las actividades no es la de afianzar el paso de la realidad a la abstracción mental

y su representación sobre el mapa, sino que el aprendizaje SMART ha ido encaminado hacia otras habilidades que le serán necesarias en su vida adulta, como la de orientarse con los dispositivos GPS, buscar información geográfica con fuentes de calidad y confiables, analizar los datos aplicando la tecnología (realizando estadística y elaborando gráficos), ubicar fenómenos geográficos sobre el mapa, narrar acontecimientos geográficos aplicando la técnica *digital map storytelling*. En definitiva, actividades de difícil realización desde metodologías didácticas teóricas.

## 5. Difusión e impacto

El desarrollo del proyecto se presentó como comunicación en el VII Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía, quedando publicada en el libro de actas del congreso<sup>10</sup>. La presentación de la comunicación al congreso fue compartida públicamente en *Slideshare*, habiendo alcanzado un número considerable de visitas, un total de 50.991. Por su parte, la publicación en el libro de actas, según Google Académico, ha sido citado en 9 ocasiones.

**Tabla 13.** Documentos difundidos en Slideshare y número de visitas

<i>Evento</i>	<i>Documento compartido en Slideshare</i>	<i>Visitas</i>
Comunicación VII Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía. Alicante. 2015	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/aplicacion-de-la-metodologia-del-aprendizaje-geografico-por-descubrimiento-basado-en-sig-en-proyectos-didacticos-para-2-de-bachillerato">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/aplicacion-de-la-metodologia-del-aprendizaje-geografico-por-descubrimiento-basado-en-sig-en-proyectos-didacticos-para-2-de-bachillerato</a></p>	50.991

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Slideshare*.

<sup>10</sup> Sebastián Alcaraz, Rafael; Tonda Monllor, Emilia María (Eds.). La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía. San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante, 2016. ISBN 978-84-16724-07-9, pp. 477-489

### 5.1.3. Experiencia en cursos formación del profesorado

#### 1. Descripción de las experiencias

Junto a las experiencias didácticas dirigidas hacia el alumnado y explicadas anteriormente, durante estos años de trabajo doctoral, se ha desarrollado una intensa actividad dirigida a la formación permanente del profesorado impulsando el conocimiento y profundización sobre el aprendizaje SMART. Estas actividades formativas se han llevado a cabo tanto en ámbitos universitarios, congresos y cursos de verano, como en otros espacios propios de la formación del docente de Educación Secundaria, tales como los Centros de Profesores y de Recursos (CPR) en Extremadura.

Analizando los planes de formación docente de los CPR, se constata la existencia de una oferta formativa para el profesorado en diferentes elementos propios de nuestra profesión docente, tanto en metodologías didácticas, como en herramientas tecnológicas, aspectos emocionales, formas y maneras de adaptar las enseñanzas a la diversidad del alumnado que ocupa las aulas en nuestros días, búsqueda, selección y elaboración de recursos educativos adecuados para nuestras enseñanzas. Esta oferta de formación desde los Centros de Profesores, no es más que el reflejo, por una parte, de la demanda formativa que realiza el profesorado de cada demarcación, y por otra parte, del interés de la administración por fomentar la formación en determinadas cuestiones que definen su política educativa (formación idiomática para la difusión de la enseñanza bilingüe, formación en aspectos muy concretos de las TIC en las que se ha invertido mucho dinero público, como el uso de las Pizarras Digitales Interactivas, etc.). Todo ello se recoge anualmente en la programación de los centros de formación permanente del profesorado de las Comunidades Autónomas.

En este contexto, se han diseñado tres actividades formativas impartidas en el Centro de Profesores y de Recursos de Badajoz para fomentar el uso general de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Sociales, y en particular, el uso de los Sistemas de Información Geográfica en la nube, no solamente en las clases de Geografía, sino también en otras áreas de conocimiento con docencia directa en Educación Secundaria. Estos tres cursos, cuyos contenidos quedan descritos en la Tabla 14, son: 1. “Recursos TICs para la didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia”, 2. “SIG web (Sistemas de Información geográfica en la nube) aplicado a la docencia” y 3. “Pensamiento espacial a través de los sistemas de información geográfica en la nube”.

El objetivo general de estas actividades formativas ha sido preparar al docente del área de Geografía e Historia en Educación Secundaria para el desarrollo de la competencia digital y el resto de las competencias básicas en el alumnado de Educación Secundaria. En su conjunto, alcanzar las competencias básicas permitirán al alumnado su realización personal y ejercer la ciudadanía activa, incorporándose a

la vida adulta de manera satisfactoria, lo que a su vez le permitirá desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de la vida. Por lo tanto, el docente tiene una ardua tarea para orientar el currículum hacia la adquisición de la competencia digital a través de las TIC.

Para la geografía, que trabaja con un concepto clave como es la ubicación, existen una serie de tecnologías de la información propias geográficas, que, sin haber sido diseñadas para la enseñanza, sino más bien para el análisis y la planificación territorial, sí pueden tener un aprovechamiento didáctico, en especial la interacción con el medio físico (competencias espaciales), las competencias digitales y la competencia de aprender a aprender, que garanticen el aprendizaje a lo largo de la vida. Son los docentes implicados en la enseñanza de estas materias de carácter espacial y geográfico, los que deben estar preparados para a su vez, formar al alumnado y ayudar a alcanzar estas competencias.

La difusión de la nube de Internet, como tecnología en la red, ha permitido popularizar herramientas que habían sido muy costosas y con altas exigencias técnicas como los Sistemas de Información Geográfica de escritorio. Los SIG Web o SIG en la nube, permiten a los centros educativos acceder a muchas funcionalidades SIG sin necesidad de disponer de equipamientos técnicos potentes, ni disponer de software costoso. Además, se trata de tecnología que permite el trabajo ubicuo (desde cualquier lugar), asíncrono (en cualquier momento, antes, durante y después de la clase) y desde cualquier dispositivo (PC, portátil, tableta, *smartphone*, etc.). Los docentes deben estar preparados para desenvolverse en la nube, y en el caso de los profesores de Geografía e Historia, de aprovechar las herramientas tecnológicas propias del área de conocimiento para su docencia.

En definitiva, la representación cartográfica es un lenguaje esencial para profundizar en el conocimiento; es decir, el análisis y estudio de cualquier fenómeno que implique una distribución espacial, y fundamentalmente apropiado para la Geografía, la Historia, la Economía, las Ciencias de la Naturaleza. Los Sistemas de Información Geográfica en la nube dan la oportunidad de mostrar la potencialidad de la cartografía digital en los ámbitos educativos, ya sea para motivar, repasar o aprender ya que es posible exponer unos contenidos determinados. El dotar al alumnado de la habilidad para trabajar con mapas interactivos a diferentes escalas, creándolos o analizándolos, implica primero capacitar al profesorado.

Los Centros de Profesores y de Recursos, son los responsables de la formación permanente de los docentes para que alcancen estos objetivos y consigan a su vez, que el alumnado, alcance las competencias y habilidades establecidas en el currículum.

## 2. Actividades diseñadas para la formación del profesorado

En los cursos académicos 2013/14, 2014/15 y 2017/18 colaboré con el CPR de Badajoz en el diseño e impartición de tres cursos de formación docente de entre 4 y 5 sesiones formativas de 3 horas cada una destinados a formar a los docentes en recursos TIC y Sistemas de Información Geográfica. Su contenido queda resumido en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Actividades formativas y sesiones llevadas a cabo

<b>Curso académico</b>	<b>Actividad formativa</b>	<b>Sesiones</b>
2013/2014	Recursos TIC para la didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia. 15 horas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acceso a la información</li> <li>2. Análisis de la información</li> <li>3. Trabajo en la nube</li> <li>4. Localización de la información</li> <li>5. Análisis territorial</li> </ol>
2014/2015	SIG Web (Sistemas de Información Geográfica en la nube) aplicado a la docencia. 12 horas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción. Agregar notas de mapa.</li> <li>2. Capas. Buscar capas en la nube. Servicios wms. Otros servicios.</li> <li>3. Mapas con archivos gpx, csv y shp.</li> <li>4. <i>Story maps</i> y otras aplicaciones webs</li> </ol>
2017/2018	Pensamiento espacial a través de los Sistemas de Información Geográfica en la nube. 12 horas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aplicaciones didácticas del Atlas Digital Escolar.</li> <li>2. Elaboración de mapas web I: uso de la plataforma ArcGIS Online, búsqueda de mapas, reutilización de mapas y notas de mapa.</li> <li>3. Elaboración de mapas web II: Archivos gpx, y csv. Capas en IDE.</li> <li>4. <i>Story maps</i>: contar historias a través de aplicaciones web cartográficas.</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia.

El primero de los cursos, “Recursos TIC para la Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia”, tuvo una duración de 15 horas lectivas y se planificó en cinco sesiones de tres horas cada una, siguiendo un esquema circular. La primera sesión se centró en el trabajo para acceder a la información, mediante contenidos relativos a los derechos de autor y propiedad intelectual de los recursos educativos, técnicas de búsqueda de información usando buscadores como Google y otros más especializados, búsqueda de bibliografía, marcadores sociales, banco de imágenes, e información geográfica en abierto a través del Open Data y las infraestructuras de datos espaciales. La segunda sesión estuvo dedicada a recursos destinados a analizar la información, como son las hojas de cálculo para realizar gráficos, propios de nuestra área de estudio, como las pirámides de población o los climogramas. La tercera sesión se dedicó a explorar herramientas TIC alojadas en la nube con su

posible uso didáctico: repositorios de archivos, disco duro virtual, herramientas de Google Drive (documentos, formularios, hojas de cálculo, presentaciones, etc.) y otras herramientas en la nube para realizar presentaciones, murales, y líneas del tiempo. La cuarta sesión estuvo destinada al trabajo en la nube con datos georreferenciados, desde la captación de estos datos mediante el uso de GPS, hasta su tratamiento con herramientas en la nube como *Google Maps* y *Google Earth*. La última sesión se dedicó a trabajar con herramientas, también en la nube, para el análisis territorial de la información, fundamentalmente los Sistemas de Información Geográfica en la nube o SIG Web, en concreto, con ArcGIS Online.




El segundo de los cursos, "Los SIG web Aplicados a la Docencia", tuvo una duración de 12 horas, dividido en cuatro sesiones de 3 horas cada una. Se planificó para enseñar a los docentes asistentes a elaborar mapas didácticos con la aplicación del SIG Web de ArcGIS Online mediante la adición de diferentes capas de información al mapa base y el uso de las herramientas cartográficas que incorpora (medición de distancias, de coordenadas, de áreas) y su aplicación didáctica. En la primera sesión se abordaron las diferentes posibilidades didácticas como el trabajo en grupo, el uso de las herramientas de medición cartográfica, y el uso básico de la plataforma, así como la adición de capas de información a través de las notas de mapa. La segunda sesión fue destinada al trabajo con las capas que ofrece la propia plataforma, así como búsqueda de capas fuera de la plataforma, en las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) y su añadido a nuestros mapas, como las WMS (Web Map Service) y otros servicios disponibles. La tercera sesión se dedicó a enseñar cómo elaborar y añadir a nuestro mapa, información propia, a través de archivos csv, gpx y shp. Finalmente, la última sesión se dedicó a mostrar diferentes posibilidades de presentación de los *webmaps* elaborados a través de presentaciones cartográficas tipo *story maps* cuyas plantillas se integran también desde la propia plataforma ArcGIS Online.



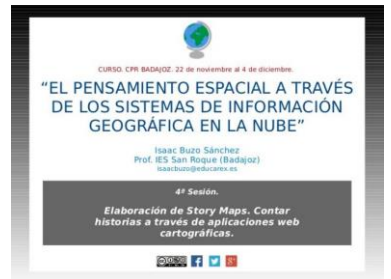

El tercer curso, "El Pensamiento Espacial a Través de los Sistemas de Información Geográfica en la nube", se desarrolló también durante 12 horas distribuidas en cuatro sesiones de 3 horas cada una. La primera sesión se dedicó a aspectos tanto teóricos, relativos al desarrollo del pensamiento espacial, como prácticos, vinculados a la aplicación del Atlas Digital Escolar (ADE) a la enseñanza de la Geografía en niveles educativos preuniversitarios. Las siguientes dos sesiones, se dedicaron a enseñar a los docentes asistentes a elaborar mapas web en la plataforma ArcGIS Online mediante el añadido de capas de información de diferentes tipos. La última sesión fue destinada a la elaboración de *story maps* para contar historias a través de la cartografía digital y el método de *digital map storytelling*.

Los diferentes cursos se impartieron de manera teórico-práctica, utilizándose para ello una de las aulas informáticas del Centro de Profesores y de Recursos de Badajoz, equipadas con PDI y un ordenador para cada asistente. De esta manera los docentes inscritos podían realizar en su propio computador las actividades que se iban

exponiendo en la Pizarra Digital Interactiva (PDI). Se diseñaron para cada curso una serie de presentaciones con los contenidos planificados para cada sesión. Estas además de ser utilizadas durante el curso, quedaron disponibles en la Red para que los asistentes pudieran consultarlas cuantas veces quisieran tras el curso.

**Tabla 15.** Sesiones formativas difundidas en Slideshare y número de visitas

<b>Curso académico 2013/2014</b>	<b>Curso académico 2014/2015</b>	<b>Curso académico 2017/2018</b>
 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/la-s-tic-para-el-acceso-a-la-informacin">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/la-s-tic-para-el-acceso-a-la-informacin</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-1-introduccion-agregar-notas-de-mapas">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-1-introduccion-agregar-notas-de-mapas</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geogrfica-en-la-nube-sesin-1">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geogrfica-en-la-nube-sesin-1</a></p>
<p>Visitas: 1.808</p>	<p>Visitas: 4.314</p>	<p>Visitas: 8.521</p>
 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/analisis-de-la-informacin-31166717">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/analisis-de-la-informacin-31166717</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-1-introduccion-agregar-notas-de-mapas">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-1-introduccion-agregar-notas-de-mapas</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geogrfica-en-la-nube-sesin-2">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geogrfica-en-la-nube-sesin-2</a></p>
<p>Visitas: 1.685</p>	<p>Visitas: 3.640</p>	<p>Visitas: 8.225</p>
 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/la-s-tic-para-trabajar-en-la-nube">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/la-s-tic-para-trabajar-en-la-nube</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-3-mapas-con-archivos-gpx-csv-y-shp">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-3-mapas-con-archivos-gpx-csv-y-shp</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geogrfica-en-la-nube-sesion3">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geogrfica-en-la-nube-sesion3</a></p>
<p>Visitas: 19.101</p>	<p>Visitas: 3.400</p>	<p>Visitas: 7.987</p>

 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/las-tic-para-localizar-la-informacin">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/las-tic-para-localizar-la-informacin</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-4-story-maps-y-otras-aplicaciones-web">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/los-sig-en-la-nube-aplicados-a-la-docencia-4-story-maps-y-otras-aplicaciones-web</a></p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geografica-en-la-nube-sesin4">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-pensamiento-espacial-a-travs-de-los-sistemas-de-informacin-geografica-en-la-nube-sesin4</a></p>
<p>Visitas: 1.704</p>	<p>Visitas: 3.996</p>	<p>Visitas:7.873</p>
 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/las-tic-para-el-analisis-territorial-de-la-informacin">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/las-tic-para-el-analisis-territorial-de-la-informacin</a></p>		
<p>Visitas: 2.985</p>		
<p><b>Total: 27.283</b></p>	<p><b>Total: 15.350</b></p>	<p><b>Total: 32.606</b></p>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Slideshare*.

### 3. Grado de consecución de los objetivos

Los objetivos didácticos de los cursos formativos quedaron establecidos, según se señalan en la Tabla 16, en la que además se indican el grado de consecución de cada uno de ellos al finalizar.

**Tabla 16.** Objetivos y grado de consecución de la formación docente impartida

OBJETIVOS CONCRETOS	GRADO DE CONSECUCIÓN
Contribuir al desarrollo de la competencia básica "Tratamiento de la Información y Competencia Digital"	<b>Alto.</b> Todos los cursos se basaron en el desarrollo de la competencia digital, siendo eminentemente prácticos, y desarrollados haciendo uso de equipos informáticos.
Implementar las TIC en las clases de Ciencias Sociales, Geografía e Historia.	<b>Alto.</b> En todos los cursos se pusieron numerosos ejemplos aplicables en las aulas de Geografía e Historia en la ESO y Bachillerato (como por ejemplo el uso de las hojas de cálculo para rea
Aprovechar los recursos que ofrece la web.	<b>Alto.</b> Muchos de los recursos TIC presentados a lo largo de los tres cursos están Online en Internet (como la aplicación ArcGIS Online utilizada para la elaboración de cartografía).
Desarrollar el potencial didáctico de los Sistemas de Información Geográfica en la nube para los centros educativos previos a la Universidad.	<b>Alto.</b> Aunque se mostraron ejemplos en todos cursos impartidos, hubo varios cursos dedicados exclusivamente a explicar el funcionamiento de los SIG en la nube.
Conocer el funcionamiento y posibilidades didácticas de ArcGIS Online como SIG en la nube.	<b>Alto.</b> Específicamente se explicó el uso de ArcGIS Online como SIG en la nube, por ser un software gratuito y fácilmente accesible desde los centros de educación secundaria.
Aplicar la cartografía en todo tipo de materias: Geografía, Historia, Biología, Literatura, Educación Física, etc.	<b>Alto.</b> En los diferentes cursos, no solamente asistieron docentes de Geografía e Historia, sino también hubo, en menor medida, asistentes de otras áreas de Secundaria, Formación Profesional e incluso de Primaria.
Aplicar en el aula el análisis de los mapas del Atlas Digital Escolar.	<b>Alto.</b> Coincidiendo con la celebración de algunos de los cursos fue la presentación del ADE y su difusión, por lo que también se utilizó de ejemplo de aplicación de los SIG a la enseñanza, y como recurso en la web.
Elaborar mapas web con ArcGIS Online utilizando diferentes técnicas	<b>Alto.</b> Al ser cursos eminentemente prácticos, en su desarrollo se realizaron numerosos ejercicios de elaboración de mapas utilizando diferentes técnicas: notas de mapas, capas de la web, etc.
Comunicar contenidos geográficos a través de las aplicaciones web o <i>story maps</i> .	<b>Alto.</b> También como parte práctica de los cursos, se desarrollaron <i>story maps</i> a partir de los mapas web elaborados previamente.

Fuente: Elaboración propia

#### 4. El aprendizaje SMART adquirido a través de la formación

**S (Self-directed) Autodirigido y centrado en el estudiante:** la metodología de los diferentes cursos ha sido eminentemente práctica. Si bien, había un hilo común para cada sesión, con explicaciones sobre la Pizarra Digital Interactiva, todos los asistentes debían ir desarrollando en sus ordenadores, las actividades de manera

independiente. Sobre la PDI se proyectaba la presentación del día, donde quedaban recogidas las explicaciones un poco más teóricas, así como las instrucciones a seguir en cada momento. También sobre la PDI se proyectaba la resolución de la actividad correspondiente, para que los alumnos, pudieran seguir las pautas y poder realizar en su computador las actividades correspondientes. Si a pesar de ver realizado un determinado ejercicio en la PDI seguían existiendo dudas, se atendía de manera individualizada a los asistentes que lo necesitaran.

**M (Motivated) Motivante:** la realización de manera autónoma de las actividades propuestas, como la elaboración de un determinado mapa utilizando una SIG Web, siguiendo las sugerencias para buscar la información, ordenarla y cartografiarla de manera sencilla, suponía una fuente de motivación para los asistentes que lograban hacerlo y veían el resultado. Sin embargo, la diferencia de conocimientos previos o habilidades mínimas con las TIC, provocaron en algunos casos todo lo contrario, pues se perdían rápidamente y quedaban frustrados.

**A (Adaptive) Adaptado:** esa variedad de niveles y habilidades previas entre los asistentes ya comentada, vinculado en algunos casos a la motivación por la que asistían al curso (completar las horas de formación permanente), hacía que fuera importante la adaptación al ritmo de cada uno, ayudando a los más rezagados y sin dejar de avanzar con los más aventajados. De esa manera se evitaría la frustración y verían pequeños avances que los motivaran.

**R (Resource enriched) Enriquecido con recursos educativos:** la principal herramienta tecnológica utilizada durante estos tres cursos es el Sistema de Información Geográfica en la nube de ArcGIS Online, pero paralelamente se trabajaron otros contenidos complementarios, que según el curso podían abarcar desde el manejo de una hoja de cálculo, otras herramientas en la nube, búsqueda de información geográfica de calidad, etc. Por lo tanto, se puede afirmar que se trata de una enseñanza que utiliza una gran variedad de recursos educativos.

**T (Technology embedded) A través de la integración de la Tecnología:** los tres cursos se desarrollaron en sendas aulas de informática del Centro de Profesores y de Recursos de Badajoz. Cada asistente hacía uso de un ordenador personal independiente. Además, en dichas aulas había una Pizarra Digital Interactiva con la que se proyectaba la presentación de los contenidos del curso y las actividades desarrolladas por el docente desde su ordenador. De esta manera se podían explicar a todo el grupo, determinadas acciones sobre el software ArcGIS Online.

La promoción del modelo de aprendizaje SMART entre el profesorado es una de las cinco tareas definidas para la implantación del modelo en Corea (Jeong, 2020). Los cursos de formación del profesorado celebrados en Badajoz han ahondado en esta línea y han reforzado la formación en tecnología del profesorado, tanto del uso de los SIG Web, como de otras herramientas informáticas. También se ha profundizado en

las metodologías didácticas que pueden estar asociadas al uso de estas tecnologías, como el aprendizaje por descubrimiento basado en SIG, y las técnicas como el *digital map storytelling* o narración digital cartográfica.

Jeong (2020) señala la utilidad del aprendizaje activo para la obtención de habilidades emergentes adaptadas a los futuros trabajos todavía no existentes: la adquisición del pensamiento analítico e innovación; la creatividad, originalidad e iniciativa; estrategia, pensamiento crítico y análisis; diseño y programación informática; resolución de problemas complejos, liderazgo e influencia social; razonamiento, análisis y evaluación de sistemas; e inteligencia emocional. Estos cursos han supuesto un primer paso en la difusión de estos modelos de aprendizaje SMART, que necesita continuidad para ser efectivos, y más profesores se integren en ellos una vez superada la barrera tecnológica, para cuya finalidad se imparten estos cursos.

## 5. Difusión e impacto

En las diferentes actividades formativas hubo entre 10 y 16 docentes inscritos, un número significativo para este tipo de actividades dependiendo del curso. La mayoría de ellos pertenecían a la especialidad de Geografía e Historia, aunque también lo siguieron docentes de otras especialidades, incluso de Educación Primaria, Formación Profesional y Enseñanzas de Adultos. El conocimiento previo del tema a trabajar, y el manejo TIC en general, era muy heterogéneo, lo que dificultó, en algunos casos, el manejo del *software* previsto, fundamentalmente ArcGIS Online. Sin embargo, la opinión en general de los asistentes que rellenaron los cuestionarios quedan recogida en la Tabla 17, mostrando la necesidad de tener alguna sesión más para evitar la concentración de los contenidos en las sesiones de tres horas que constituían cada una de las jornadas de los cursos.

**Tabla 17.** Evaluación de los cursos por parte de los asistentes

<b>Curso</b>	<b>RECURSOS TICS PARA LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS SOCIALES, GEOGRAFÍA E HISTORIA (2013/14)</b>	<b>SIGWEB (SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA nube) APLICADO A LA DOCENCIA (2014/15):</b>	<b>PENSAMIENTO ESPACIAL A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA nube (2017/18)</b>
<b>Inscritos</b>	10	16	10
<b>Cuestionarios evaluación completados</b>	6	8	5
<b>Evaluación media (de 1 a 5)</b>	5	3,63	5

Fuente: CPR de Badajoz.

En los sucesivos cursos impartidos, hubo un total de 36 docentes inscritos. La información que se ofreció durante las sesiones formativas a través de las

presentaciones que se utilizaron, que incluían numerosas capturas de pantalla e indicaciones para poder trabajar con ArcGIS Online, se compartieron públicamente a través de *Slideshare* para que cualquier usuario que buscara esta información pudiera acceder a ella de manera simple. El resultado, con el número de visitas totales a las presentaciones del curso llega a 75.239, algunas de las cuales superan los 19.000 accesos. Según estos datos, se puede afirmar que estas actividades llegaron más allá de los propios docentes asistentes a los cursos.

Por otra parte, la participación como ponente en estos cursos, generó una serie de materiales docentes que se han aplicado puntualmente en otras actividades formativas y en otros lugares, tanto en talleres como en charlas y ponencias, cuya base proviene de la preparación de estos cursos. Por lo que su impacto va más allá de los 36 docentes asistentes a los mismos.

## 5.2. Proyectos institucionales de innovación

Las actividades presentadas a continuación, suponen un paso decisivo en la triangulación de la investigación en cuanto a los destinatarios del *smart learning*. Tras las actividades de aula con los estudiantes y las actividades en la formación de profesores, se ofrece aquí una “orquestración” de ambas, basada en la autoeficacia, entendida como la forma de percibir la competencia propia para lograr una tarea determinada (Bandura, 1977, 1982), en este caso el aprendizaje SMART. Lo que ha llevado a diseñar un comportamiento docente que ha sido salir del aula y de la formación del profesorado y compartir estas tareas con otros centros educativos, lo que extiende la autoeficacia a un nivel colectivo (Bandura, 2006). Estos hechos han permitido, por un lado, cerrar la triangulación necesaria para ratificar los objetivos marcados en la tesis, y por otro, mantiene el interés en continuar en esta línea de trabajo más allá de la terminación de esta tesis.

Existen grupos de profesores que impulsan el aprendizaje SMART de los estudiantes, lo que exige la coordinación y motivación del docente que además busca una red de trabajo en el marco de un proyecto institucional con esta finalidad que no es ya un proyecto de innovación que el docente aplica en su aula, sino que debe colaborar con otros centros educativos convencidos de los objetivos que se persiguen.

Los proyectos se han englobado en tres ámbitos espaciales: 1. la ciudad de Badajoz (Escuelas de I+D+i de Extremadura) compartiendo avances y resultados con centros educativos de la propia ciudad; 2. Europa (Proyectos Erasmus+), compartiendo avances y resultados con centros de otros países europeos; y en el espacio virtual o en línea (Atlas Digital Escolar), mentorizando a través de la red a otros profesores interesados en esta línea de trabajo, que es una interesante línea de formación del profesorado (Bednarz et al., 2005) y de relacionar a los profesionales del SIG con el alumnado y sus profesores (Healy et al., 2020). Pero también han trascendido lo que hasta ahora se venía aplicando dentro de la disciplina de la geografía hacia

actividades interdisciplinarias y transdisciplinarias. En los dos primeros ámbitos señalados se ha tratado de proyectos competitivos.

Se concluye con el trabajo realizado que el desarrollo de la computación en la nube ha facilitado la incorporación de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) en ámbitos educativos preuniversitarios y ha permitido reforzar el pensamiento espacial.

### 5.2.1. Análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora: el ruido

#### 1. Descripción del proyecto

En septiembre de 2013 la Consejería de Educación y Empleo del Gobierno de Extremadura reguló la convocatoria del programa educativo Escuelas de I+D+i<sup>11</sup>, publicando la primera convocatoria de selección para la participación en el programa de 25 centros educativos a través de la Instrucción 20/2013 de la Secretaría General de Educación. Se trataba de un programa destinado a fomentar el interés por la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación entre el alumnado de los diferentes niveles de la educación, primaria, secundaria, bachillerato y Ciclos Formativos. En función de esta convocatoria, docentes de los centros IES San Roque e IES Ciudad Jardín de Badajoz, elaboraron un proyecto conjunto basado en el análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz. Se trató de un proyecto interdisciplinar, en el que participaron docentes y estudiantes de ambos centros, implicándose los Departamentos de Geografía e Historia, Física y Química y Tecnología, y estudiantes de los últimos cursos de la ESO y 1º de Bachillerato.

Los centros de Educación Secundaria ofrecen un marco curricular idóneo para poder desarrollar un trabajo que aglutina, a través de las competencias básicas, estudios medioambientales, tecnológicos y físicos a partir de diversas áreas y contenidos. Se trató de un proyecto que requería el desarrollo del método científico en todo su amplio espectro para lograr reunir datos, procesarlos y realizar una valoración. El objetivo fue ofrecer unos resultados consistentes y demostrables, así como la posibilidad de realizar una exposición ilustrada de los estudios realizados y conclusiones obtenidas.

Como producto final, se diseñó un prototipo tecnológico que mitigaba los problemas detectados, tanto en lo relativo a las elevadas temperaturas, como al ruido. Como objetivo final estaba el intentar mejorar la vida de las personas, especialmente en los

---

<sup>11</sup> DECRETO 166/2013, de 4 de septiembre, por el que se establecen las bases reguladoras para la concesión de ayudas destinadas a financiar la implantación del Programa Escuelas de I+D+i en centros educativos privados concertados de la Comunidad Autónoma de Extremadura y se realiza la convocatoria para el curso 2013-2014 (2013) Diario Oficial de Extremadura 174, de 10 de septiembre de 2013, 21120 a 21138. <http://doe.juntaex.es/pdfs/doe/2013/1740o/13040187.pdf>

entornos escolares. Las características generales del proyecto quedaron definidas en los siguientes puntos:

- 1) Permitir al alumnado familiarizarse de forma práctica con el método científico a partir de una solución real que es mensurable y cuantificable por ellos mismos.
- 2) Fomentar el conocimiento de fenómenos y procesos ambientales que tienen lugar en el entorno cercano promoviendo de esta forma, la asunción de problemas medioambientales y de contaminación acústica, como reales y próximos.
- 3) Extrapolar los resultados obtenidos a problemáticas ambientales y acústicas más amplias de manera que se puedan analizar las causas y la búsqueda de soluciones.
- 4) Aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos en el proceso de enseñanza/aprendizaje del actual currículo de la Enseñanza Secundaria para el desarrollo del trabajo científico empírico y cercano.
- 5) Desarrollar las posibilidades que brindaba la interdisciplinariedad del proyecto.

Se partía de la hipótesis de que la ciudad no es sostenible ambientalmente, por lo que se seleccionaron distintas variables para comprobar y plantear medidas de mitigación. Así pues, el estudio se estructuró en cuatro grupos de trabajo (Figura 19). Dos de ellos analizaron las variables ambientales seleccionadas: la temperatura y el ruido, y los otros dos plantearon medidas para mitigarlos: materiales y prototipo tecnológico. El funcionamiento de los tres primeros grupos (ruido, temperatura y materiales) fue paralelo y sus investigaciones sirvieron finalmente para que el cuarto grupo propusiera soluciones tecnológicas en el ámbito de nuestros centros educativos que amortigüen el ruido y el calor.

**Figura 19.** Organización del trabajo en el proyecto



Fuente: Elaboración propia.

De los cuatro grupos de trabajo, el relativo al análisis del ruido en la ciudad, se coordinó desde el IES San Roque. En este grupo participaron un docente de Física y Química, encargado de guiar al alumnado en las mediciones del ruido, y un docente de Geografía, encargado de mostrar al alumnado la manera de representar espacialmente sobre un mapa esos datos del sonómetro.

Se aplicó el método científico adaptando la hipótesis general al estudio concreto del ruido, y realizando un trabajo de campo de medición del ruido con sonómetros en diferentes puntos de la ciudad, se trataron los datos y se elaboró la cartografía del ruido utilizando ArcGIS Online. El resultado final del trabajo del grupo fue la elaboración de un mapa de ruido. Los objetivos planteados en el proyecto se concretaron en una serie de actividades, todos ellos resumidos en la Tabla 18.

El proyecto en general aglutina estudios climatológicos, medioambientales, físicos y estructurales, con el fin de proponer estructuras que absorbieran los ruidos que exceden la salud acústica, y propicien sombras y refrigeración en las zonas estudiadas, especialmente en los entornos de los centros educativos. Centrados en el ruido, sabiendo que es una situación habitual en las grandes aglomeraciones urbanas, se trataba de conocer si era posible percibir dicho fenómeno en Badajoz y, si es así, poder cuantificar de manera científica.

Por otra parte, se aplicó el método científico partiendo de la particularización de la hipótesis general del proyecto de que nuestras ciudades no son ambientalmente sostenibles, en el caso concreto del ruido, las ciudades son ruidosas. A continuación, se siguió con el trabajo de campo para tomar los datos con los que corroborar la hipótesis: medidas con los sonómetros. Una vez recogidos un número suficiente de datos, se procedió a su análisis para obtener unas conclusiones que se puedan representar en forma de mapas.

El trabajo en grupo es algo inherente al trabajo científico planteado, y la toma y análisis de datos son una muestra de este trabajo en equipo, interdisciplinar e intercentros. La importancia de los recursos tecnológicos queda patente a lo largo del desarrollo del proyecto, no solamente en la utilización de los sonómetros y otros equipos de medida, sino también mediante la aplicación de tecnología GPS para la localización de los datos y la representación en mapas de utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) de uso abierto en la nube de Internet, concretamente ArcGIS Online.

Los contenidos trabajados en el proyecto estuvieron vinculados con las competencias básicas definidas en el currículum de educación secundaria vigente en el momento del desarrollo del proyecto. En la Tabla 19 se pueden observar algunas de las actividades propias del grupo de trabajo del ruido, vinculadas a las competencias básicas que estimulan.

**Tabla 18.** Objetivos y actividades del proyecto “Análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora”

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>
Conocer la incidencia del sol en la Tierra, en concreto en nuestra ciudad y en las diversas franjas horarias.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar los procesos de modificación climática no intencionales centrándonos en el caso del fenómeno “isla de calor”.</li> <li>- Comprender la energía solar y sus aplicaciones.</li> <li>- Estudiar los fenómenos meteorológicos y el clima, así como su relación con el ser humano y las relaciones que se establecen en su interacción.</li> </ul>
Conocer la evolución y los avances tecnológicos en los materiales ligeros y ultraligeros, a fin de llevar este aprendizaje en la aplicación de un prototipo que resuelva el problema planteado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer las estructuras y los materiales más idóneos que sean posible aplicar en la construcción del prototipo.</li> </ul>
Fomentar el gusto por la investigación en los alumnos de Bachillerato y FP.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo experimental en el laboratorio (Análisis de materiales).</li> <li>- Toma de medidas de ruido con los sonómetros en distintas ubicaciones.</li> <li>- Elaboración de conclusiones a partir del geoposicionamiento de los datos obtenidos en las diferentes mediciones.</li> </ul>
Potenciar el manejo de tecnología específica para la investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilización de sonómetros</li> <li>- Utilización de GPS</li> <li>- Creación de prototipo estructural para mitigar los efectos detectados</li> </ul>
Utilizar herramientas TIC innovadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realización del mapa de ruidos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica en la nube (SIG Web). En concreto ArcGIS Online.</li> <li>- Utilización de la plataforma Moodle para la difusión de los resultados.</li> </ul>
Potenciar el trabajo en grupo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Todas las actividades reseñadas serán realizadas en grupo.</li> <li>- Realizar charlas expositivas de los alumnos hacia la comunidad educativa, y en concreto hacia sus propios compañeros de clase, en aras de compartir sus experiencias y recabar ideas que puedan surgir.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 19.** Competencias básicas y su desarrollo en el proyecto

<b>Competencia Básica</b>	<b>Modo de actuación</b>
Interacción con el mundo físico	- Análisis de las variables medioambientales. - Estudio espacial de las variables medioambientales.
Matemática	- Análisis y tratamiento de los datos.
Lingüística	- Elaboración de informes y su publicación en la plataforma Moodle.
Tratamiento de la información y competencia digital	- Utilización de diferentes herramientas de medida y localización. - Elaboración de mapas digitales mediante ArcGIS Online. - Elaboración de un informe en la plataforma Moodle.
Aprender a aprender	- Fomentar el método científico como forma de aprendizaje.
Social y ciudadana	- Toma de conciencia de los problemas medioambientales de las ciudades.
Cultural y artística	- Elaboración de mapas conforme a diseños y estilos establecidos.
Autonomía e iniciativa personal	- Fomentar entre el alumnado el espíritu emprendedor a partir del estudio científico.

Fuente: elaboración propia

## 2. Actividades del programa

El estudio del ruido es una de las partes se coordinaron directamente desde el IES San Roque. Este partió de un trabajo teórico sobre los fundamentos científicos del sonido describiendo la intensidad sonora compuesta por dos aspectos esenciales: la intensidad física (objetiva), que es la energía transmitida por la onda sonora por unidad de tiempo a través de la unidad de superficie perpendicular a la dirección de propagación, y la intensidad subjetiva, que es la sensación sonora de mayor o menor intensidad percibida por el oído humano.

A partir de este marco se llevó a cabo la labor de recogida de datos y su ubicación en el área urbana de Badajoz, en función de lo cual se realiza el estudio cartográfico. Para obtener el producto final del trabajo de investigación, consistente en una aplicación web cartográfica, se siguió un esquema en cuatro etapas (Figura 20).

**Figura 20.** Etapas del trabajo para la elaboración de la aplicación web

Fuente: Elaboración propia.

**Fase 1. Recogida de la información a través de trabajo de campo:** la toma de datos del ruido se realizó mediante un aparato específico de sonometría. Siempre se realizaba la toma de datos del ruido junto a su ubicación, para lo que se utilizó un dispositivo específico de medición de la posición GPS. Esa ubicación será la utilizada en ArcGIS Online (SIG Web) para representar en un mapa los puntos de recogida de datos.

Por cada punto se tomaron 12 mediciones, anotadas en un cuaderno de campo que contenía una ficha para cada punto de medición (Figura 21). En la fase de análisis de los datos, se descartan la medición más elevada y la más baja para cada punto, y se realiza la media de las diez mediciones restantes, que será el dato que se considere para la realización del mapa. Los resultados obtenidos de esta manera, para cada uno de los puntos de medición, se clasificaron según las normativas vigentes, tanto la Ordenanza Municipal de protección ambiental en materia de contaminación acústica (BOP 16 de junio de 1997), como el Decreto de la Junta de Extremadura sobre ruidos y vibraciones (Decreto 19/1997). Estas, diferencian entre muy ruidoso (más de 70 dB), ruidoso (entre 65 y 70 dB), poco ruidoso (entre 60 y 65 dB) y tranquilo (menos de 60 dB), otorgándoles a cada uno de ellos un color, respectivamente el rojo, naranja, amarillo y verde, para representarlos en el mapa.

Todas las mediciones de datos fueron registradas mediante una fotografía tomada durante la medición, que certifican las características del lugar donde se realizaron (en la que se puede observar las características del tráfico, presencia de maquinaria, etc.). Todas las fotografías se compartieron en la nube para que pudieran ser incorporadas en el mapa web.

**Fase 2. Elaboración de capas de información adaptada a la herramienta cartográfica a utilizar (ArcGIS Online):** los datos de cada punto de medición se clasificaron en una hoja de cálculo. Cada fila correspondía a un lugar y cada columna a uno de sus atributos, como la ubicación (una columna para la latitud y otra para la longitud), el dato de la medición del ruido representado en decibelios, la clasificación del ruido en función a ese dato (categoría), la URL de la fotografía, la hora de la toma del dato, etc. Esta hoja de cálculo se guardó como archivo csv y se subió a ArcGIS Online. Los participantes, siguieron un taller sobre esta herramienta en el que se explicaron los pasos y colaboraron en la transcripción de los datos y elaboración del archivo csv<sup>12</sup> (Figura 22).

<sup>12</sup> La presentación usada en este taller puede ser consultada a través de *Slideshare*: <https://www.slideshare.net/isaacbuzo/taller-de-arcgis-online>

**Figura 21.** Ficha del cuaderno de campo

Fecha:	Calle y número	Longitud	Latitud
Hora inicio:			
Hora final:			
Número medición	Medición	Observación	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Media:	Realizada con las diez mediciones centrales		
Categoría:	<input type="checkbox"/> Tranquila <input type="checkbox"/> Poco ruidosa <input type="checkbox"/> Ruidosa <input type="checkbox"/> Muy ruidosa		
Fotografía identificativa del lugar.			

Fuente: Cuaderno de campo del proyecto.

**Figura 22.** Elementos guardados en la hoja de cálculo

**Dirección: calle y número**

**Valor medio de las mediciones**

**Fecha: dd/mm/aa**

**Hora: hh:mm h.**

**Nº de orden de la medición**

**Latitud y longitud (cada uno en una columna). La longitud al ser Oeste se le ha de poner un signo "-"**

**URL de la imagen**

**Categoría del lugar en función de la Medición:**

- Muy ruidoso (>70 Db)
- Ruidoso (65-70 Db)
- Poco ruidoso (60-65 Db)
- Tranquilo (<60 Db)

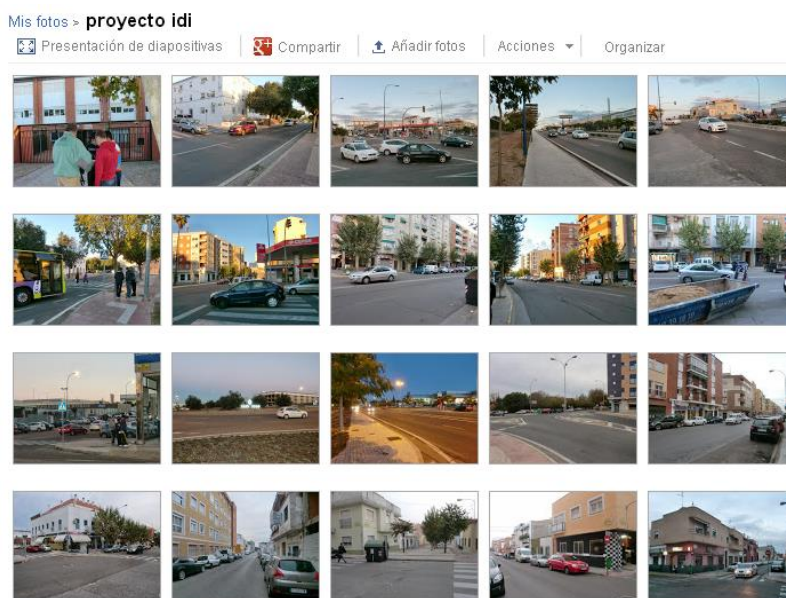
**La categoría debe estar perfectamente escrita**

**Otra información complementaria**

Fuente: Proyecto sobre el ruido

Todas las mediciones de datos fueron documentadas mediante una fotografía que certifica las características del lugar donde se realizó la medición. En esta fase del trabajo, todas las fotografías se compartieron en una carpeta pública en la nube de la aplicación de Google Picasa, hoy ya desaparecida y transformada en Google Photo, para que pudieran ser incorporadas en el mapa web (Figura 23).

**Figura 23.** Carpeta pública de Picasa con las fotografías de la toma de datos

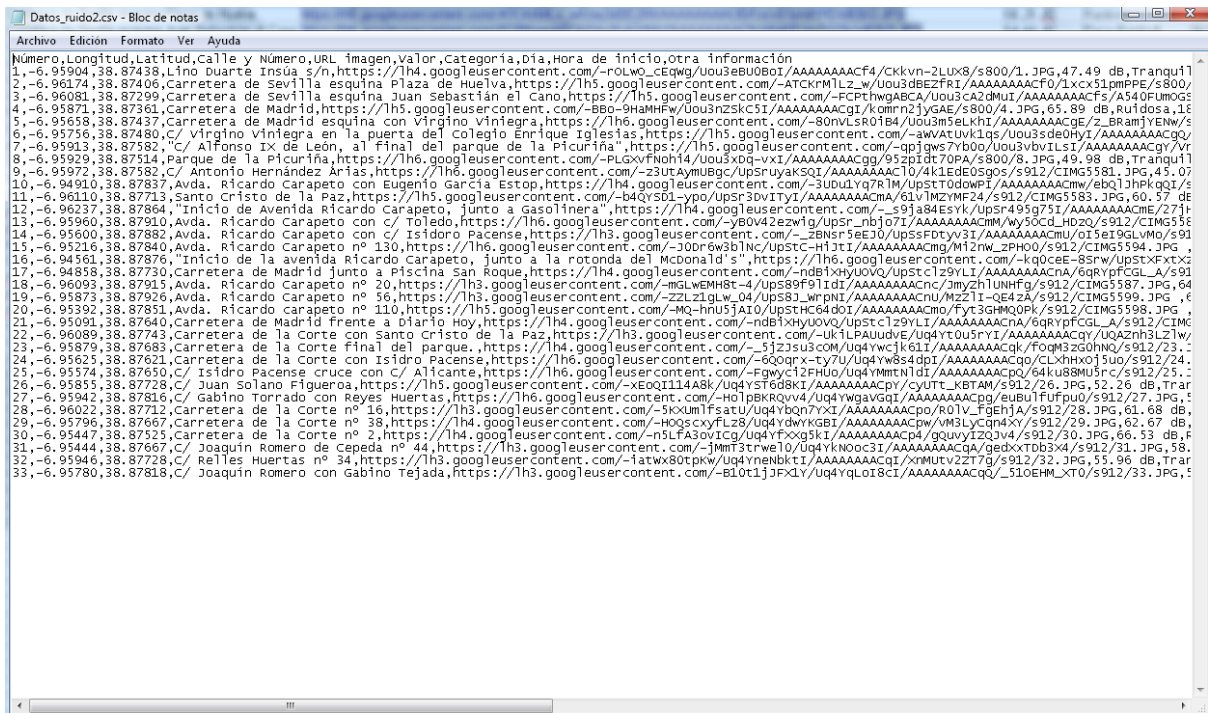


Fuente: Proyecto sobre el ruido.

La hoja de cálculo que se había guardado como archivo del tipo csv y se subió a ArcGIS Online mediante la opción “añadir archivo csv” (Figura 24).

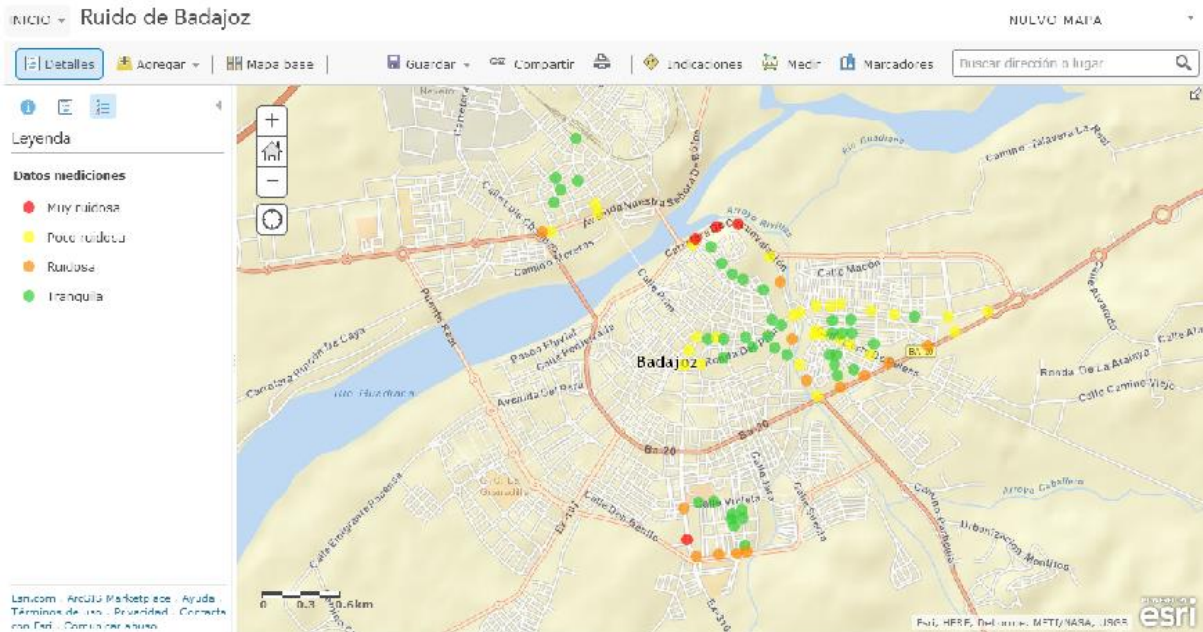
**Fase 3. Elaboración del mapa web en la aplicación ArcGIS Online:** la cartografía interactiva con los datos geolocalizados, y que puede contener una o varias capas de información. Se elaboró añadiendo el archivo csv creado en la fase anterior a un mapa de ArcGIS Online y configurando el mapa (las ventanas emergentes, símbolos, colores, etc.). De esa manera, se obtiene un *web map* interactivo (Figura 25) con los puntos de medición clasificados por colores, en los que pulsando sobre ellos se abre una ventana emergente (Figura 26) con la información añadida en la hoja de cálculo para cada punto.

Figura 24. Archivo csv obtenido desde la hoja de cálculo



Fuente: Proyecto sobre el ruido

Figura 25. Web Map resultado de la geolocalización de los puntos de medida



Fuente: Proyecto sobre el ruido: <https://atlas-escolar.maps.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=882d17c5c24649c8b53487c559889295>

**Figura 26.** Ventana emergente

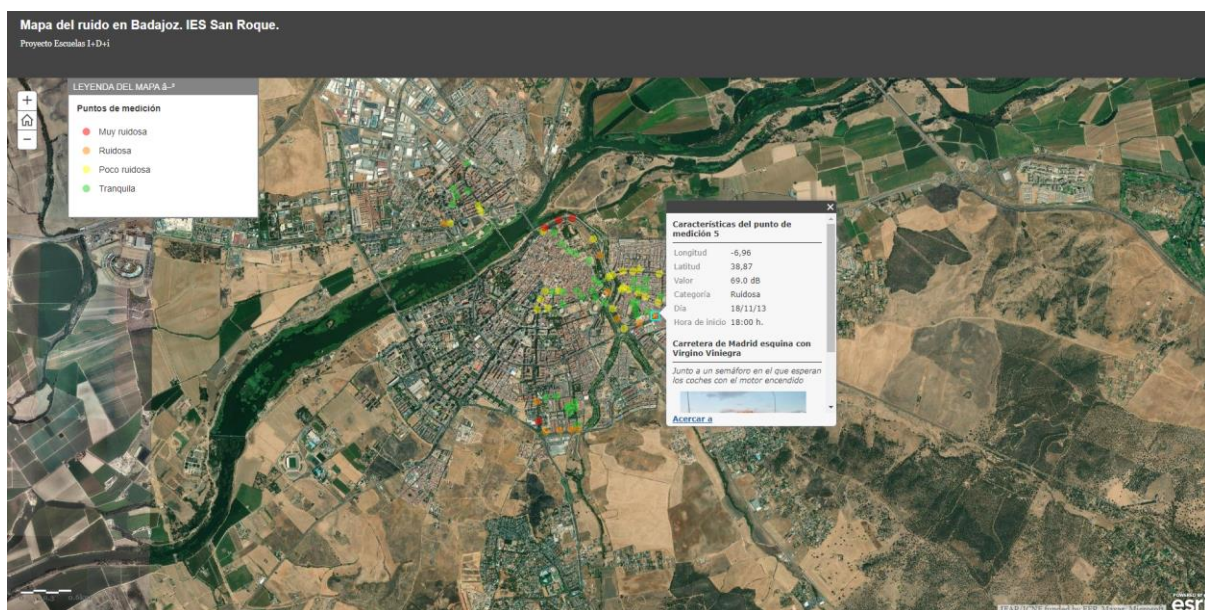


Fuente: Proyecto sobre el ruido.

**Fase 4: Elaboración de la aplicación web o *story maps*.** A partir del mapa web se crea una aplicación web o *story map*. Esta se realiza utilizando alguna de las plantillas que ofrece la propia herramienta de ArcGIS Online. Las aplicaciones utilizan el mapa web para narrar, la información allí contenida de manera más dinámica. Todo cambio en el *web map*, automáticamente afectará a la aplicación basada en él.

A partir del *Web Map* con los puntos de medición del ruido, se construyó la aplicación web en formato *story map* (Figura 27). Se utilizó la plantilla “*Story map básico*” ofrecida en la propia plataforma ArcGIS Online, para presentar el mapa de una manera más dinámica y visual. Este fue el resultado final del grupo de trabajo del ruido, y se presentó en la jornada final del programa como parte de los resultados del proyecto.

**Figura 27.** Story map de plantilla básica, creado a partir del web map del ruido



Fuente: Proyecto sobre el ruido:

[https://www.arcgis.com/apps/OnePane/storytelling\\_basic/index.html?appid=312a7598409a425395d439e7447bf16f](https://www.arcgis.com/apps/OnePane/storytelling_basic/index.html?appid=312a7598409a425395d439e7447bf16f)

### 3. Grado de consecución de los objetivos

Se trató de un trabajo extra-académico fuera del horario normal de clases, por lo que no sigue una evaluación tradicional. Los alumnos adquirieron contenidos no estrictamente curriculares asociados a la física del sonido, la tecnología de la información geográfica y el uso de dispositivos de medición (sonómetros, gps, etc).

Se favoreció en el alumnado el pensamiento científico-técnico y creativo, así como el interés por la investigación y la innovación, por la capacidad emprendedora, la cultura, y la tecnología, todos ellos objetivos de la convocatoria oficial del programa por parte de la Consejería de Educación y Cultura del Gobierno de Extremadura. Por otra parte, se potenciaron las relaciones interpersonales entre el alumnado, lo que les permitió aumentar su autoestima, así como demostrar su competencia siendo valorada positivamente por su grupo de iguales. Por su parte, los profesores implicados quedaron muy satisfechos con la actividad, y de hecho estuvieron dispuestos a colaborar en otras similares, a pesar del trabajo extra que implicaba.

### 4. Aprendizaje SMART adquirido a través del proyecto

Se puede afirmar que esta experiencia docente se ajusta al modelo SMART, pues cumple con los cinco requisitos establecidos y definidos en el marco teórico de esta tesis:

**S (Self-directed) Autodirigido y centrado en el estudiante:** se trata de un aprendizaje extraescolar, en el que los protagonistas son los estudiantes participantes en el proyecto. Son ellos quienes realizan, siguiendo las indicaciones dadas, las tomas de datos, seleccionan los lugares de medición, realizan los cálculos y elaboran la cartografía resultante después de asistir a un taller sobre el funcionamiento de ArcGIS Online. En el evento de presentación de resultados, organizado por la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Extremadura y celebrado en el Palacio de Congresos de Mérida, fueron los propios alumnos quienes estuvieron en el stand del centro educativo, atendiendo a los visitantes y explicando los materiales elaborados a través de diferentes posters informativos y ordenadores portátiles para mostrar el mapa final del ruido.

**M (Motivated) Motivante:** se trató de un aprendizaje bastante motivador. Ya de por sí, solo participaban aquellos alumnos que voluntariamente quisieron colaborar con esta experiencia, que era nueva tanto para ellos como para el propio centro. Además, el desarrollo del proyecto motivaba la participación de los alumnos, pues se iniciaban en la investigación, siendo todos ellos estudiantes del bachillerato de ciencias. Por otra parte, jugó un papel muy importante, el saber que deberían presentar los resultados de su investigación en una jornada final junto con el resto de los centros participantes.

**A (Adaptive) Adaptado:** se trataba de un aprendizaje extracurricular, por lo que no tenía las ataduras de seguir un temario concreto con unos contenidos determinados. Por lo tanto, los contenidos establecidos por el equipo docente, se podían adaptar fácilmente a las características del alumnado participante, y en parte se iban programando en función de las necesidades de la propia investigación.

**R (Resource enriched) Enriquecido con recursos educativos:** como proyecto multidisciplinar, su estructura no ha sido lineal, sino que integraba diferentes ramas del conocimiento, lo que generaba una visión poliédrica del problema a resolver, enriqueciendo, cada una de ellas, al proyecto general. Cada ciencia aportaba sus propios recursos educativos para el análisis del problema, desde la física, con el estudio del sonido, la geografía con el estudio de la ubicación y los análisis de la cartografía resultante, la tecnología con los análisis de los materiales y la elaboración de un prototipo tecnológico y propuesta de desarrollo.

**T (Technology embedded): A través de la integración de la Tecnología:** todo el aprendizaje sobre el ruido en su aspecto espacial, desde la toma de datos en campo, el cálculo de los valores medios, y su representación cartográfica se realizó utilizando diferentes tecnologías que dieron respuestas a las necesidades formativas del alumnado para afrontar la investigación: para la toma de datos se utilizaron sonómetros, que debieron aprender a utilizar para realizar tomas de datos correctamente; para la ubicación de las mediciones se utilizaron aparatos de específicos de GPS; para documentar las fases del proyecto en imágenes se realizaron fotografías y vídeos con cámaras y con el móvil; para realizar los cálculos de los datos, se utilizaron hojas de cálculo, al igual que también se utilizó esta herramienta para realizar los archivos tipo csv; finalmente la tecnología utilizada para la elaboración de la cartografía fue el SIG en la nube ArcGIS Online. En general, todas las diferentes fases de la investigación pudieron ser desarrolladas gracias a la integración de la tecnología.

Algo tan sencillo, cercano e intuitivo como el ruido ha alcanzado resultados de aprendizaje en una gran variedad de aspectos, como las herramientas tecnológicas (sonómetro y GPS) y sus unidades de medida. El propio dispositivo móvil ha sido el vehículo para realizar esas medidas y desembocar en un *story map* colaborativo o SIG Web. Tras un trabajo autónomo de recogida de datos, cuya visualización ha sido motivante, han quedado cubiertos no sólo los cinco pilares principales del aprendizaje SMART, sino también la dimensión multidisciplinar integrada por diferentes áreas de conocimiento. Todas ellas son habilidades demandadas en la vida adulta, en la que además el tema del ruido en las ciudades es un problema creciente que el ciudadano debe conocer, mitigar y defenderse o adaptarse al mismo.

## 5. Difusión e impacto

El alumnado participante en el proyecto, junto a los docentes implicados, fueron los protagonistas de la jornada final del programa de Escuelas de I+D+i celebrada en el Palacio de Congresos de Mérida el día 29 de mayo de 2014. Este evento se desarrolló a modo de feria de la ciencia, en la que cada centro participante disponía de un stand, donde a lo largo de la mañana fueron presentando los resultados obtenidos a todos los interesados que se acercaban. Para difundir el mapa del ruido se expuso un póster explicativo con las diferentes fases de su elaboración y se utilizó un ordenador portátil conectado a Internet, para mostrar el resultado final.

La experiencia didáctica de incorporación de un SIG Web a la enseñanza en la educación secundaria a través de proyectos de investigación como este se presentó en diferentes eventos científicos y tecnológicos. Esto supuso una gran repercusión en el centro. En octubre de 2014, la experiencia fue seleccionada para ser presentada en el track de Educación de la Conferencia ESRI España, celebrada en Madrid. En mayo de 2014, fue presentado, junto a otros proyectos y actividades relativas a la enseñanza de la Geografía a través del uso de SIG Web, en las II Jornadas de Educación. TIC: Herramienta docente del siglo XXI celebrada en Azuaga (Badajoz) y organizada por el Centro de Profesores y Recursos de la localidad. Además, el proyecto fue mencionado como experiencia de éxito en la ponencia “Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de la geografía con una metodología activa” impartida durante el X Congreso Nacional de Didáctica de la Geografía celebrado en Córdoba y organizado por el Grupo de Didáctica de la Geografía de la Asociación Española de Geografía en noviembre de 2014. En julio de ese año, se expuso junto a otra experiencia didáctica, en la sesión de intercambio de experiencias docentes del VII Curso sobre la enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria” con la aportación “El trabajo en el aula con ArcGIS Online”. Este curso estaba organizado por la Asociación Española de Geografía en la Universidad Carlos III de Madrid. En octubre de 2015 el estudio sobre el ruido en la ciudad de Badajoz y la elaboración del mapa de ruido, junto a la experiencia del curso siguiente sobre las rutas de ejercicios físicos en parques de la ciudad, fueron recogidas y difundidas en el documento sobre el Estado del Arte y estudio de casos, del programa europeo *Lifelong Learning* (543221-LLP-1-2013-1-GR-KA3-KA3NW) *School on de Cloud* del que el IES San Roque formaba parte. Esto hizo que el proyecto se difundiera en ámbitos internacionales, obteniendo la versión que está disponible en *Slideshare* un total de 16.961 visitas<sup>13</sup>.

El proyecto se ha difundido en varios congresos (Buzo et al. 2015) y distintas revistas de impacto medio (Lázaro y Buzo, 2016, 2017 y De Lázaro, de Miguel y Buzo, 2017). Además de las conferencias y participación en los congresos citados, tras la finalización del proyecto, se ha presentado en numerosas charlas y cursos de formación para docentes impartidos: en Centros de Profesorado de la Comunidad

---

<sup>13</sup> Datos disponibles el día 21 de febrero de 2021.

Autónoma de Extremadura, en la formación inicial de futuros docentes del Máster de Formación del Profesorado de la Universidad Autónoma de Madrid (2015 y 2018) y en cursos de verano organizados por la UNED (2017 y 2018). En todos los casos, las presentaciones o documentos como el póster quedaban a disposición pública en Internet a través de una cuenta en *Slideshare* (<https://www.slideshare.net/isaacbuzo>), para hacer sostenible en el tiempo, la difusión de los proyectos.

El impacto de esta actividad en el centro fue prolongado en el tiempo, volviendo a participar en el curso siguiente (2014/15) en la nueva convocatoria del programa Escuelas de I+D+i. El nuevo proyecto, también multidisciplinar, mantenía en común con este proyecto la utilización de un SIG Web para el desarrollo de mapas dinámicos presentados a través de *story maps*. En esta ocasión se trataba del diseño de rutas con actividades físicas en espacios públicos de la ciudad, que quedarían cartografiadas, incluyendo ejemplos de las actividades a realizar en cada punto de interés de la ruta, en formato vídeos e imagen. El producto final, un *Story Map*, se presentó en una aplicación para teléfono móvil para que pudiera ser utilizada fácilmente. Con la experiencia adquirida el año anterior, se diseñó el proyecto de este curso y el alumnado consiguió el reconocimiento por su trabajo durante la jornada final del programa<sup>14</sup>.




Por otra parte, el trabajo fue difundido en diferentes eventos tanto regionales como nacionales, además de quedar las presentaciones a disposición pública en Internet (*Slideshare*). La prueba de su importancia y de su éxito es que entre todas las veces presentada suma un total de más de 29000 visitas en febrero 2021, aunque la mayoría de ellas se producen cercanas a la realización de la conferencia (Tabla 20).

El proyecto tuvo una doble evaluación externa, por una parte, una parte el Servicio de Programas Educativos y Atención a la Diversidad de la Consejería de Educación y Cultura, del que dependía el programa de Escuelas de I+D+i. Por otra parte, durante la jornada final del programa, en la que un jurado, tras visitar todos los expositores de los grupos participantes, seleccionaba los grupos galardonados en cada uno de los niveles educativos participantes. Aunque en esta primera convocatoria no se obtuvo ningún galardón en la jornada final, sí sirvió para animar a volver a presentar un nuevo proyecto multidisciplinar en la convocatoria siguiente, con una estructura similar con una base cartográfica digital, pero orientado al estudio del movimiento físico, con el diseño de rutas para actividades deportivas en espacios públicos de la ciudad de Badajoz.

---

<sup>14</sup> Noticia en la Gaceta Extremeña de la educación que recoge la el galardón recibido por el proyecto. <http://lagaceta.educarex.es/leer/alumnos-centros-educativos-participan-programa-destinado-inocular-espiritu-cientifico-aulas.html>

**Tabla 20.** Documentos compartidos en Slideshare y visitas obtenidas

Evento	Documento compartido en Slideshare	Visitas
<p>Póster elaborado para el evento final de presentación de los proyectos. Mérida (Badajoz)</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/proyecto-estudio-del-ruido-en-la-ciudad-de-badajoz">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/proyecto-estudio-del-ruido-en-la-ciudad-de-badajoz</a></p>	6.086
<p>Taller de ArcGIS Online dirigido a los alumnos del proyecto. Badajoz.</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/taller-de-arcgis-online">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/taller-de-arcgis-online</a></p>	1.728
<p>Presentación en la Conferencia ESRI 2014 (Madrid)</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/conferencia-esri2014">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/conferencia-esri2014</a></p>	1.456

<p>Presentación en las II Jornadas de Educación. TIC: Herramienta docente del Siglo XXI. Azuaga (Badajoz)</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/ensenar-y-aprender-geografa-en-la-nube-con-arcgis-online">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/ensenar-y-aprender-geografa-en-la-nube-con-arcgis-online</a></p>	<p>3.276</p>
<p>Ponencia en el X Congreso Nacional de Didáctica de la Geografía. Córdoba.</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/estrategias-didcticas-innovadoras-para-la-enseanza-de-la-geografa-con-una-metodologa-activa">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/estrategias-didcticas-innovadoras-para-la-enseanza-de-la-geografa-con-una-metodologa-activa</a></p>	<p>15.907</p>
<p>Experiencia didáctica en el VII Curso sobre la Enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria. Getafe (Madrid).</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-trabajo-en-el-aula-con-arcgis-online">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-trabajo-en-el-aula-con-arcgis-online</a></p>	<p>938</p>
	<p><b>TOTAL</b></p>	<p>29.391</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Slideshare*.

## 5.2.2. Proyectos Erasmus+ KA219. Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos

### 1. Descripción del proyecto

El IES San Roque de Badajoz, ha fijado como una de sus prioridades para la mejora de la enseñanza, el fomento de la internacionalización del centro en sus diferentes niveles educativos. Si bien los primeros proyectos Erasmus+ en los que se participó fueron dirigidos a la movilidad del alumnado de los Ciclos Formativos de Grado

Superior a través de diferentes proyectos KA103 de la Educación Superior, desde 2016, la orientación también ha sido hacia la educación escolar, solicitando diferentes proyectos correspondientes a las acciones clave tanto 1 como 2. Así, desde el curso 2016/17 hasta el actual 20/21, han sido financiados por la Comisión Europea los proyectos indicados en la Tabla 21. En todos los casos, el IES San Roque ha coordinado todos estos proyectos, convencido de la aportación en el aprendizaje que comportan.

**Tabla 21.** Proyectos Erasmus+ concedidos al IES San Roque desde 2016/17

		2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	2022/23
elnova: mejora del éxito escolar 2016-1-E S01-KA101-024637	KA101	X						
Consolidating the bilingual section 2018-1-E S01-KA101-049017	KA101			X				
Utilización de un SIGWEB para diseño de rutas en Espacios Naturales Protegidos europeos. 2016-1-E S01-KA219-025550	KA219	X	X					
El patrimonio hidrológico en mapas digitales 2018-1-E S01-KA229-050278	KA229			X	X	X		
Cartoteca biográfica de autores europeos 2020-1-E S01-KA201-082590	KA201					X	X	

Fuente: Elaboración propia

Todos ellos destacan por el uso de los Sistemas de Información Geográfica en la nube en algún momento del desarrollo del proyecto:

- elnova: mejora del éxito escolar (2016-1-ES01-KA101-024637)<sup>15</sup>. Proyecto que, entre otras actividades de movilidad formativas para docentes del centro (realización de cursos), incluía una movilidad de 5 días lectivos para impartir docencia en el Instituto Károlyi Mihály de Budapest (Hungría) para difundir el uso de los SIG Web en la enseñanza de la Geografía, para ello se utilizó el Atlas Digital Escolar. El proyecto fue declarado ejemplo de buenas prácticas por la Agencia Erasmus española SEPIE.
- Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en Espacios Naturales Protegidos europeos<sup>16</sup> (2016-1-ES01-KA219-025550). Proyecto coordinado por el IES San Roque de Badajoz y cuya finalidad era difundir entre el alumnado de los tres centros participantes (Instituto Károlyi Mihály de Budapest (Hungría), la Escola Secundária Quinta das Palmeiras de Covilhã (Portugal) y el IES San Roque de Badajoz (España) mediante el diseño de una ruta por un

<sup>15</sup><https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/projects/eplus-project-details/#project/2016-1-ES01-KA101-024637>

<sup>16</sup><https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/projects/eplus-project-details/#project/2016-1-ES01-KA219-025550>

espacio natural protegido de cada país utilizando ArcGIS Online y recogíendolas en una aplicación para el dispositivo móvil.

- c) El patrimonio hidrológico en mapas digitales<sup>17</sup> (2018-1-ES01-KA229-050278). Se dio un paso más con respecto al proyecto anterior, consolidándose los aprendizajes relativos a los SIG Web, pero añadiendo nuevas herramientas de información geográfica de las que componen el “ecosistema” de aplicaciones de ArcGIS Online, como *Survey123*, *Hub*, *Storymap*, etc. (Buzo, 2019). A los socios del anterior programa, que se consolidan en este, se les une el Gymnázium Park mládeže 5 de Košice (Eslovaquia). Siguiendo la metodología de *digital map storytelling*, se pretende contar historias relativas al agua en cada uno de los países participantes con las herramientas proporcionadas por ArcGIS Online.
- d) Cartoteca biográfica de autores europeos BIO-MAPS. Se trata de dar un paso más allá en la evolución de los proyectos Erasmus+ anteriores, incluyendo la elaboración de productos intelectuales que puedan ser difundidos en eventos multiplicadores y su alcance trascienda a los participantes en el proyecto. En este caso, además del núcleo consolidado de centros de educación secundaria procedente de los proyectos KA219 y KA229, se incluyen en el proyecto a tres universidades, una por cada país participante, (UNED de España, Eötvös Lorand Tudományegyetem de Hungría y el Instituto Politécnico Do Porto de Portugal), así como una asociación profesional geográfica europea, EUROGEO. La finalidad del proyecto es conjugar el aprendizaje de la geografía con otras materias del currículum, como la Literatura. Para lo que será necesario realizar un análisis curricular de esta materia en los tres países participantes. Se deberá demostrar que los *story maps* son una herramienta apropiada para el aprendizaje SMART de cualquier materia como la Literatura, para ello se van a elaborar una serie de *story maps* que recojan la biografía de al menos diez autores literarios por cada uno de los países.

## 2. Actividades del Proyecto

El proyecto “Utilización de un SIG Web para Diseño de Rutas en Espacios Naturales Protegidos Europeos” fue cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea, concedido en el año 2016 y con 24 meses de duración, finalizado en 2018. Corresponde a la acción clave 2, en concreto a la acción KA219, que consiste en asociaciones estratégicas sólo entre centros escolares, de cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas.

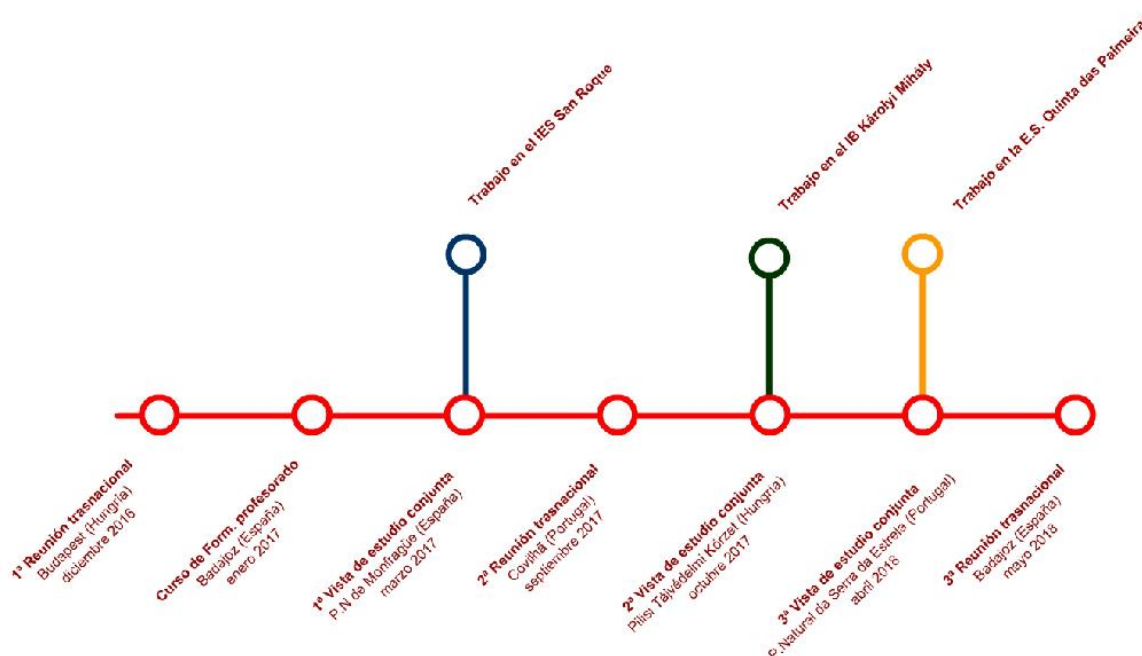
Los temas fijados para tratar en el proyecto fueron: las TIC, las Nuevas tecnologías y la competencia digital; las competencias básicas (incluidas matemáticas y alfabetización) y habilidades básicas; y la investigación e innovación. Todos ellos

<sup>17</sup><https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/projects/eplus-project-details/#project/2018-1-ES01-KA229-050278>

vinculados con el aprendizaje inteligente. En torno a estos tres temas giraron las actividades diseñadas en el proyecto.

Con este proyecto se comparten las experiencias didácticas previas con otros centros europeos, para lo cual se diseñó una colaboración plurianual que incluía una formación para los docentes implicados sobre el uso de los SIG Web en la enseñanza y en concreto de la plataforma ArcGIS Online de ESRI. A su vez, los docentes difundieron este aprendizaje entre su alumnado y lo aplicaron al diseño de un itinerario en un espacio protegido de su país. Todos los itinerarios creados fueron organizados en una App para dispositivos móviles que se puso de manera gratuita para todo aquel ciudadano que quisiera utilizarla en su recorrido. Para afianzar el conocimiento real del territorio, una vez elaborada la aplicación, los tres centros visitaron el espacio natural sobre el que se había trabajado al que acompañaron de un curso de corta duración. Para la organización de todo ello fueron necesarias tres reuniones transnacionales. Se adjunta el cronograma de las actividades del proyecto (Figura 28). De esta forma se aprende uniendo el mundo real y el virtual, que son elementos esenciales en el aprendizaje inteligente.

**Figura 28.** Cronograma del proyecto



Fuente: Buzo, 2017b. Presentación del curso de formación inicial Proyecto KA219 Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos.

**a) Reuniones transnacionales:** durante los dos años que duró el proyecto se realizaron tres reuniones transnacionales, una al inicio del proyecto, realizada en Budapest; otra intermedia al inicio del segundo año realizada en Covilhã; y la reunión final al acabar el segundo año que se celebró en Badajoz. En la primera reunión se

planificaron las actividades del proyecto y se detalló el cronograma, que permitiría avanzar en el *smart learning*. En la segunda reunión se elaboró conjuntamente el informe intermedio del proyecto. Y la última reunión sirvió para la presentación de resultados en un acto público y para la elaboración conjunta del informe final.

**b) Actividades conjuntas de formación de corta duración del personal:** al inicio del proyecto se realizó una actividad conjunta de formación de corta duración dirigida al profesorado implicado en el proyecto, en la que participaron los profesores de cada centro educativo (3 de Portugal, 2 de Hungría y 15 de España, que era el país anfitrión). El curso de cinco días de duración se celebró en el IES San Roque de Badajoz del 14 al 18 de enero de 2017. Esta formación iba dirigida a capacitar al profesorado en el funcionamiento de las dos plataformas que se utilizarán durante el proyecto: ArcGIS Online y Mobincube, y superar así las barreras tecnológicas que se pudieran presentar. El curso quedó estructurado en cinco sesiones (Figura 29). En cada una de las sesiones se trabajó con las plataformas ArcGIS Online y Mobincube, se elaboraron mapas y *story maps* y se realizaron prácticas. El segundo día del curso, se realizó un trabajo de campo en el Parque Nacional de Monfragüe para recabar los datos del itinerario a realizar.

**Figura 29.** Cronograma de contenidos trabajados en el curso



Fuente: Buzo, 2017b. Presentación del curso de formación inicial Proyecto KA219 Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos.

Al finalizar esta formación el profesorado participante adquirió las habilidades necesarias para cartografiar las rutas del espacio natural protegido seleccionado para el trabajo en su país y la elaboración de aplicaciones para dispositivos móviles.

Una vez formados, cada centro docente trabajó en el desarrollo de una cartografía con diversas capas de información y con la ruta a seguir por el espacio natural protegido de su país que hayan seleccionado utilizando la plataforma ArcGIS Online. Debían realizar diferentes *story maps* con la información cartográfica para incluirlas en la aplicación para dispositivos móviles que se diseñó a tal efecto. Para la

elaboración de esta parte del trabajo, de investigación y desarrollo del producto final, se siguió la metodología del aprendizaje geográfico por descubrimiento basado en SIG que se estructura en cinco fases: 1º) Realización de preguntas geográficas; 2º) Búsqueda de información para la resolución de las cuestiones; 3º) Organización de la información; 4º) Análisis de la información; 5º) Actuación en función del conocimiento adquirido. Siguiendo esta metodología, cada centro diseñó su propia ruta y la puso en práctica con la colaboración de los restantes centros durante sus respectivas visitas. Se trató de compartir los problemas encontrados y las fortalezas del aprendizaje SMART.

**c) Intercambios de corta duración de grupos de alumnos:** ya con los itinerarios elaborados por cada centro, se programaron tres visitas conjuntas con el alumnado.

A cada visita acudieron 15 estudiantes y 3 docentes de cada centro. Se realizó la ruta trabajada previamente por el centro anfitrión a través de la cartografía digital, utilizándose para ello la App diseñada para tal efecto. Estas jornadas de trabajo conjunto e intercambio tenían una duración de 7 días.

En el caso del intercambio de corta duración organizado en España, tuvo lugar entre el 23 y el 28 de marzo de 2017 en Badajoz. Fue el primero realizado durante el proyecto, ya que el IES San Roque era el centro coordinador y pretendía mostrar la línea de trabajo al resto de centros participantes. Durante este intercambio se visitó el Parque Nacional de Monfragüe, donde se puso en práctica la visualización de la ruta en la App diseñada.

Cada uno de los centros participantes seleccionó un Espacio Natural Protegido de su entorno sobre el que diseñar una ruta para cartografiar en la Plataforma de ESRI, ArcGIS Online. Los espacios seleccionados fueron:

- España en mayo de 2017. Parque Nacional de Monfragüe
- Portugal en octubre de 2017. Parque Natural Serra da Estrela
- Hungría en abril de 2018. Pilisi Táj Védelmi Körzetén

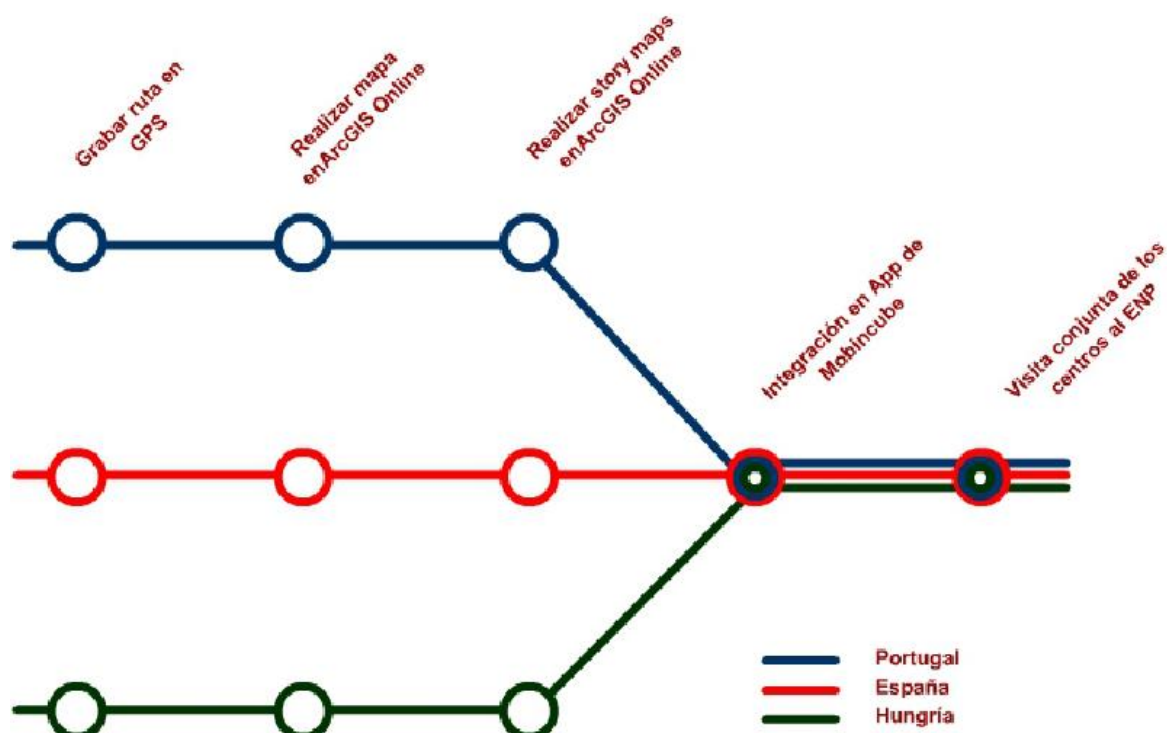
El mapa web elaborado por cada centro, se presentó utilizando uno o varios *story maps* con diferentes plantillas. Al final del trabajo individual en cada centro con su ruta, los *story maps* se agruparon en una App para dispositivos móviles que se creó al efecto, siendo este el resultado tangible del proyecto. La actividad concluyó con la visita conjunta a los espacios naturales trabajados, realizando la ruta que se había diseñado para ello (Figura 30).

Para la obtener el resultado final de diferentes *storymaps* integrados en la App conjunta del proyecto, cada centro siguió cuatro fases de trabajo como puede observarse en la Figura 30:

- a) Trabajo de Campo
- b) Trabajo de gabinete para ordenar la información y elaborar el mapa web;

- c) Elaboraron diferentes *story maps* sobre la ruta
- d) Integración del trabajo previo en una aplicación para dispositivos móviles inteligentes.

**Figura 30.** Estructura del trabajo llevado a cabo por cada centro



Fuente: Buzo, 2017b. Presentación del curso de formación inicial Proyecto KA219 Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en espacios naturales protegidos europeos

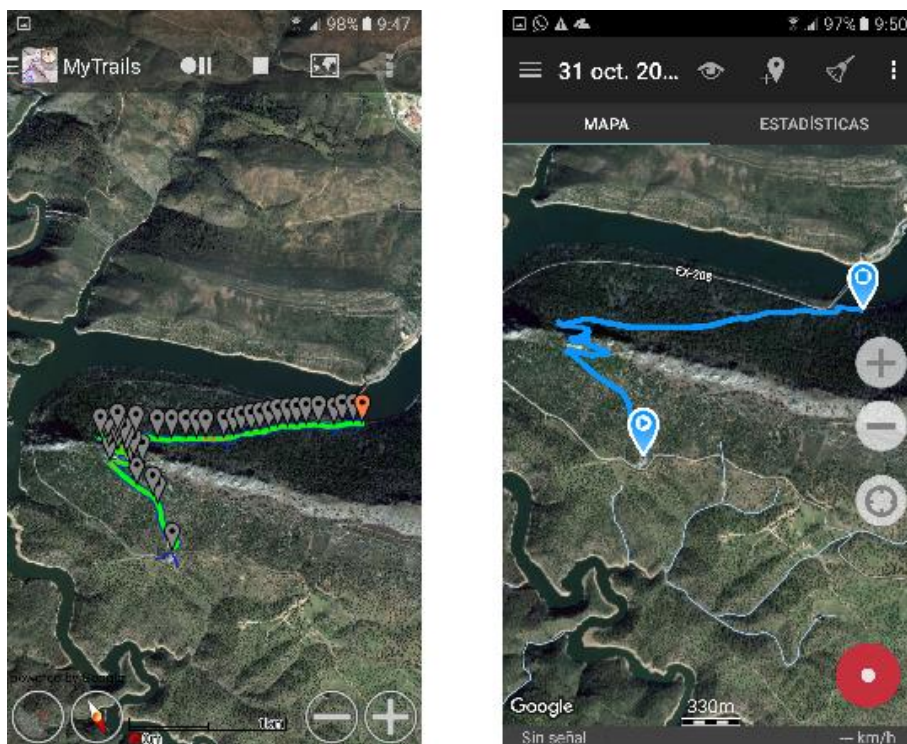
### Fase 1. Visita de campo

En la primera fase se realizaron varias visitas de campo al Parque Nacional de Monfragüe, una de ellas incluida en el curso de formación de docentes que se celebró al inicio del proyecto en el mes de enero de 2017. Además de los aparatos GPS de la marca ETREX de los que se disponía en el centro, se propusieron dos posibles aplicaciones de los dispositivos móviles para poder grabar la ruta en formato gpx. Estas fueron: Geo Tracker y MyTrails. El uso de estas aplicaciones facilitó mucho la labor de grabación y compartición de los datos (Figura 31).

Durante la visita de campo se seleccionaron once puntos de interés dentro de la ruta, identificando aquellos lugares en los que merece la pena pararse para realizar una explicación sobre alguna característica concreta de la ruta. Los mapas que se diseñaron incluían estos puntos con la información de interés necesaria sobre aspectos botánicos, faunísticos, geográficos, históricos, etc. Además, como actividad propia del trabajo de campo, con el fin de documentar los puntos de interés seleccionados, se tomaron varias fotografías de cada uno de ellos y se anotaron en


el cuaderno de campo sus coordenadas geográficas. Estos datos fueron de utilidad en las siguientes fases del trabajo para elaborar el mapa web y los *story maps*. En el caso del Parque Nacional de Monfragüe se seleccionaron los que aparecen en la Tabla 22.

**Figura 31.** Imágenes de la ruta en MyTrails (izquierda) y Geo Tracker (derecha)








Fuente: Elaboración propia.




**Tabla 22.** Puntos de interés en la ruta Solana-Umbría en el P.N. de Monfragüe

<i>Punto de interés</i>	<i>Imagen</i>	<i>Texto</i>
<p>1. Solana                      Lat: 39,822236                      Long: -6,047323</p>		<p>Monfragüe se declaró Parque Nacional en 2007 como ejemplo del ecosistema del Bosque Mediterráneo. Desde el año 1979 ya era Parque Natural, declaración que se obtuvo como defensa ante las numerosas amenazas transformadoras de su paisaje, sobre todo las repoblaciones de pinos y eucaliptos que estaban sustituyendo al encinar natural en laderas aterrazadas con maquinaria pesada con el objetivo de obtener materia prima para una, nunca construida, industria celulosa a localizar en la vecina Naval Moral de la Mata.</p> <p>La vegetación original de Monfragüe corresponde al bosque Mediterráneo, aunque la orientación con respecto al sol de la Sierra de las Corchuelas, sierra que constituye la espina dorsal del Parque Nacional, matiza los tipos concretos de especies vegetales que encontramos en ambas laderas.</p> <p>La solana, recibe más horas de sol, por lo que sus temperaturas son más</p>

		<p>elevadas, sobre todo en verano, por lo que vamos a encontrar espacios más abiertos y con vegetación adaptada a la sequía y las altas temperaturas. Se trata de vegetación más escasa que en la ladera de umbría, con hojas estrechas, gruesas y duras, así como de colores claros, para reflejar los rayos del sol y evitar la pérdida de agua por la evapotranspiración y la desecación. Al haber poca humedad en el ambiente, sus raíces son largas para poder obtener el agua necesaria a gran profundidad. Fundamentalmente encontraremos encinas, acompañadas de acebuches, piruétanos, olivilla, retamas, escobas, cantuesos, jaras y aulagas.</p>
<p>2. Almez                  Lat: 39,827414                  Long: -6,052072</p>		<p>El almez es un árbol de hoja caduca que puede alcanzar entre 20 y 25 metros de altura. Presenta floración entre abril y mayo, madurando sus frutos a finales del verano. Puede vivir hasta 5 o 6 siglos. Es un árbol que se utiliza como ornamental por su gran belleza. Existe otro ejemplar, el "Almez del Lugar Nuevo", declarado por sus características "árbol singular", junto al núcleo de Villareal de San Carlos, en el denominado Huerto del Ojaranzo.</p>
<p>3. Arte rupestre                  Lat: 39,827576                  Long: -6,051922</p>		<p>Los abrigos rocosos de las sierras de Monfragüe esconden numerosas pinturas rupestres. Es destacable la Cueva del Castillo, situada en la subida al Castillo por la ladera de la Solana. En ella encontramos pintura del Epipaleolítico, Neolítico y los diferentes periodos de la Edad de los Metales (Cobre, Bronce e Hierro). Se trata de figuras humanas y animales, así como signos abstractos, alineaciones, barras, y puntos. Son de trazo lineal y de pequeño tamaño, dibujados con pinceles o con la yema de los dedos y utilizaban sobre todo los pigmentos rojos, aunque también aparecen negro y blancos.</p>

<p>4. Castillo                  Lat: 39,828003                  Long: -6,051088</p>		<p>El castillo está construido a 465 metros de altitud, sobre el crestón cuarcítico que sobresale en lo alto de la Sierra de las Corchuelas. Se han encontrado restos prerromanos y romanos que nos invitan a pensar que ya estuviera ocupado el cerro antes de la llegada de los musulmanes, quienes en el siglo IX construyen una fortificación de vigilancia y defensa con cinco torres y dos perímetros de muralla. Tras la reconquista por las órdenes militares para el rey Alfonso VIII a finales del siglo XII, se realizaron numerosas restauraciones que han determinado los restos que nos han llegado hasta hoy, fundamentalmente la torre redonda, construida por la Orden de Montegaudio entre 1180 y 1196 y la torre pentagonal del siglo XV. El castillo pudo permanecer habitado hasta la Guerra de la Independencia, a inicio del siglo XIX en la que sufrió importantes destrozos. Hasta ese momento se utilizaba para controlar el paso por el Puente del Cardenal construido en el siglo XV, único puente junto al romano de Alcántara, aguas arribas, que permitía el paso del Tajo, muy utilizado por los pastores trashumantes.</p>
<p>5. Vistas solana-                  umbría                  Lat: 39,828095                  Long: -6,05134</p>		<p>Desde lo alto de la torre del castillo podemos observar las dos laderas de la Sierra de las Corchuelas, e identificar por la frondosidad de la vegetación, la ladera de solana, más densa, y la de umbría.</p> <p>La presencia humana en estas tierras, se reconocen el paisaje a través de diferentes actuaciones que han modificado su estado original. Más allá de construcciones como la del propio castillo, puentes, y carreteras, o núcleos de población, la mano humana se encuentra detrás de importantes elementos paisajísticos que hoy nos parecen naturales, pero que no siempre fueron así.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El aprovechamiento integral del bosque mediterráneo, que mezclaba los usos ganaderos, con los agrícolas y forestales, dio lugar a las dehesas que podemos observar al fondo, en los que el bosque original mediterráneo fue ahuecado para obtener espacios para pastos y cultivos.</li> <li>- La presencia abundante del agua en el Parque Nacional se debe a la confluencia de los ríos Tajo y su afluente por la derecha Tiétar. Sin embargo, no es del todo natural, pues la regularización del Tajo con la construcción de numerosos embalses a lo largo de su cauce, permiten la presencia de agua durante todo el año. A esta zona le afecta la cola de la presa de Alcántara y sobre todo los embalses de Torrejón, uno sobre cada río.</li> <li>- La introducción de especies foráneas como el pino y el eucalipto realizada durante los años 70 del siglo pasado transformó extensas zonas de bosque mediterráneo, sustituyendo las especies</li> </ul>

		<p>autóctonas y aterrazando laderas sobre las que se asentaban. Actuaciones posteriores intentan recuperar estos espacios reforestando con especies propias de la zona, siendo posible identificar aun amplias áreas reforestadas.</p>
<p>6. Humedad de la umbría Lat: 39,828303 Long: -6,051308</p>		<p>Lo primero que sentimos al cruzar el arco del castillo en dirección al río es el cambio de temperatura y la sensación de mayor humedad. La luz se hace más tenue, tanto por la orientación de la ladera con respecto al sol, como por el espesor de su vegetación, que impide la penetración de la luz hacia el interior del bosque. Este cambio de temperatura, condiciones de humedad e iluminación, permite la existencia de un bosque más frondoso y espeso que en la ladera de solana.</p> <p>Es especialmente significativa la aparición de musgo y helechos, vinculados a la mayor humedad existente.</p> <p>La presencia de líquenes, como bioindicador, nos señala la calidad del aire de este bosque.</p>
<p>7. Geología Lat: 39,828686 Long: -6,051702</p>		<p>Monfragüe es la continuación hacia el norte de los relieves apalachenses que conforman las Villuercas. Estos son el resultado de la evolución de antiguas cadenas montañosas elevadas durante la orogenia Herciniana y que la erosión aplanó, cubriendo los sedimentos partes de sus pliegues. Los posteriores movimientos tectónicos Alpinos, fracturan y elevan de nuevo parte de estos relieves ocultos y la erosión se reactiva sobre ellos desenterrando antiguos sinclinales y anticlinales.</p> <p>Los materiales que conforman estas estructuras son silíceos, alternando pizarras, más frágiles, con cuarcitas y areniscas, más resistentes, por lo que estas forman los crestones de las sierras, mientras que las primeras se encuentran en las zonas bajas, excavadas por los ríos.</p>
<p>8. Fauna Lat: 39,828948 Long: -6,052789</p>		<p>Monfragüe protege entre sus límites a algunas de las especies más amenazadas de la fauna ibérica, siendo las aves, en especial las rapaces, los animales más observados en el parque. Entre estas pueden verse sobrevolando nuestras cabezas o posados sobre los riscos y copas de los árboles a los buitres negros y leonados, al águila imperial ibérica, a las águilas reales y perdiceras, al alimoche, a los halcones peregrinos o a los búhos reales. Por las umbrías además se dejan ver azores, gavilanes, milaneros negros, águilas calzadas y culebreras. Las zonas de dehesa son habitadas por milaneros reales, elanios azules, cárabos o mochuelos.</p> <p>Otra figura representativa de Monfragüe es la cigüeña negra que es más esquiva que la cigüeña blanca y tiene sus nidos de cría en los roquedos</p>

		<p>alejados de la presencia humana, como en el Salto del Gitano. Distintas especies de garzas, patos y aves más pequeñas completan el catálogo de aves presentes en el parque.</p> <p>Los mamíferos de mayor tamaño y que son fáciles de observar si se transita por los caminos en silencio son ciervos y jabalíes. También podríamos encontrar zorros, tejones, garduñas y ginetas.</p> <p>Junto a los arroyos y ríos podemos ver a la nutria.</p>
<p>9. Vegetación umbría Lat: 39,828942 Long: -6,042883</p>		<p>Debido a la orientación de la sierra, la ladera de umbría, con mayor humedad y temperaturas más suaves, mantiene de mejor manera que en otros lugares, el bosque mediterráneo primitivo, más espeso y frondoso, por el que los romanos le dieron el nombre de "Mons Fragorun" (Monte Fragoso). Al ser una zona con menos horas de sol, las plantas presentan mayor número de hojas, y se caracterizan por tener hojas más grandes, así como una forma aplanada y color oscuro, todo ello para captar y absorber más luz.</p> <p>El estrato arbóreo está ocupado fundamentalmente por alcornocques, quejigos, arces de Montpellier y cornicabra. El estrato arbustivo o sotobosque, está formado por matorrales de gran altura y frondosidad, de madroños, durillos, brezos y mirtos.</p>
<p>10. Pedreras Lat: 39,829182 Long: -6,041145</p>		<p>Acumulación de fragmentos de rocas estabilizados en las laderas de las sierras cuyo origen se encuentra en la fractura por crioclastia (cambios de temperaturas) o gelifracción (acción del hielo) de los estratos rocosos más duros localizados en las crestas de las sierras. La meteorización que ha dado lugar a las pedreras no se corresponde con los climas actuales, sino que se trata de una herencia geológica de tiempos más fríos.</p>
<p>11. Río Tajo Lat: 39,829714 Long: -6,034868</p>		<p>Monfragüe se sitúa en la confluencia de los ríos Tajo y su afluente por la derecha Tiétar, existiendo numerosos arroyos que, hasta la construcción de los embalses de Alcántara y Torrejón a mediados del siglo XX, definían un ecosistema propio de ribera formado por bosques de galería. Hoy en día este ecosistema de ribera, queda relegado a los arroyos que permanecen sin embalsar y se compone fundamentalmente en su estrato arbóreo de alisos, sauces, y fresnos. Se trata de especies caducifolias, que sobreviven junto a los ríos a pesar del rigor del clima mediterráneo, sobre todo en verano, debido a la humedad que estos aportan al suelo junto a sus</p>

		<p>riberas.</p> <p>La actividad humana ha generado nuevos humedales por la acumulación de agua en charcas (para dar de beber el ganado) y los grandes embalses en los dos ríos principales que inundaron la vegetación de ribera original. Estos espacios húmedos, con aguas remansadas, han favorecido la presencia de especies como la nutria, la cigüeña negra, el martín pescador, las garzas reales e imperiales, así como otras aves en su invernada. También son numerosos los anfibios.</p> <p>El Puente del Cardenal, mandado construir por Juan de Carvajal, obispo de Plasencia en 1446, es uno de los pocos pasos existentes para cruzar el Tajo por Extremadura, por lo que era usado por todo viajero que atraviesa estas tierras. Siendo la Trashumancia una de las actividades económicas principales de la época, los mayores usuarios era la ganadería trashumante en busca de pastos estacionales siguiendo distintas vías pecuarias, aún hoy en día señaladas.</p>
--	--	--

Fuente: Elaboración propia

## Fase 2. Elaboración del *Web Map*

Tras la recogida de información en el campo, se organizó el trabajo de gabinete para la elaboración de un mapa web con la ruta diseñada y realizada en el campo utilizando la plataforma ArcGIS Online. Para ello se siguieron los siguientes pasos:

- a) Organización de la información: se exportó la ruta de GPS grabada durante el trabajo de campo con las aplicaciones My Trails o GeoTracker, a formato gpx. También se comparten las fotografías en un repositorio en la nube, en nuestro caso se utilizó Google Photos.
- b) Limpieza del archivo gpx para evitar los movimientos propios de un paseo, con movimientos hacia adelante y hacia atrás que difuminan la ruta sobre el mapa. El archivo gpx se subió a ArcGIS Online y con la herramienta “notas de mapa” se dibujó una nueva capa con una línea que seguía el camino marcado en el archivo gpx, obviando los movimientos extraños. El resultado es la base de nuestro mapa web.
- c) Elaboración de la capa de información del mapa web a través de una hoja de cálculo guardada como archivo CSV (Figura 32). Contiene la información básica de los puntos de interés, que constituyen cada fila, y en cada columna

se fueron anotando la descripción, la URL de las imágenes, la latitud y la longitud en grados decimales. El archivo CSV se cargó en el mapa previamente creado con la ruta, para así asociar su contenido con los puntos de interés.

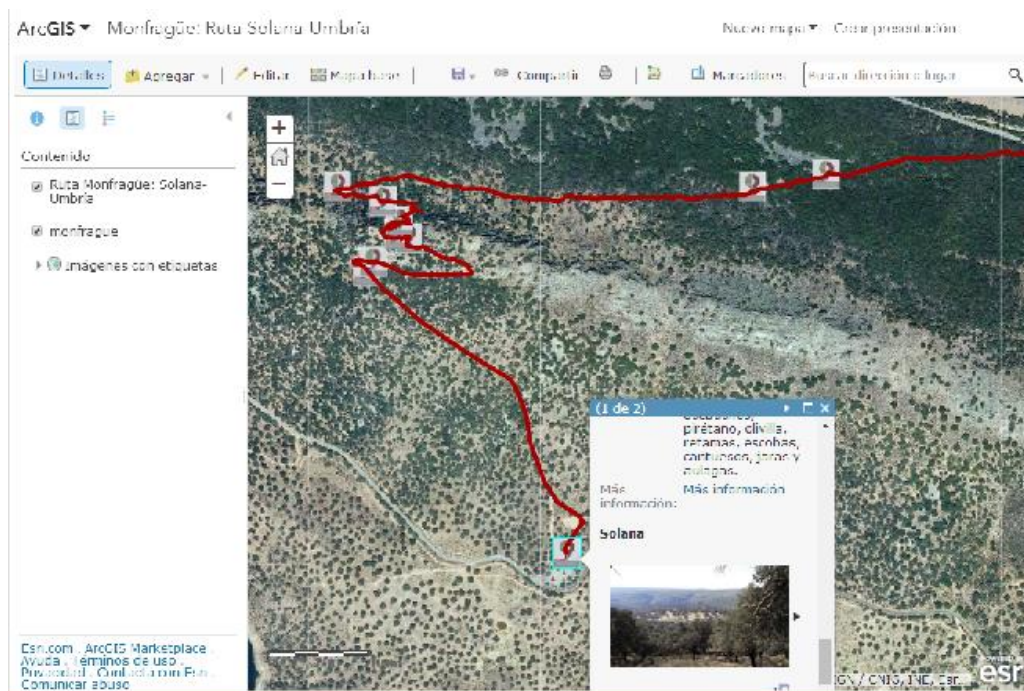
**Figura 32.** Hoja de cálculo con la información de cada punto de interés

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Parada Nº	Nombre	Latitud	Longitud	Explicación	URL Imagen 1	URL Imagen 2	URL Imagen 3	URL enlace
2					Monfragüe se declaró Parque Nacional en 1989. La vegetación original de Monfragüe corresponde a la solana, recibe más horas de sol por lo que...	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="http://www.monfrague.es">http://www.monfrague.es</a>
3	2	Almez	39,827414	-6,052072	El almez es un árbol de hoja caduca que produce frutos que se utilizan para la elaboración de un licor.	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="http://www.monfrague.es">http://www.monfrague.es</a>
4	3	Arte rupestre	39,827576	-6,051922	Los abrigos rocosos de la sierra de Monfragüe son un conjunto de cuevas y abrigos que contienen pinturas rupestres.	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="http://www.monfrague.es">http://www.monfrague.es</a>
5	4	Castillo	39,828003	-6,051088	El castillo está construido a 465 metros de altura y desde lo alto de la torre del castillo podemos ver una gran parte del parque nacional.	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="http://www.monfrague.es">http://www.monfrague.es</a>
6	5	Vistas Solana	39,828095	-6,05134	Desde lo alto de la torre del castillo podemos ver una gran parte del parque nacional. La presencia humana en estas tierras, desde el Neolítico hasta el presente, ha dejado una gran huella.	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="http://www.monfrague.es">http://www.monfrague.es</a>
7	6	Humedad de	39,828303	-6,051308	Es especialmente significativa la aparición de líquenes, como el biológico, que son organismos que viven en simbiosis.	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://www.monfrague.es">https://www.monfrague.es</a>
8	7	Geología	39,828686	-6,051702	Monfragüe es la continuación hacia el norte de la sierra de Guadalupe. Los materiales que conforman estas sierras son de origen volcánico.	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="https://lh3.googleusercontent.com/...">https://lh3.googleusercontent.com/...</a>	<a href="http://extremaduraturismo.es">http://extremaduraturismo.es</a>

Fuente: Elaboración propia

d) Configuración de los puntos de interés y las ventanas emergentes (Figura 33). Se definieron el tamaño, el color, la forma y el orden que se consideró más oportuno, en función de la estética que se pretendía dar al mapa. La creación de ventanas emergentes permite a cualquier usuario acceder al mapa para consultar la información de cada punto de interés, solamente pulsando sobre el mismo.

**Figura 33.** Mapa web de la ruta planificada para el P.N. de Monfragüe



Fuente: Elaboración propia.

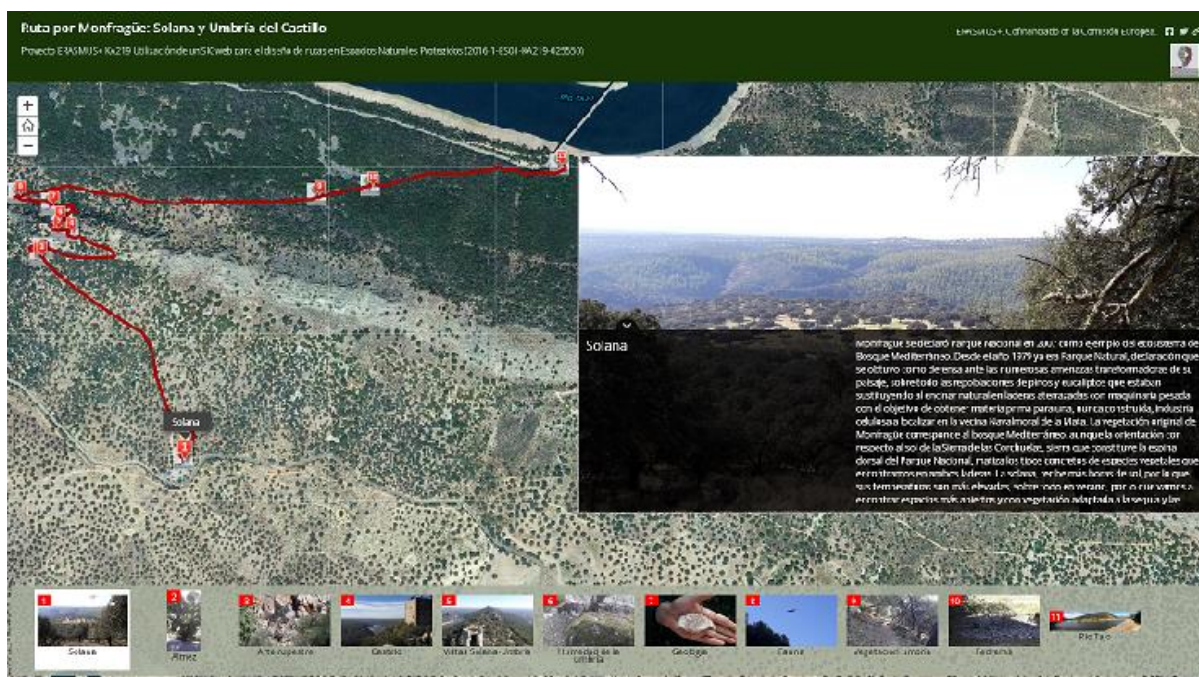
e) Configuración de la privacidad del mapa. Se le dio carácter público, para que todos los usuarios pudieran consultarlo, y además se pudieran crear aplicaciones webs o *story maps*, también públicas, para hacer más accesible y visual, la información gráfica y el texto.

### Fase 3. Elaboración de *story maps*.

El Web map elaborado hasta este momento, sirvió de base para crear los tres *story maps* que sobre la ruta de Monfragüe se añadieron a la app del proyecto como aportación del IES San Roque. Se diseñaron las siguientes aplicaciones web o *story maps*:

- a) Map Tour (Figura 34). La utilidad de esta tipología de aplicación web está en la forma de presentar la información mediante una narración secuencial basada en lugares, con información como imágenes, textos, o enlaces. La ruta aparece sobre un mapa base o imagen satélite de fondo, sobre la que van apareciendo las imágenes de los puntos de interés que se vayan seleccionando con su explicación. Además, la interfaz para dispositivos móviles del Map Tour permite acceder a esta información adaptada al tamaño de los *smartphones* y tabletas.

**Figura 34.** Tour Map con la ruta de Monfragüe



Fuente: Elaboración propia

- b) Perfil de elevación (Figura 35). Aplicación web que muestra el perfil topográfico de la ruta, de tal manera que el usuario puede conocer su dificultad con antelación, tanto en distancia como en elevación.

**Figura 35.** Perfil de elevación de la ruta de Monfragüe



Fuente: Elaboración propia

- c) *Story map Swipe and Spyglass*, o comparaciones de imágenes (Figura 36). Aplicación web en el que se comparan las imágenes procedentes de satélites actuales con imágenes procedentes del conocido como vuelo americano

(1956/57). El usuario puede comparar los paisajes actuales con los del siglo pasado, extrayendo sus propias conclusiones sobre de la evolución del paisaje y la influencia humana en la transformación.

**Figura 36.** Story map Spyglass de la ruta de Monfragüe



Fuente: Elaboración propia

Fase 4. Integración en una App para dispositivos móviles.

**Figura 37.** Diferentes pantallas de la aplicación para dispositivos móviles



Fuente: Elaboración propia

Para integrar los trabajos de los tres centros, se diseñó una aplicación para dispositivos móviles inteligentes utilizando la plataforma Mobincube (Figura 37), que permite un diseño fácil sin necesidad de conocimientos de programación. Esta aplicación se puede descargar gratuitamente desde la propia aplicación <<http://mobincube.mobi/HWMME6>>.

### 3. Grado de consecución de los objetivos

El profesorado participante quedó satisfecho con la experiencia de este primer proyecto, y se ofreció a seguir trabajando en esta línea. Tras este primer proyecto, los centros socios han colaborado en otros proyectos en la misma línea de utilización didáctica de los SIG (Anexo III), como quedó recogido anteriormente.

Los objetivos planteados por el proyecto se logran alcanzar, como queda constancia en la evaluación externa realizada al informe final, que fue evaluado por la Agencia Nacional Erasmus española (SEPIE), que dio una valoración cualitativa de “Muy bien”, lo que equivale a una puntuación total de 77 puntos, desagregados por apartados según aparecen en la Tabla 23.

**Tabla 23.** Valoración del informe final del proyecto

Relevancia	Calidad de la implementación	Calidad del equipo de trabajo y cooperación	Impacto y difusión	Total
15/20	18/25	12/15	32/40	77/100

Fuente: Anexo I de la Carta de cierre definitiva del Convenio de Subvención 2016-1-ES01-KA219-025550\_1

La motivación observada en los estudiantes que han participado, no solamente en el proyecto descrito, sino en los distintos proyectos Erasmus+, ha animado a seguir solicitando nuevos proyectos en cada convocatoria, llegando en 2020 al tercer proyecto de la acción clave 2 concedido. Todos ellos tienen como finalidad unos objetivos de aprendizaje muy similares, relativos al uso educativo de los SIG Web en diferentes contextos.

### 4. El aprendizaje SMART adquirido

Las actividades desarrolladas cumplen con las condiciones para ser consideradas como actividades SMART o inteligentes tal como se describe en el marco teórico de esta Tesis. El alumnado, no solo el procedente del IES San Roque, sino el del resto de centros participantes en el proyecto, han aprendido Geografía, de manera extracurricular, siguiendo un método SMART.

En las actividades se ha aplicado de manera práctica las Tecnologías de la Información Geográfica, tanto para la recopilación de datos geográficos (las rutas grabadas utilizando dispositivos de GPS), como para exponer el trabajo realizado a

través de cartografía digital. El estudiante es el protagonista de su aprendizaje geográfico, quien graba con su dispositivo móvil o con un dispositivo GPS, la ruta en el campo y realiza las fotografías para luego elaborar los *webmaps* y *los story maps* de la ruta para integrarlos posteriormente en la App.

El trabajo de campo se complementa con un trabajo de gabinete, con la búsqueda de información y la elaboración de la cartografía con la ruta y la selección de los puntos de interés, y finalmente con la integración en una aplicación para teléfono móvil que puede ser utilizada por otros estudiantes y usuarios cuando visiten la ruta propuesta.

**S (Self-directed) Autodirigido y centrado en el estudiante:** el trabajo propuesto es eminentemente práctico, y combina las visitas de campo, con la investigación sobre los puntos de interés seleccionados y la elaboración de cartografía digital mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica en la nube (SIG Web). Se ofrece al alumnado unas instrucciones claras que deben seguir de forma autónoma con la orientación del profesor, tanto en el trabajo de campo como en la elaboración de los mapas. La atención al estudiante ha sido personalizada, tanto en los desplazamientos realizados, como en el seguimiento del trabajo autónomo desarrollado.

**M (Motivated) Motivante:** el trabajo realizado es extracurricular y voluntario, siguiendo una metodología activa, lo que ha motivado al estudiante. Se trata de un aprendizaje experiencial, donde el estudiante deja de ser un actor secundario en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, supone un plus de motivación para ellos el poder mostrar su trabajo al resto de alumnos de centros de otros países durante la visita al Parque. Los estudiantes participantes tendrán la oportunidad de viajar a conocer el trabajo realizado con la misma metodología en otros centros, con lo que su esfuerzo si cabe es mayor, y también la recompensa que reciben de ampliar sus conocimientos de una forma divertida y entre iguales.

**A (Adaptive) Adaptado a la realidad de cada estudiante:** la autonomía de la que gozan supone que la profundización en el trabajo a realizar puede ser también diferente. El trabajo que el estudiante realiza es proporcional al aprendizaje que adquiere. Además, la experiencia obtenida durante este proyecto incentivó que en los proyectos Erasmus+ siguientes el IES San Roque integrara a su alumnado TEA. Lo que se realiza mediante la inclusión de un alumno o alumna del Aula Específica TEA en cada una de las movilidades al exterior.

**R (Resource enriched) Enriquecido con recursos educativos:** la cartografía elaborada está enriquecida con diferentes recursos, como imágenes o textos, además de ventanas emergentes con información, para que el usuario de la aplicación final, pueda seguir la ruta y obtener información sobre los puntos de interés de cada una de ellas. Algunos de los mapas elaborados, además de las imágenes del PNOA ofrecidas por el IGN, incluyen imágenes aéreas antiguas (vuelo americano de 1956/57) para poder observar la evolución del paisaje desde entonces hasta la

actualidad. Así, la experiencia SMART en el marco del Erasmus ha ofrecido una oportunidad a los estudiantes para utilizar todas esas fuentes de información, que podrán trasponer a otros campos de la vida cotidiana y de su futuro profesional, impulsando así el aprendizaje para toda la vida.

**T (*Technology embedded*):** todo el proyecto se basa en la Tecnología integrada. Tanto en la manera de recabar datos como la grabación de la ruta en GPS y su exportación en formato gpx, la toma de datos en campo con fotografías en los puntos de interés, la búsqueda de información en la red sobre estos puntos de interés, como en la elaboración de la cartografía digital y su exposición pública hacia el exterior, mediante la utilización de los SIG en la nube y los *story maps*, que se alimentan de la información recogida empleando la tecnología de una forma naturalmente integrada, o el diseño de la app que recoge la cartografía elaborada por todos los centros participantes.

Las salidas al campo son un elemento esencial en geografía, y en esta actividad los estudiantes aprendieron a integrar distintas herramientas de recogida de datos en el campo (GPS), y llevarlas después a un mapa Web o SIG Web, que da título al proyecto. El diseño de una app y la realización de fotografías, así como la búsqueda de información, etc. acaban generando recursos educativos de gran interés, como imágenes, rutas en gpx, textos, enlaces a internet, etc, integrando las tecnologías de una forma natural. De esta forma el estudiante se motiva al ver enriquecidos, los dos productos finales del proyecto: los distintos story maps de cada espacio natural, y la aplicación para dispositivos móviles que incluye los mapas de cada uno de los espacios naturales visitados. Por otra parte, la dinámica de estos proyectos, en los que el alumnado visita otros países y los conocen de primera mano, fomenta la motivación. Se aprende que la tecnología no solo se aplica en el aula, sino que se puede, y debe, aplicarse también en otros entornos.

## 5. Difusión e Impacto

La difusión del proyecto se realizó mediante diferentes vías, en función del público objetivo al que se dirigía, teniendo una proyección a distintas escalas.

- Ciudadanía general:

- a) Publicación en prensa local y regional de noticias derivadas de los diferentes eventos y moviidades generadas por el proyecto. Entre otros destacan distintas noticias en el diario HOY de Extremadura, entrevista al coordinador en la Cadena COPE de Badajoz, y distintas publicaciones en la Gaceta Extremeña de la Educación.
- b) Difusión de las actividades del Proyecto a través de la página de Facebook del proyecto, de las páginas oficiales de Facebook de los diferentes institutos participantes y de las redes sociales privadas de los participantes en el

proyecto, tanto profesorado como alumnado. El impacto de estas iniciativas es mayor.

- c) Difusión en la web de los tres centros y en la propia del proyecto. Como las redes sociales el impacto es mayor.
- d) Jornada de Presentación de Resultados del Proyecto Erasmus+ celebrado durante la tercera reunión transnacional en el Centro de Profesorado y de Recursos de Badajoz el día 29 de mayo de 2018.

- Profesorado y centros en general:

- a) Se ha llegado a ellos principalmente a través de la publicación en prensa especializada de educación (La Gaceta Extremeña de la Educación) y a través de las jornadas y cursos celebrados en el Centro de Profesorado y de Recursos de Badajoz.
- b) Participación en el proyecto de innovación y mejora de la calidad docente de la UCM, Aplicación de las tecnologías de la información geográfica en el diseño de itinerarios para la educación en paisaje en el ámbito de los Parques Nacionales Españoles<sup>18</sup>. PIMCD 52/2016. (Coordina D. José Manuel Crespo Castellanos), lo que se recoge en la publicación de Crespo et al., (2019).

- Ponencias y participación en congresos

- a) Ponencia "Experiencias de base geográficas en Erasmus+ en el sector escolar" en el X Curso sobre la enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria. Asociación de Geógrafos Españoles y Universidad Carlos III de Madrid (Getafe 6 Julio 2017) a la que acudieron 33 docentes de Geografía de Educación Secundaria de España, procedentes de toda España.
- b) Participación en la sesión de intercambio de experiencias educativas en el XI Curso sobre la enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria organizado por la Asociación de Geógrafos Españoles y Universidad Carlos III de Madrid (Getafe 5 Julio 2018) a la que asistieron 20 docentes de Geografía de Educación Secundaria de España. Se expuso la experiencia: "Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en Espacios Naturales Protegidos".
- c) Participación en la Feria de difusión Erasmus+ celebrada en el Centro de Profesores y Recursos de Badajoz a la que asistieron profesorado del propio ámbito del CPR de Badajoz, así como público en general y profesorado de otros países de la UE que coincidían en una reunión en Badajoz.
- d) Difusión de las actividades geográficas organizadas en el proyecto a través de las redes sociales propias del proyecto: Página de Facebook "SIG Web para el diseño de rutas por ENP europeos" <<https://www.facebook.com/SIGwebENP>>, con 162 seguidores y 150 "me gusta" en la página (3 marzo 2021), llegando algunas de las entradas a superar los 1100 impactos. Además, se difundieron las actividades en otras páginas y grupos de Geografía, en concreto la página

---

<sup>18</sup> <http://atlas-escolar.maps.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=d1616c083c39462a9729768a5389e64f%20>

de "Recursos de Ciencias Sociales, Geografía e Historia" (cuenta con 3763 seguidores, muchos de ellos provenientes de América Latina) y el Grupo de Facebook "Geografía" (cuenta con 21775 miembros, cuyo perfil son profesores de Geografía de todos los niveles, muchos de los cuales son procedentes de América Latina).

- e) Participación en el 7º Congreso Nacional Forestal en una mesa redonda en la que se citó nuestro proyecto como ejemplo de práctica innovadora para la enseñanza del sector forestal. Asistieron alrededor de 30 personas en la sala de la mesa redonda y había inscritos unos 700 congresistas.
- f) Participación en el VIII Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía, celebrado en Lisboa del 12 al 14 de octubre de 2017. Comunicación: "Proyecto Erasmus+ del sector escolar: Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en Espacios Naturales Protegidos Europeos". El texto quedó publicado en el libro de actas del congreso, que está a disposición de todos los usuarios libre y gratuitamente en Internet.
- g) Curso para docentes del ámbito del CPR de Badajoz impartido por el coordinador del proyecto "El pensamiento espacial a través de los Sistemas de Información Geográfica en la nube" (22 de noviembre a 4 de diciembre de 2017), en la que se refirió a las técnicas empleadas durante el proyecto Erasmus+.

- Futuros profesores de Geografía:

- a) Máster de Formación del Profesorado de la Universidad Autónoma de Madrid mediante la sesión "Tecnologías aplicadas a la enseñanza/aprendizaje de la Geografía en Educación Secundaria", en la que se refirió a la participación en los programas europeos.

Además, el proyecto se ha extendido entre otros centros educativos de enseñanza primaria y secundaria a través de las distintas reuniones que los equipos directivos del centro han mantenido con ellos. Por otra parte, la comunicación informal entre centros ha difundido el proyecto de tal manera que en estos años han llegado propuestas de otros centros de distintos países, para realizar nuevos proyectos Erasmus+ afines, así como otros relativos a los intercambios escolares (Acción Clave 1).






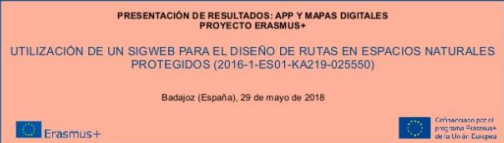
En lo que se refiere a los impactos en el IES San Roque, se ha conseguido involucrar a su profesorado en el proceso de internacionalización del centro, generando sinergias positivas que favorecieron la solicitud de nuevos proyectos para los años siguientes y la participación en reuniones TCA (Actividades de Cooperación Transnacional) para la búsqueda de nuevos socios europeos. Estos movimientos entre el profesorado han generado cambios de mentalidad y favorecido la aprobación por el Claustro de profesores de una Sección Bilingüe en inglés, cuestión ya planteada anteriormente pero que nunca antes tuvo el respaldo del Claustro. Dicha sección






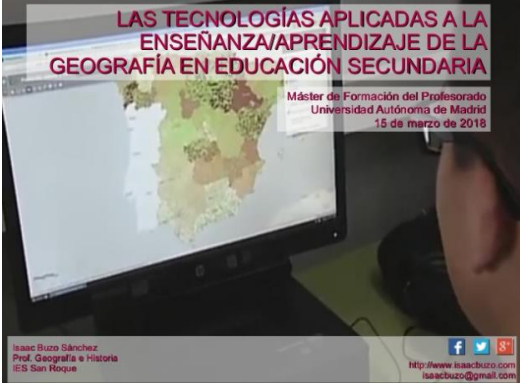

bilingüe comenzó durante el curso 2017/18 y generó un gran impacto positivo en la institución.

En cuanto al impacto sobre el alumnado y las familias también ha sido importante, pues, siendo un centro periférico en la ciudad, se han conseguido oportunidades de internacionalización impensables en otros momentos. Las familias han recibido estudiantes de otros países y aumentado la conciencia europea, favoreciendo el interés por las lenguas extranjeras y la cultura de otros países, y reforzando los lazos de amistad entre los jóvenes participantes.

Se cuantifica el impacto de algunas de las actividades en las que se participó en función de las visitas a las presentaciones utilizadas y compartidas en *Slideshare*, con una suma total de 96.079 vistas a aquellas presentaciones relativas al proyecto Erasmus+ (Tabla 24).

**Tabla 24.** Documentos difundidos en Slideshare y número de visitas

Actividad	Documento compartido en Slideshare	Visitas
<p>XI Curso sobre la Enseñanza de la Geografía en la educación secundaria. Getafe, julio, 2018.</p>	   <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuizo/utlizacin-de-un-sigweb-para-el-diseo-de-rutas-en-espacios-naturales-protegidos-20161es01ka219025550">https://www.slideshare.net/isaacbuizo/utlizacin-de-un-sigweb-para-el-diseo-de-rutas-en-espacios-naturales-protegidos-20161es01ka219025550</a></p>	<p>10.102</p>
<p>Presentación de resultados del proyecto. Badajoz, mayo, 2018.</p>	   <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuizo/presentacin-de-resultados-proyecto-erasmus-app-y-mapas-digitales">https://www.slideshare.net/isaacbuizo/presentacin-de-resultados-proyecto-erasmus-app-y-mapas-digitales</a></p>	<p>11.383</p>

<p>Presentación de resultados del proyecto. Badajoz, mayo, 2018.</p>	  <p>IES San Roque (Badajoz, España)</p>  <p>Escola Secundária Quinta das Palmeiras (Covilhã, Portugal)</p>  <p>Kispesti Károly Mihály Magyar - Spanyol Tantervelő Gimnázium (Budapest, Hungría)</p>  <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/cronologia-del-proyecto-erasmus-ka2">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/cronologia-del-proyecto-erasmus-ka2</a></p>	<p>12.021</p>
<p>Conferencia en el Máster de Formación del Profesorado de la UAM. Madrid, marzo, 2018.</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/las-tecnologas-aplicadas-a-la-enseanzaaprendizaje-de-la-geografa-en-educacin-secundaria">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/las-tecnologas-aplicadas-a-la-enseanzaaprendizaje-de-la-geografa-en-educacin-secundaria</a></p>	<p>12.175</p>
<p>VIII Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía. Lisboa, octubre 2017.</p>	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/proyecto-erasmus-del-sector-escolar-utilizacin-de-un-sigweb-para-el-diseo-de-rutas-por-espacios-naturales-protegidos-europeos">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/proyecto-erasmus-del-sector-escolar-utilizacin-de-un-sigweb-para-el-diseo-de-rutas-por-espacios-naturales-protegidos-europeos</a></p>	<p>9.183</p>

<p>X Curso sobre la Enseñanza de la Geografía en la educación secundaria. Getafe, julio, 2018.</p>	 <p>X CURSO SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA Asociación de Geógrafos Españoles (AGE) Getafe, 6 de junio de 2017</p> <p><b>EXPERIENCIAS DE BASE GEOGRÁFICA EN ERASMUS+ EN EL SECTOR ESCOLAR</b></p> <p>Isaac Buzo Sánchez IES San Roque (Badajoz)</p> <p>Experiencia en los programas KA101 y KA219 del IES San Roque de Badajoz</p> <p>Erasmus+</p> <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/experiencias-de-base-geografica-en-erasmus-en-el-sector-escolar">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/experiencias-de-base-geografica-en-erasmus-en-el-sector-escolar</a></p>	<p>11.440</p>
<p>7º Congreso Forestal Español. Plasencia, junio, 2017.</p>	 <p>7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía 26-30 junio 2017   Plasencia   Ciudad de las Artes y las Ciencias</p> <p>Mesa redonda: EL TRATAMIENTO DE GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA</p> <p>Isaac Buzo Sánchez IES San Roque (Badajoz)</p> <p>27 de junio, Plasencia</p> <p>SECF</p> <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-tratamiento-de-la-gestin-forestal-sostenible-en-la-enseanza-secundaria">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-tratamiento-de-la-gestin-forestal-sostenible-en-la-enseanza-secundaria</a></p>	<p>10.738</p>
<p>VII Jornadas de Ciencias Sociales. Villafranca de los Barros, abril, 2017.</p>	 <p><b>Utilización de las TIC para el análisis del patrimonio</b></p> <p>Prof. Isaac Buzo Sánchez IES San Roque (Badajoz)</p> <p>VII JORNADAS DE CIENCIAS SOCIALES. IES MELÉNDEZ VALDES de VILLAFRANCA DE LOS BARROS 19 de abril de 2017</p> <p><a href="http://www.isaacbuzo.com">http://www.isaacbuzo.com</a> isaacbuzo@gmail.com</p> <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/utilizacin-de-las-tics-para-el-anlisis-del-patrimonio">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/utilizacin-de-las-tics-para-el-anlisis-del-patrimonio</a></p>	<p>11.199</p>

Curso de formación inicial Proyecto Erasmus+KA219. Badajoz, enero, 2017.	 <p><a href="https://www.slideshare.net/isaacbuzo/curso-de-formacin-inicial-del-proyecto-erasmus-ka219-utilizacin-de-un-sigweb-para-el-diseo-de-rutas-en-espacios-naturales-protegidos-20161es01ka219025550">https://www.slideshare.net/isaacbuzo/curso-de-formacin-inicial-del-proyecto-erasmus-ka219-utilizacin-de-un-sigweb-para-el-diseo-de-rutas-en-espacios-naturales-protegidos-20161es01ka219025550</a></p>	17.838
<b>TOTAL</b>		<b>106.079</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Slideshare*.

### 5.2.3. Atlas Digital Escolar

#### 1. Descripción del proyecto

Se trata de un atlas escolar, de carácter digital e interactivo elaborado por tres docentes de educación secundaria: Javier Velilla Gil (IES El Portillo de Zaragoza), Carlos Guallart Moreno (Colegio Santa María del Pilar de Zaragoza) e Isaac Buzo Sánchez (IES San Roque de Badajoz), y dos docentes universitarios con un conocimiento amplio de la docencia en educación secundaria, María Luisa de Lázaro Torres (entonces en la Universidad Complutense de Madrid y hoy en la UNED) y Rafael de Miguel González (Universidad de Zaragoza), ambos a su vez miembros de la Junta Directiva de la Real Sociedad Geográfica, que ha apoyado tradicionalmente la educación geográfica. Si bien existe otro antecedente en España de atlas interactivo del mundo (Gago, 2011; Gago et al. 2012; Babinger, 2012), este no está enfocado de forma específica a la enseñanza secundaria.

El Atlas se realizó utilizando la tecnología SIG Web ArcGIS Online de ESRI, empresa que colaboró con el citado equipo mediante un convenio con la Universidad de Zaragoza, y se publicó en 2015, resultando un hecho decisivo para que ESRI-España iniciara una línea de integrar materiales educativos en su web para las enseñanzas no universitarias, como sucede en otros países del mundo.

La idea surgió en el curso de formación de docentes que anualmente organiza la Asociación Española de Geografía (AGE) en la Universidad Carlos III de Madrid en Getafe durante el mes de julio, donde coincidimos los autores y los representantes de

la Empresa ESRI, quedando patente la demanda de materiales interactivos, sobre todo cartográficos, que podrían impulsar el aprendizaje SMART aquí defendido.

Se trata de un Atlas para reforzar el aprendizaje de la geografía en Educación Secundaria y Bachillerato, por lo que se estructura siguiendo el currículum oficial en ese momento, que como se señaló al inicio, es el establecido por la LOMCE, que fomenta aspectos competenciales, que en este caso se han basado en las tecnologías de la información geográfica (TIG) destinadas a fomentar el pensamiento geoespacial crítico e inteligente. El Atlas Digital dispone de un mayor número de datos que los atlas convencionales y presenta una gran interactividad, ya que permite añadir, ocultar o combinar capas de información, abrir o cerrar ventanas emergentes, cambiar la escala y hacer visible nueva información que si bien es importante a una escala es irrelevante en otra. Esta manipulación puede ser realizada por parte del docente con unos conocimientos mínimos sobre los SIG Web y del alumnado, que además tiene la oportunidad de buscar datos de forma autónoma que respondan a su curiosidad científica o a las cuestiones planteadas por el profesorado.

La tecnología de ArcGIS Online, de ESRI, con la que se elaboró, lo ubica en la nube, lo que permite su acceso inmediato y trabajo sobre él, desde cualquier lugar y en cualquier momento, así como desde cualquier dispositivo tecnológico con acceso a internet, ya sea PC, ordenador portátil, tableta o *smartphone* y utilizando cualquier sistema operativo. Estas tres características, junto al trabajo colaborativo que permite cooperar en red y que el alumnado trabaje sincrónicamente sobre el mismo mapa; y el bajo coste y necesidad de conocimientos específicos en comparación con el software de escritorio (no necesita ordenadores muy potentes, ni instalar software específico, ni actualizaciones, ya que son automáticas), suponen facilidades que favorecen su uso por la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso (ISO/IEC 9126), con lo que es posible alcanzar objetivos específicos para determinados usuarios en un contexto (ISO/IEC 8241).

Algunas de las ventajas didácticas que ofrece el Atlas Digital Escolar son (De Miguel et al., 2016c):

- a) Favorece la motivación.
- b) Aporta eficiencia en el manejo de geodatos.
- c) Fomenta la mejora de los aprendizajes geográficos.
- d) Interactividad.
- e) Fomenta metodología activa y aprendizaje significativo: Learning by doing, Project based learning. Phenomenon based learning. Procedimiento de indagación geográfica.
- f) Análisis espacial. Aprendizaje de la complejidad del espacio geográfico: interacción entre factores diversos.
- g) Facilita la información actualizada.
- h) Permite realizar cambios de escala, desde la escala global hasta la local.

## 2. Organización del Atlas

El Atlas está elaborado utilizando un *story map* del tipo *Journal*, que presenta un gran espacio de trabajo extendido por toda la pantalla, ocupado por mapas o imágenes, y una franja a la izquierda, que incluye el texto explicativo del uso de la aplicación y el índice de contenidos que se va desplazando con el cursor hacia abajo. Es accesible en Internet desde <<https://arcg.is/1GybSb>> (Figura 38).

**Figura 38.** Pantalla inicial del Atlas Digital Escolar



Fuente: Atlas Digital Escolar

El texto incluido en la franja izquierda se inicia con un apartado explicativo del manejo del atlas, tras el que se dispone el índice de mapas disponibles que están estructurados en cinco bloques, coincidentes con el currículum oficial en el momento de su diseño (LOMCE):

1. Espacio físico
2. Población y espacios urbanos
3. Economía y territorio
4. Territorio y desequilibrios territoriales
5. Recopilación de experiencias escolares

En cada bloque de contenidos se disponen, mediante enlaces, todos los mapas elaborados de esa temática, de tal manera que, pulsando sobre cada mapa, se abre en el navegador una pestaña nueva con el mapa seleccionado. Cada mapa, está elaborado en otra de las plantillas clásicas de *story maps* de ArcGIS Online. La más utilizada es la denominada básica, aunque en algunos casos se utiliza el *story map Swipe and Spyglass*, o *Perfil de Elevación*.

Las llamadas *ArcLessons* son actividades dirigidas descargables en un pdf. Con ellas se pretende que el alumnado aprenda Geografía de una manera más dinámica y atractiva, empleando la cartografía de referencia elaborada con datos oficiales y de calidad. Esto permite intercambiar capas de información geográfica para extraer conclusiones sobre el resultado obtenido.

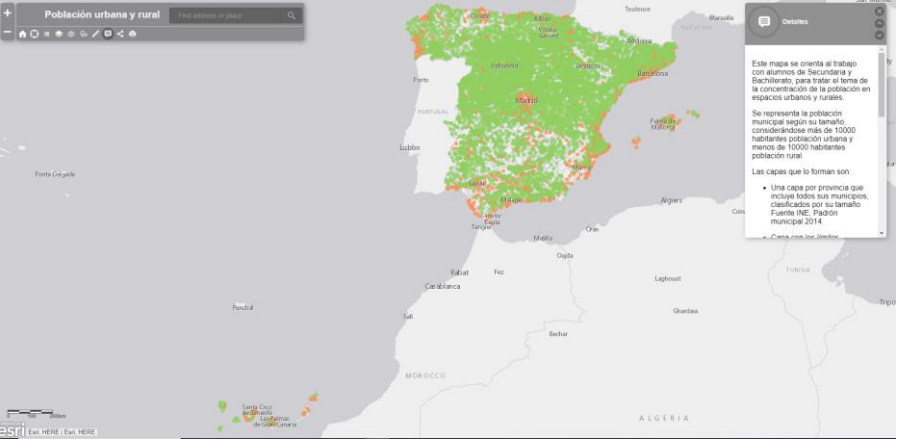

Independientemente del tipo de *story map* empleado en el diseño de cada mapa, todos ellos llevan información sobre qué actividades realizar con el mapa, la cual se encuentra en la pestaña “detalles”. Allí está descrito el mapa, sus fuentes y datos utilizados, todos oficiales, y se incluyen dos enlaces a distintos archivos. El primero de ellos un archivo pdf descargable, donde se incluyen diferentes actividades dirigidas (*ArcLesson*) a realizar por el alumnado con el mapa, que pueden ser adaptadas por el profesorado en función del contexto en el que se desarrolle su docencia (se puede ver un ejemplo en la Tabla 25). El segundo enlace dirige al mapa original en ArcGIS Online, que es posible reutilizar por el usuario. Esto es, añadir nueva información, eliminar capas, y modificar cualquier otra característica, guardándolo en su propia cuenta de la aplicación. De esta forma el docente mantiene el control del aprendizaje a través de la cartografía ofrecida.

Con las actividades dirigidas incluidas en cada uno de los mapas (*ArcLesson*) se pretende que el alumnado aprenda Geografía de una manera más dinámica y atractiva. Para ello las cuestiones planteadas están inmersas en un aprendizaje SMART desde el empleo de todas las potencialidades del atlas, como la combinación de capas para buscar interrelaciones entre la información de cada una de ellas, el cambio de escala para encontrar datos relevantes, o la apertura de ventanas emergentes. Por lo tanto se trata de una propuesta de trabajo muy versátil, que ofrece un punto de partida para cada tema, que son el conjunto de capas de información que conforman el mapa del atlas, que se puede utilizar como un mero apoyo gráfico a una clase expositiva, o se puede trabajar empleando el método indagatorio por parte del alumnado de manera individual o cooperativa, siguiendo al pie de la letra las actividades propuestas, o como ya se ha señalado, adaptarlas al nivel académico del alumnado y a su contexto. Todo dependerá de las necesidades de aprendizaje detectadas por el docente que lo vaya a utilizar.

Como ejemplo de la diversidad de mapas del Atlas, en el que hay más de 80 con sus respectivos cuestionarios, se muestra el mapa de la Población urbana y rural, dentro del bloque 2, sobre población y poblamiento (Tabla 25). En el mapa se representan los municipios de España en dos colores, para aquellos que tienen más de 10.000 habitantes, se utiliza el naranja, para los que tienen menos se utiliza el verde. Además, pulsando en cada punto, se abrirá una ventana emergente con los datos de la población del lugar, tanto total, como su distribución por sexo, así como un gráfico circular con su composición según el sexo. En la pestaña detalle se describe el mapa, la fuente de los datos (INE padrón de 2014), y otras capas que la componen

(población activa por sector económico). En esta misma pestaña se encuentra el enlace al cuestionario (*ArcLessons*) y al mapa original para poder ser reutilizado.

**Tabla 25.** Ejemplo de mapa del ADE con el cuestionario

<p>Mapa de la población urbana y rural</p>	 <p><a href="https://bit.ly/2nab2me">https://bit.ly/2nab2me</a></p>
<p>Cuestionario del mapa</p>	 <p><a href="http://atlas-escolar.maps.arcgis.com/sharing/rest/content/items/cdba771eb0024112a347924f0769368b/data">http://atlas-escolar.maps.arcgis.com/sharing/rest/content/items/cdba771eb0024112a347924f0769368b/data</a></p>

Fuente: Atlas Digital Escolar

En el cuestionario se desarrollan hasta ocho actividades, no solamente preguntas directas, sino también instrucciones para que el estudiante interactúe con el mapa, cambie la escala, seleccione determinadas capas de información, pulse sobre los puntos para conocer la población absoluta y su relación de sexos, etc. En muchos

casos, las cuestiones planteadas implican una investigación más allá de copiar en un cuaderno los datos que ofrece el mapa, ya que estos son una excusa para la indagación, la plasmación cartográfica de una realidad, que debe ser explicada por el alumnado y extraer unas conclusiones del trabajo realizado. En definitiva, el Atlas favorece un aprendizaje de gran calado y profundidad, que es el aprendizaje SMART.

### 3. Valoraciones del Atlas

Los profesores que han empleado el Atlas con estudiantes de secundaria han quedado satisfechos en su empleo (De Miguel et al. 2015, 2016a, 2016b). Así, el curso 2015-2016 se propuso su empleo en la formación inicial en el Máster Universitario de Formación del Profesorado en la UCM en la asignatura de Geografía que consistía en realizar y valorar la actividad propuesta con uno de los mapas del Atlas a elegir libremente por el estudiante de entre los existentes. Así, tras elegir un mapa debían analizar la *ArcLesson* propuesta y valorar el potencial encontrado para aprender. Un total de 98 estudiantes siguieron la actividad, de los que un 97,8% consideraron importante en la enseñanza del siglo XXI el manejar mapas interactivos o por los que se pueda navegar en formato digital y afirman que recomendarían el atlas. Las razones genéricas alegadas es que pueden manejar una gran amplitud de información de forma visual y el estudiante se introduce en las nuevas tecnologías de una forma natural. Lo consideran práctico, sencillo, atractivo y motivante. Mientras la mayoría considera la importancia de emplear unas herramientas tecnológicas con unos procedimientos que el alumnado se encontrará en el futuro, otras consideran que se pierde mucho tiempo en su empleo. Cuatro personas ven dificultad en hacerse con la herramienta, consideran que ello pararía el ritmo de la clase. Uno de ellos argumenta que es partidario de los mapas en papel, indicando que superan en calidad de enseñanza a los digitales. Algunos de estos argumentos se consideran discutibles, ya que, por ejemplo, el empleo de mapas en papel no es incompatible con los mapas digitales, y pueden ser complementarios. Casi un 10% de los estudiantes tuvieron tiempo de visitar más de un mapa. como se puede observar en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Mapas valorados por los estudiantes del Máster Universitario de Formación del Profesorado del curso 2015/16

Mapa elegido	Nº de estudiantes que lo emplearon
Globalización y desarrollo económico	12
Infraestructuras del proceso de globalización	15
Globalización y cambios en la toma de decisiones económicas en el mundo	5
Globalización y desarrollo del comercio exterior	3
Globalización y desarrollo del comercio mundial	1
Globalización y desarrollo económico mundial	2

Globalización. ¿Cómo son los países miembros de la Organización Mundial del Comercio?	2
Proceso de globalización 1948-2014	11
Diferencias entre los países miembros de la UE, 2014-2015	1
Distribución de las actividades económicas en España	2
Desequilibrios económicos en el mundo: PIB per cápita y desempleo	3
El turismo en el mundo	3
Densidad de población	1
Densidad de población en el mundo	1
Distribución de la población española	1
Distribución de la población europea	1
Emigración exterior española	5
Población extranjera en España	1
Población residente en el exterior	2
Los espacios rurales. Tipología	1
Paisajes agrarios españoles. Simplificados	1
Ganadería en España	1
Espacios agrarios y rurales	1
Las actividades agrarias en el mundo y los problemas de desnutrición 2007-2013	1
Localización de la Industria en el Mundo	1
La deslocalización industrial, 2000-2012	1
El proceso de urbanización en el mundo.	2
Análisis de los cambios urbanos en dos fechas muy significativas: 1956-57 y 2008	1
Barcelona por la capa de medio físico, población y poblamiento	1
Medio físico, economía y territorio, territorio y desequilibrios	1
Análisis de riesgo de incendios en España	1
Análisis de riesgo de incendios forestales	1
Las principales unidades de relieve	5
Las unidades de relieve a partir de los cortes topográficos	2
Las aguas terrestres: río y lagos	1

El clima en el mundo y España	7
Temperaturas y precipitaciones en el mundo	1
Huracanes y Tifones	2
Placas tectónicas y volcanes	4
Eco-regiones del mundo	1
Eco-regiones del mundo y Europa	1
Espacios protegidos en España	4
<b>Total visitas realizadas a los mapas</b>	<b>114</b>

Fuente: Datos cuestionario a estudiantes del MFP Curso 2015-2016 (UCM)

Los estudiantes expresan la valoración del aprendizaje obtenido afirmando que han aprendido a emplear una herramienta nueva, el Atlas Digital Escolar, de gran utilidad para la didáctica de la Geografía. Consideran que se hace más amena la asimilación de conceptos y es especialmente útil para las personas con memoria visual. Además, esperan que en un futuro pueda se facilite también el aprendizaje de la Historia, mediante Cartografía Histórica.

Consideran que se ejemplifica mejor la conexión entre la Geografía y la realidad del mundo globalizado. Algunos afirman haber descubierto una herramienta de apoyo en el aula para que los alumnos puedan comprender un término tan difuso como el de globalización, ya que, de un modo visual, los estudiantes tienen acceso a los diferentes procesos que engloban este término. El alumnado puede tener contacto, hacer y deshacer, buscar, jugar, etc. mientras aprende. Algunas de las posibilidades de hacer son el poder quitar y poner en un mismo mapa distintas capas de la leyenda, combinándolas de diversas maneras, medir en los mapas (calcular distancias y áreas), ubicar con exactitud lugares, buscar coordenadas, cambiar el mapa base, etc.

Los estudiantes quedaron sorprendidos con una herramienta desconocida para ellos hasta entonces, que consideran que favorece el aprendizaje a través de la manipulación de las distintas capas de información que componían un mapa. A muchos además de interesante les ha parecido divertido y les ha permitido comprender el alcance de la interacción entre los conceptos de geografía y la tecnología propios de una enseñanza transdisciplinar.

4. El aprendizaje SMART a través del Atlas Digital Escolar con un ejemplo: La población urbana y rural.

El ADE resulta un recurso de gran utilidad en el aprendizaje SMART que está elaborado utilizando un Sistema de Información Geográfica en la nube o SIG Web. Además, su consulta y trabajo, con las actividades que acompañan a los mapas, son

siempre a través de algún dispositivo que permita visualizar e interactuar con el mapa digital correspondiente.

A continuación, y siguiendo el mismo ejemplo anterior que empleó el mapa de la población urbana y rural de España, se analiza cómo sus actividades facilitan el aprendizaje SMART en el curso de Geografía de España de 2º de Bachillerato del IES San Roque, que en 2015/16 contaba con 15 estudiantes. Se aplicó dentro de la unidad temática de la ciudad y los espacios urbanos destinado fundamentalmente a alcanzar el estándar de aprendizaje *10.1.1 Define Ciudad y aporta ejemplos*. Dentro del mismo curso, podría adaptarse para trabajar en la unidad temática correspondiente a la población para alcanzar los estándares de aprendizaje *6.5.1 Comenta el mapa de la densidad actual de la población española*; *6.1.1 Utiliza las herramientas de estudio de la población*; o *6.10.1 Presenta y defiende información sobre la población española resaltando los aspectos más significativos, utilizando gráficos, mapas, pirámides, etc., en una presentación informática o exposiciones en directo*. Finalmente, también podría aplicarse en las unidades temáticas relativas a los sectores económicos, para de esa manera, trabajar las características del empleo en los espacios urbanos y rurales. Este mapa podría haberse trabajado, adaptado a las características del alumnado, al grupo de 3º ESO, para los temas correspondientes a la población española, los de la ciudad o a la organización de las actividades económicas de la sociedad.

La realización de la actividad partió de una breve exposición teórica de los conceptos básicos del tema a partir de la presentación “El poblamiento rural y urbano”<sup>19</sup>. Esta presentación compartida en la Red a través de *Slideshare*, ha llegado a tener un total de 257.744 visitas el día 3 de abril de 2021. Tras esta introducción, se repartió entre el alumnado una copia de la *ArcLesson* con la secuencia didáctica a seguir, compuesta de instrucciones para interactuar con el mapa, con el fin de conseguir dar respuesta a las cuestiones planteadas, lo que supone alcanzar el aprendizaje geográfico, dejando abiertas algunas preguntas, para desarrollar un aprendizaje crítico. La sesión tuvo lugar en el aula de informática, en las que se disponía de un ordenador para cada dos alumnos, por lo que el trabajo hubo de realizarse en pareja.

En las actividades desarrolladas la tecnología es la base de la secuenciación didáctica, siendo el estudiante el responsable de seguir las indicaciones y tomar decisiones que lo lleven a alcanzar el objetivo de las mismas, que no es otro que el conocimiento geográfico sobre la población urbana y rural. Se puede afirmar que cumple con las características del aprendizaje SMART según se definió en el marco conceptual:

---

<sup>19</sup> Buzo Sánchez, I. El poblamiento rural y urbano. <https://www.slideshare.net/isaacbuzo/el-poblamiento-rural-y-urbano>

**S (Self-directed) Autodirigido y centrado en el estudiante:** se trata de un aprendizaje autodirigido, que sigue una secuencia didáctica clara con el fin de conseguir un determinado aprendizaje geográfico. Es el estudiante, el que realiza el aprendizaje, siendo el docente un facilitador de las condiciones para ese aprendizaje, el guía que lo asesora e indica el camino para alcanzarlo, pero sin olvidar que el protagonista de la secuencia didáctica es el propio alumnado, que es el que ha de recorrer el camino para llegar a la respuesta de forma autónoma, lo que refuerza la eficiencia de su aprendizaje, como ya se señaló anteriormente. Por tanto, el docente selecciona y adapta la ArcLesson.

**M (Motivated) Motivante:** la cartografía digital presentada en el Atlas Digital Escolar fomenta actividades con gran dinamismo y la interactividad, generando un recurso didáctico más atractivo y motivador que el propio libro de texto. La complejidad de la realidad y la relación entre elementos y factores geográficos se aprenden mejor interactuando entre ellos mediante la combinación de diferentes capas de información geográfica lo que permite entender la organización territorial y su funcionamiento.

**A (Adaptive) Adaptado a la diversidad:** como en el ejemplo expuesto, el resto de los mapas del ADE puede utilizarse de manera adaptada a la realidad de cada aula, bien como apoyo gráfico a una clase expositiva, bien como un punto de partida para que el alumnado trabaje de manera activa. Se proponen actividades en las denominadas *ArcLesson*, enlazadas en la pestaña “Detalles”, que plantean secuencias didácticas para que el alumnado pueda descubrir por sí mismo la problemática geográfica en cuestión. Estas son ofrecidas por los autores y pueden ser adaptadas por el docente, para atender la diversidad de aulas, niveles, cursos o alumnado, al que debe enseñar. Este es quien mejor conoce las limitaciones y posibilidades individuales o del grupo, por lo que es quien debe proponer las actividades adaptadas que se puedan realizar a partir del mapa. Incluso puede elaborar su propio mapa añadiendo o eliminando datos a partir de los mapas del ADE, ya que se ofrece también en la pestaña “Detalles” el enlace al mapa original para poder ser reutilizado.

**R (Resource enriched) Enriquecido con recursos educativos:** la estructura del Atlas Digital Escolar en formato *story map*, ha permitido enlazar, dentro cada mapa, con datos, gráficos, textos, imágenes y otros documentos y enlaces multimedia, todos ellos de calidad y oficiales, lo que enriquece la cartografía con más información que la que se observa a simple vista.

**T (Technology embedded) A través de la integración de la Tecnología:** el aprendizaje geográfico a partir del Atlas Digital Escolar se construye utilizando medios tecnológicos como el ordenador personal, u otros dispositivos como tabletas y móviles inteligentes conectados a Internet, desde los que se puede interactuar con los mapas que componen el ADE. Estos dispositivos hacen de intermediarios entre los datos de los diferentes mapas, almacenados en la nube, y el alumnado, que, siguiendo las

operaciones adecuadas, que pueden estar descritas en la *ArcLesson*, sobre el software cartográfico SIG, debe recabarlos y ordenarlos, utilizando para ello las herramientas que ofrece el propio ADE. El alumnado necesita tanto habilidades técnicas para interactuar con el software y obtener los datos correspondientes a sus pesquisas, dándoles forma de mapas con diferentes capas de información y en distintas escalas, como pensamiento espacial y crítico, para buscar relaciones causales entre los datos de diferentes capas de información e inferir consecuencias de los datos representados para dar respuestas a las cuestiones planteadas.

El resultado ha sido un aprendizaje crítico, en el que se integran “funciones descriptivas, como las que plantea el currículum de Secundaria vigente en España, pero también herramientas analíticas e inferenciales básicas para el desarrollo de la inteligencia espacial” (De Miguel, Buzo & De Lázaro, 2016b, p. 201). De este modo, se integra el contexto geográfico de los problemas, referidos a la superficie terrestre y la representación de la tierra en el mapa, que se puede visualizar en un ordenador, y las relaciones espaciales que permiten resolver los problemas geográficos (Huynn y Sharpe, 2013) a través del razonamiento espacial y geoespacial.

El Atlas Digital Escolar, si bien podría utilizarse exclusivamente como un recurso cartográfico visual en metodologías expositivas, representa un magnífico ejemplo de aprendizaje SMART, ya que exige estrategias metodológicas activas. Son los propios estudiantes quienes manipulan la herramienta para alcanzar el objetivo propuesto, lo que les motiva. Se trata por lo tanto de una propuesta educativa muy completa que ha sido muy bien acogida tanto por los estudiantes como por los docentes del área.

## 5. Difusión e impacto

Su utilización didáctica ha alcanzado altas cotas, obteniendo un total de 74.753 visitas desde su creación el 13 de septiembre de 2015 hasta el 30 de marzo de 2021, fecha de la última consulta.

La difusión del proyecto ha sido llevada a cabo tanto por los propios autores como por parte de la Empresa ESRI. Su contenido ha aparecido tanto en prensa especializada en temas de educación (Educación 3.0<sup>20</sup>, La Gaceta Extremeña de la Educación<sup>21</sup>), como en prensa general (Heraldo de Aragón<sup>22</sup>, Hoy<sup>23</sup>, El Economista, El Periódico

<sup>20</sup>Recursos interactivos para repasar geografía (21/08/2018): <https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/juegos-geografia-secundaria/>

<sup>21</sup>Atlas Digital Escolar. Una herramienta a través de la cual el alumnado accede a innumerable información cartográfica y geográfica <http://lagaceta.educarex.es/leer/atlas-digital-escolar.html>

<sup>22</sup> El mundo entero en el primer atlas digital (7/11/2016): <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2016/11/07/el-mundo-entero-atlas-digital-escolar-1138123-310.html>

<sup>23</sup> Exprimir los mapas para enseñar (15/11/2016): <https://www.hoy.es/badajoz/201611/15/exprimir-mapas-para-ensenar-20161115002739-v.html>

Extremadura<sup>24</sup>) y en webs institucionales que se hicieron eco de la novedad que supuso su elaboración (Web de datos abiertos del Gobierno de España<sup>25</sup>).

Por su parte, los autores la han presentado a diferentes congresos siendo publicados los resultados en su libro de actas:

De Miguel González, R., Lázaro y Torres, M.L., Velilla Gil, J., Buzo Sánchez, I., y Guallart Moreno, C. 2015. «Atlas Digital Escolar: aprender Geografía con ArcGIS Online». En Sebastiá R. y Tonda E. M. La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía. Alicante: Universidad de Alicante. pp 925-936.

De Miguel, R., Buzo, I., y Lázaro M.L. (2016b). Nuevas oportunidades para la educación geográfica y la investigación docente: el Atlas Digital Escolar, en AA.VV., Crisis, globalización y desequilibrios sociales y territoriales en España. Aportación Española al 33 Congreso de Beijing 2016. Comité Español de la UGI. ISBN: 978-84-416-3802-0. pp 199-209.

En 2016, los autores participaron en distintos eventos presentando el Atlas Digital Escolar:

- Feria SIMO Educación con la ponencia «Atlas Digital Escolar: aprender geografía con ArcGIS Online y tecnologías avanzadas de naturaleza geoespacial», siendo una de las 49 experiencias innovadoras seleccionadas para su presentación en la feria. Por otra parte, la empresa ESRI, recibió en dicho evento, el premio al «Mejor recurso digital de creación editorial» por el Atlas Digital Escolar.
- V Jornadas de Innovación Docente de la Universidad San Jorge de Zaragoza con una ponencia sobre el Atlas Digital Escolar impartida por todos los autores.
- 26 Forum de administradores de la educación, Jornadas Estatales de FEAE (Forum Europeo de Administradores de la Educación) celebradas en Mérida y publicadas las actas bajo el título “Propuestas educativas para un mundo distinto.

En 2017 se impartió un Taller sobre el Atlas Digital Escolar en el VIII Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía celebrado en la Universidad Nova de Lisboa, en el que se constató la aceptación de la iniciativa.

En los años siguientes se participaron en otros eventos científicos y se continuó con la difusión del trabajo científico realizado.

Por otra parte, se han publicado artículos en distintas revistas especializadas, como Aracne o IBER:

- De Miguel González, Rafael; De Lázaro y Torres, María Luisa; Velilla Gil, Javier; Buzo Sánchez, Isaac; Guallart Moreno, Carlos. (2016c) Atlas Digital Escolar: Internet,

<sup>24</sup> Innovación educativa con sello extremeño (22/08/2016): [https://www.elperiodicoextremadura.com/noticias/extremadura/innovacion-educativa-sello-extremeno\\_956756.html](https://www.elperiodicoextremadura.com/noticias/extremadura/innovacion-educativa-sello-extremeno_956756.html)

<sup>25</sup> Atlas Digital Escolar | datos.gob.es: <https://datos.gob.es/es/aplicaciones/atlas-digital-escolar>

geografía y educación. Ar@cne. Revista Electrónica de Recursos de Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, nº 212, 1 de septiembre de 2016. ISSN: 1578-0007.

- De Miguel González, R. y Buzo Sánchez, I. (2020): De la cartografía tradicional a la cartografía digital, en IBER, Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia, nº 98. Barcelona: Ed. Graó.

El uso del Atlas Digital Escolar, también se ha presentado en diferentes cursos de verano celebrados por la UNED en 2017 en Mérida y en 2018 en Madrid. Su utilización como recurso didáctico también ha sido recurrente en la sesión sobre ArcGIS Online que se desarrollaba en el curso sobre la enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria, organizado por la Asociación Española de Geografía en la Universidad Carlos III de Madrid en Getafe.

### 5.3. Mediante la aplicación de la técnica Delphi

Como se señaló en la metodología, la selección de los cuarenta expertos como panel de docentes para el desarrollo del estudio Delphi ha sido de veinte profesores de Educación Secundaria y veinte de Universidad.

#### 5.3.1. Panelistas

Contestaron la primera fase dieciocho docentes de Educación Secundaria, y diecinueve docentes de Universidad, que es un número suficiente en cada grupo como para poder extraer conclusiones independientes en cada uno de ellos. Todos ellos culminaron el estudio respondiendo también a la segunda ronda de cuestiones, por lo que se constata la disposición mayoritaria para participar en la investigación y el compromiso inicial de los expertos consultados.

Las características personales del grupo de expertos quedaron recogidas en una serie de preguntas de contexto realizadas al inicio de los cuestionarios, que se recogen en la tabla 27.

Aunque se comienza el estudio con un único grupo de expertos docentes, tras la primera ronda de preguntas, que fue común, se consideró dividir el grupo en dos, en función del nivel de enseñanza del profesorado. Esto se hizo de esta manera dado que las respuestas a la primera ronda tenían cierta homogeneidad entre los grupos de docentes universitarios y de secundaria, y cuyos resultados se van a presentar de manera individualizada para cada grupo.

**Tabla 27.** Característica de contexto del panel de expertos

	<b>Docentes de Educación Secundaria</b>	<b>Docentes Universidad</b>
<b>Género</b>	Hombres (11) Mujeres (7)	Hombres (10) Mujeres (9)
<b>Provincia de procedencia</b>	Zaragoza (3), Badajoz (2) Madrid (6), Ávila (1), Las Palmas (1), Ciudad Real (1), Valladolid (1), Alicante (2), Barcelona (1)	Valencia (2), Madrid (8), Zaragoza (3), Málaga (1), Córdoba (1), León (1), Murcia (1), Ciudad Real (1), Cáceres (1)
<b>Titularidad del centro de trabajo</b>	Público (11) Privado/Concertado (7)	Pública (18) Privada (1)
<b>Área de conocimiento</b>	Geografía e Historia (18)	Geografía (12) Didáctica de la Geografía (7)
<b>Utiliza SIG en sus clases</b>	Sí (16) No (2)	Sí (15) No (4)
<b>Con qué frecuencia lo utiliza</b>	Semanalmente (6) Mensualmente (5) Trimestralmente (2) Escasamente (3) No usa (2)	Semanalmente (14) Escasamente (3) No usa (2)
<b>Cuántos años lleva utilizando los SIG</b>	No los uso (2) 1 (1) 2 (1) 3 (2) 4 (1) 5 (2) 6 (4) 7 (0) 8 (1) 9 (0) 10 (2) 11 (0) 12 (0) 13 (0) 14 (0) 15 (1) 16 (0) Más de 21 (1) $\bar{X} = 5,61$ (1)	No los uso (1) 1 (1) 2 (0) 3 (4) 4 (1) 5 (1) 6 (0) 7 (1) 8 (3) 9 (0) 10 (1) 11 (0) 12 (1) 13 (0) 14 (0) 15 (1) 16 (2) Más de 21 (1) $\bar{X} = 7,52$

Fuente: Elaboración propia a partir de los cuestionarios de la primera ronda del Delphi.

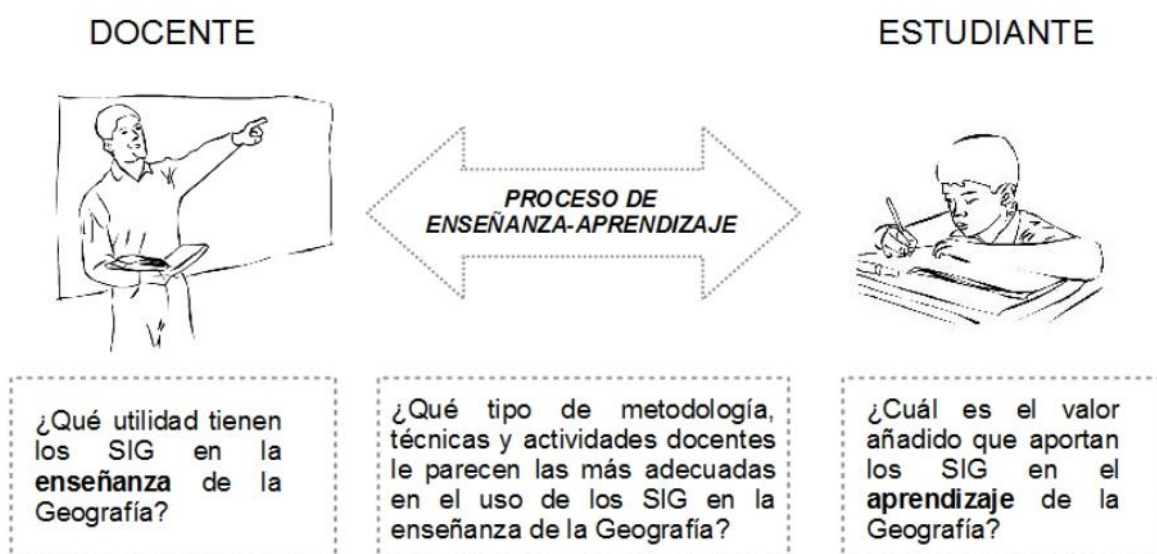
### 5.3.2. Primera ronda

En cuanto al contenido de la investigación, en la primera ronda se realizó la consulta mediante tres cuestiones abiertas sobre el tema objeto de estudio, para que cada experto expusiera libremente su punto de vista. De esta manera, cada respuesta sería

única, reflejando su propio enfoque y terminología. Las preguntas realizadas se orientaron a obtener respuestas sobre tres ámbitos generales (Figura 39): por una parte, desde el punto de vista del docente, conocer qué es lo que aportan los SIG en la enseñanza de la Geografía. En segundo lugar, sobre cómo ha de ser el proceso de enseñanza-aprendizaje con la utilización de los SIG; y finalmente, desde el punto de vista del alumnado, lo que se consigue mediante el aprendizaje de la Geografía a través del uso de SIG. Las preguntas concretas fueron las siguientes:

1. ¿Qué utilidad tienen los SIG en la enseñanza de la Geografía? Argumente su respuesta
2. ¿Qué tipo de metodología, técnicas y actividades docentes le parecen las más adecuadas en el uso de los SIG en la enseñanza de la Geografía?
3. ¿Cuál es el valor añadido que aportan los SIG en el aprendizaje de los estudiantes?

**Figura 39.** Cuestiones centrales de la investigación en la primera ronda



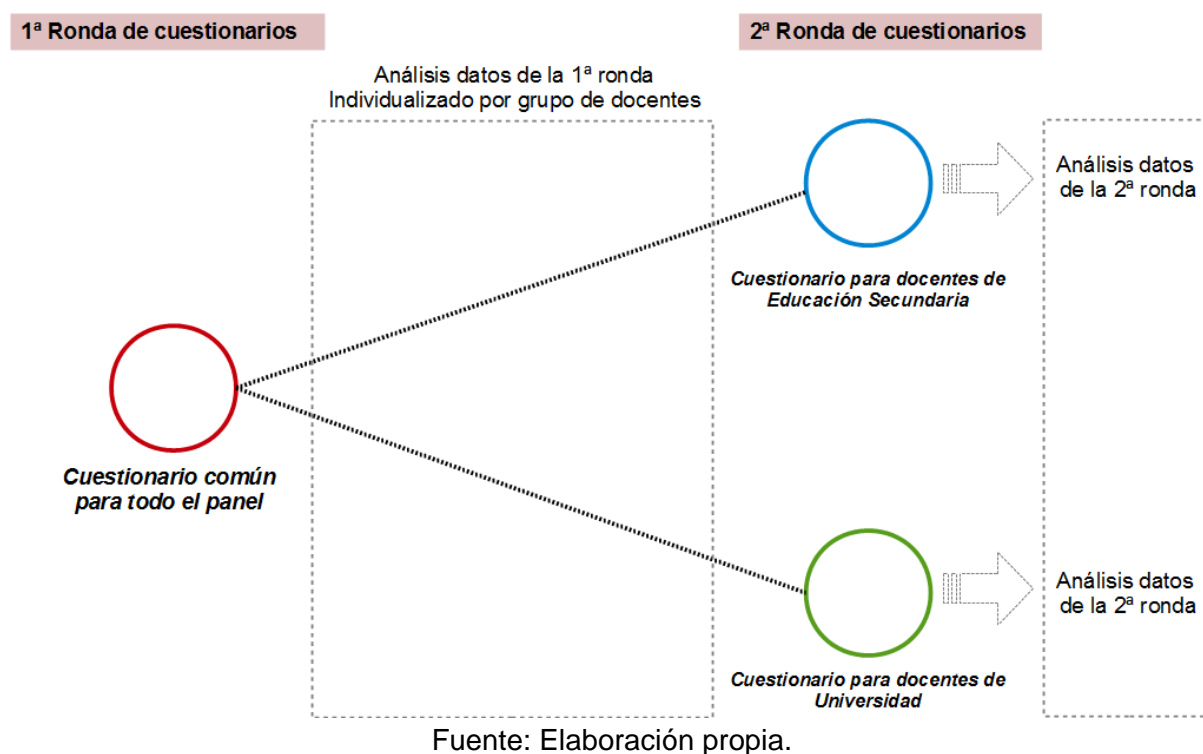
Fuente: Elaboración propia.

Además, se añadió una cuarta pregunta abierta, para que, si lo consideraban oportuno, incluyeran otras observaciones, comentarios o recomendaciones que considerasen de importancia y no estuvieran contempladas anteriormente.

En cuanto a los cuestionarios, hay que resaltar que siempre se pregunta sobre los SIG en lugar de por los SIG Web. Se tomó esta decisión ya que los primeros son conocidos hace muchos años, mientras que los segundos datan del momento del inicio de la tesis, y podrían haber minimizado el número de respuestas, ante la falta de manejo de una tecnología, que no es otra cosa que la trasposición a la nube de lo que se hace habitualmente en *desktop*.

Una vez analizadas las respuestas de ambos grupos de panelistas, se encuentran más similitudes entre las respuestas ofrecidas por los grupos de docentes de educación secundaria entre sí, y los docentes universitarios entre ellos mismos. Por ello se decidió realizar la segunda ronda de cuestiones cerradas de manera independiente para los docentes de secundaria y los universitarios a partir de las coincidencias encontradas en cada grupo. Tras el análisis de esta primera ronda, se cierra el esquema general de la investigación como se señala en el Figura 40.

**Figura 40.** Esquema de la aplicación de la técnica Delphi a esta investigación



Las respuestas de la primera fase, divididas según los dos grupos de docentes a los que pertenecieran, se sistematizaron para obtener las distintas cuestiones cerradas expuestas en la segunda ronda del cuestionario. Esta sistematización consistió fundamentalmente, en la agrupación de contenidos y su presentación para el nuevo cuestionario. Estos contenidos se agrupan en preguntas cerradas de dos tipos (Anexo I): por una parte, preguntas de escala lineal, para que los expertos valoren con su opinión mediante una escala de Likert de uno a cinco, su grado de coincidencia con cada una de ellas y, por otra parte, preguntas de selección de opciones, para que los expertos elijan una o varias de las opciones planteadas como respuesta a la pregunta. En ambos casos, tanto las preguntas como las opciones planteadas surgen a partir de las respuestas dadas durante la primera fase, y utilizando la terminología empleada allí.

Para el caso de los docentes de Educación Secundaria, se agruparon las cuestiones en cinco bloques: uno primero en el que se solicita a cada experto que valore mediante una escala de Likert de 1 a 5 la coincidencia sobre algunas afirmaciones relativas al uso de los SIG en la enseñanza; un segundo bloque en el que se ofrece al experto un número determinado de opciones a elegir para acabar una frase relativa al uso de los SIG en la que puede elegir uno o más de los ítems ofrecidos, incluso se le da oportunidad de marcar la opción “otros” que conlleva la invitación a que en una cuestión abierta pueda incluir otras opciones no señaladas previamente. Un tercer bloque en el que se invita al experto a señalar mediante una escala de Likert de 1 a 5, su grado de coincidencia sobre el uso de determinadas estrategias metodológicas al enseñar geografía con SIG; un cuarto bloque de afirmaciones sobre los SIG en la que el experto, debe marcar su coincidencia a través de una escala de Likert de 1 a 5; finalmente, el último bloque se refiere al sistema educativo, con dos cuestiones relativas a los contenidos y las competencias en el sistema educativo actual y su opinión sobre cómo deberían tratarse, las respuestas ofrecidas en este caso son dos y de carácter excluyentes.

Para el caso de los docentes de Universidad, el segundo cuestionario quedó agrupado en cuatro bloques: en el primero de ellos, los expertos debían señalar su grado de afinidad, a través de una escala de Likert de 1 a 5, con frases relativas al uso educativo de los SIG. El segundo bloque, está compuesto por cuatro preguntas con un número determinado de opciones no excluyentes sobre el proceso de enseñanza de la Geografía a través de los SIG, en el que se ofrece una de las opciones abiertas para que incluyan otras posibilidades no ofrecidas previamente, en caso de creerlo necesario. El tercer bloque recoge, a través de una escala de Likert de 1 a 5, el grado de coincidencia del experto con el uso de los SIG en determinadas aplicaciones didácticas. Finalmente, el cuarto bloque recoge, a través de la escala de Likert de 1 a 5, el grado de coincidencia de los expertos con determinadas afirmaciones sobre la aportación del uso del SIG al aprendizaje de la Geografía. En ambos cuestionarios, se incluye una última cuestión abierta por si los expertos desean añadir alguna otra consideración no recogida en el cuestionario.

Una primera aproximación intuitiva al análisis de los resultados de la primera ronda, fue la recogida de los conceptos principales que aparecen en las respuestas y su representación gráfica mediante nubes de palabras, realizada con la aplicación <https://www.nubedepalabras.es/> (Figura 41). Esta representación nos muestra gráficamente, en función del mayor tamaño de las palabras, los conceptos más reiterados en cada una de las cuestiones.



## 1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG?

La primera cuestión dirigida al panel de expertos docentes de educación secundaria plantea obtener resultados acerca de su grado de coincidencia, mediante una escala de Likert de 1 a 5 (1= en total desacuerdo; 2= en parte en desacuerdo; 3= ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4= parcialmente de acuerdo; 5= completamente de acuerdo), con dieciocho afirmaciones sobre el uso de los SIG (Gráfico 5). Las respuestas recibidas reafirman la cuestión planteada, focalizándose las respuestas por encima del 3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo), y concentrándose, sobre todo en la opción 5 (totalmente de acuerdo), o en segundo lugar la opción 4 (parcialmente de acuerdo), lo que indica un gran consenso en una visión positiva de la herramienta en su empleo docente. Existen respuestas esporádicas para alguna pregunta en la que se señala algún punto de desacuerdo.

- **1a. Motivación.** Se consideran los SIG como una herramienta motivante para el alumnado, ya que, entre los docentes entrevistados, 14 de ellos (77,7%), coinciden total o parcialmente con la sentencia objeto de valoración “El uso del SIG motiva al alumnado”. 8 están totalmente de acuerdo con esta afirmación (44,4%) y 6 (33,3%) están parcialmente de acuerdo. Solo 4 de los docentes (22,2%) no están ni de acuerdo ni en desacuerdo con esta afirmación. No existen docentes que discrepen abiertamente.
- **1b. Competencias.** La mayoría del panel de expertos, 17 de 18 profesores (94,5%) están total o parcialmente de acuerdo con la afirmación “El uso del SIG permite orientar la enseñanza hacia aprendizajes competenciales”. 10 docentes (55,6%) están completamente de acuerdo y 7 (28,9%) parcialmente de acuerdo, mientras que solamente 1 (5,6%) no muestra coincidencia ni desacuerdo con la afirmación. Por lo tanto, se considera con un alto grado de consenso que el uso de esta herramienta favorece la adquisición de competencias.
- **1c. Casos reales.** Mayor aún es el grado de coincidencia con la afirmación “El uso del SIG permite trabajar sobre casos reales y no solamente sobre contenidos teóricos”, en la que el 100% del panel está total o parcialmente de acuerdo. 13 docentes (72,2%) afirman su total coincidencia, mientras que 5 docentes (27,8%) señalan su coincidencia parcial.
- **1d. Visión multicausal.** Otra cuestión con un alto grado de consenso es que “El uso del SIG permite fomentar en el alumnado una visión multicausal de los fenómenos geográficos”, en la que 17 docentes (94,5%) dicen coincidir totalmente (12 docentes) o parcialmente con ella (5 docentes) y solamente 1 (5,6%) no manifiesta ni acuerdo ni desacuerdo con la afirmación.
- **1e. Trabajo colaborativo.** Presenta una menor coincidencia que las anteriores afirmaciones, pero sin abandonar un alto grado de consenso, y sin discrepancias marcadas, al preguntar por la afirmación “El uso del SIG permite el trabajo colaborativo entre varios estudiantes”. 16 de los expertos (88,9%)

señalan su total (9 docentes) o parcial (7 docentes) acuerdo, mientras que dos de ellos (11,1%), no marcan ni acuerdo ni desacuerdo alguno con la afirmación.

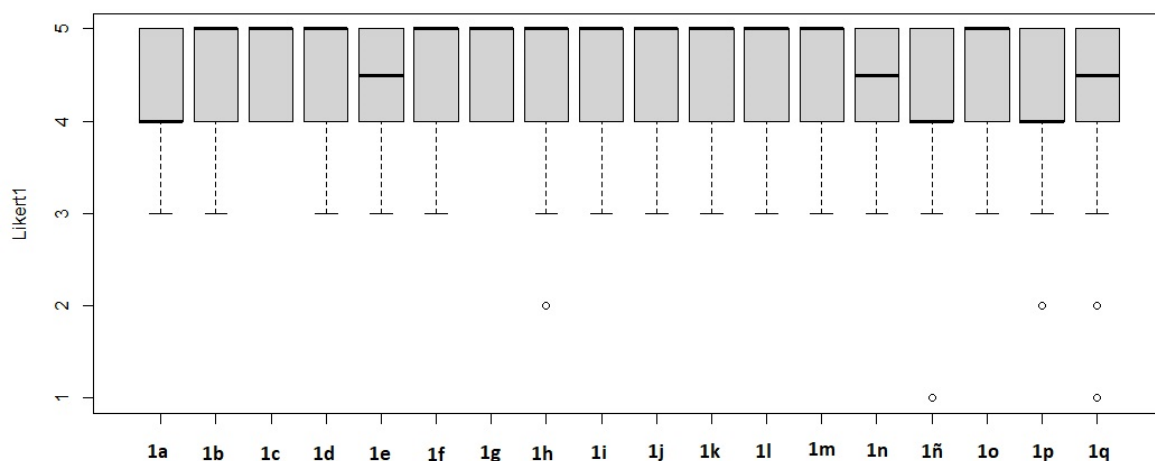
- **1f. Pensamiento espacial y abstracto.** Aun existiendo 1 docente (5,6%) que no marca ni acuerdo ni desacuerdo con la afirmación “El uso del SIG permite el desarrollo del pensamiento espacial y abstracto en el alumnado”, más de la mitad de los expertos, 12 (66,7%), marcan su total acuerdo con la sentencia, y los otros 5 (27,8%) señalan un acuerdo parcial con ella, representando un total de 94,5% de los expertos, quienes muestran alguna coincidencia con esta afirmación.
- **1g. Competencia digital.** También cuando se pregunta por la afirmación “El uso del SIG desarrolla la competencia digital desde el punto de vista geográfico” la totalidad del panel de expertos muestra algún grado de coincidencia con ella, 13 panelistas (72,2%) totalmente y 5 docentes (27,8%) parcialmente.
- **1h. En otras asignaturas del currículum.** Sin abandonar el amplio consenso de las cuestiones anteriores, 16 docentes (88,9%) coinciden total (12) o parcialmente (4) con la afirmación: “La aplicación didáctica de los SIG se puede realizar desde otras asignaturas del currículum”. Pero en esta ocasión existe 1 experto que no señala coincidencia alguna con la afirmación (5,6%) y otro (5,6%) que marca una discrepancia parcial con ella.
- **1i. De conceptos abstractos a realidades tangibles.** Preguntado el panel de expertos por la frase “El uso didáctico de los SIG facilita trasladar conceptos abstractos y desconocidos a realidades tangibles y reconocibles”, se puede considerar un alto grado de coincidencia, en la que 17 docentes (94,4%) coinciden total (11 panelistas) o parcialmente (6 panelistas) con ella, mientras que solamente 1 no muestra ni acuerdo ni desacuerdos.
- **1j. Acceso a cartografía y datos.** En la misma línea, la mayoría del panel de expertos, 16 (88,9%) señala su coincidencia total, 13 (72,2%), o parcial, 3 (16,7%), con la frase “El uso didáctico de los SIG facilita el acceso al alumnado de gran cantidad de cartografía y datos oficiales de calidad”. Solamente 2 expertos no señalan estar ni acuerdo ni desacuerdo con la sentencia.
- **1k. Análisis de las relaciones.** Igual que en la anterior cuestión, la mayoría del panel de expertos 16 (88,9%) señala su coincidencia total, 13 (72,2%), o parcial, 3 (16,7%), con la frase “El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite el análisis de las relaciones de diferentes elementos geográficos”, mientras que 2 docentes no marcaron ni acuerdos ni desacuerdos.
- **1l. Factores de los procesos.** Un alto consenso se da también en la sentencia “El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite concluir los factores que intervienen en un proceso geográfico”, en la que 17 expertos (94,5%) señalan un grado de coincidencia total (12 expertos o 66,7%) o parcial (5 expertos o 27,8%) con ella, y solamente 1 (5,6%) no marca ni acuerdo ni desacuerdo con la frase.

- **1m. Participación del alumnado en su aprendizaje.** En este apartado, aun siendo elevada la coincidencia de opiniones en opciones de concordancia con la frase “El uso de los SIG favorece la participación del alumnado en su propio aprendizaje” 14 expertos (77,8%), sumando 11 expertos en coincidencia total (61,1%) y 3 en coincidencia parcial (16,7%), destaca la subida de expertos indecisos a 4 (22,2%), que no presentan ni acuerdos ni desacuerdos con la afirmación, y que superan en número a los que sí presentan acuerdos parciales con ella.
- **1n. Metodología activa.** La opinión del panel de expertos sobre el uso de la metodología activa se gradúa en función de su coincidencia con la frase “La metodología activa es la más adecuada para el uso didáctico de los SIG”, siendo la respuesta, como en los casos anteriores, de coincidencia mayoritaria (14 expertos, 77,8%) repartidos entre coincidencia total (9 docentes, 50%) o parcial (5 docentes, 27,8%), mientras que los expertos indefinidos ascienden a 4 (22,2%), marcando una significativa divergencia sobre los datos mayoritarios.
- **1ñ. El SIG sirve para el aprendizaje o es aprendizaje en sí.** Cuestionado el panel de expertos sobre la afirmación “Los SIG son una herramienta que sirven para el aprendizaje geográfico, no es el objetivo del aprendizaje en sí”. Mayoritariamente, se está a favor de la afirmación (16 docentes, 88,8%) señalando estar completa o parcialmente de acuerdo con esta afirmación en el mismo número de expertos, 8 en cada caso (44,4%). Sin embargo, a la igualdad mantenida entre las dos categorías máximas, hay que unir 1 experto que declara no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo (5,6%) y otro que señala completamente está en contra de esta afirmación.
- **1o. Explicar fenómenos geográficos mediante metodología expositiva.** El panel de expertos vuelve a coincidir mayoritariamente con la afirmación consultada “Mediante metodología expositiva, los SIG sirven para explicar fenómenos geográficos, análisis espacial y realizar propuestas geoespaciales”, tanto total (10 docentes, 55,6%) como parcialmente (6 docentes, 33,3%). Los 2 docentes restantes (11,1%) muestran su indefinición con esta afirmación al marcar un 3, lo que significa no presentar ni acuerdos ni desacuerdos con la afirmación.
- **1p. Habilidades y destrezas en comunicación.** Al consultar al panel de expertos sobre la afirmación “El objetivo final de cualquier producto elaborado con SIG debe ser el desarrollo de las habilidades y destrezas en comunicación oral, y pensamiento crítico en el alumnado”, señalan tener algún grado de coincidencia 14 participantes (77,7%), mientras que 3 participantes (16,7%) presentan indefinición en su respuesta y 1 único participante (5,6%) muestra su desacuerdo parcial con la afirmación. Al contrario que en respuestas anteriores, en este caso, el mayor grado de coincidencia de la mayoría se encuentra en el valor 4, esto es, con un acuerdo parcial (8 participantes 44,4 %) mientras que con una coincidencia completa lo han señalado 5 participantes (33,3%).

- **1q. Papel del docente.** La última cuestión de esta serie, está referida a “El papel del docente en la enseñanza con SIG es la de acompañamiento y guía al alumnado”. En este caso, existe una variedad de respuestas que abarca todo el abanico posible, aunque la mayoría, y que por tanto marca el consenso, queda recogida en los valores de coincidencia total, 9 expertos (50%) y parcial, 6 expertos (33%), que en su conjunto agrupan a 15 docentes (83,3% de las respuestas). Las tres respuestas restantes señalan cada una de ellas posiciones diferentes, 1 indefinida, 1 parcialmente en desacuerdo y 1 totalmente en desacuerdo.

De las respuestas de los expertos docentes de educación secundaria a este primer bloque de contenidos, se concluye que la utilización didáctica de los SIG favorece el pensamiento espacial y abstracto, haciéndolo tangible. Su aplicación permite trabajar sobre casos reales y no solamente sobre contenidos teóricos, favoreciendo un análisis multicausal que, con el trabajo en capas, permite el análisis de las relaciones entre los diferentes elementos y factores geográficos, impulsando así el pensamiento espacial. Su uso va dirigido a la adquisición del conjunto de competencias educativas, entre ellas la digital y las de comunicación. Se marca una tendencia general por la que se considera el uso de los SIG como motivante para el alumnado. Por otra parte, se piensa que el uso de los SIG, más que un contenido en sí mismo como objeto de estudio, es una herramienta para alcanzar otros conocimientos geográficos, además de facilitar el acceso a gran cantidad de datos y cartografía de calidad. La metodología activa es la que mejor se adapta a la enseñanza con SIG, fomenta el trabajo colaborativo, y con la que el alumnado participa en su propio aprendizaje, aunque también se pueden utilizar los SIG en la metodología expositiva para explicar distintos fenómenos geográficos. Finalmente, se señala la posibilidad de que los SIG puedan aplicarse a otras asignaturas del curriculum.

**Gráfico 5.** Agrupación de respuestas respecto a algunas afirmaciones sobre los usos de los SIG



**Leyenda:**

- 1a. El uso del SIG motiva al alumnado.
- 1b. El uso del SIG permite orientar la enseñanza hacia aprendizajes competenciales.
- 1c. El uso del SIG permite trabajar sobre casos reales y no solamente sobre contenidos teóricos.
- 1d. El uso del SIG permite fomentar en el alumnado una visión multicausal de los fenómenos geográficos.
- 1e. El uso del SIG permite el trabajo colaborativo entre varios estudiantes.
- 1f. El uso del SIG permite el desarrollo del pensamiento espacial y abstracto en el alumnado.
- 1g. El uso del SIG desarrolla la competencia digital desde el punto de vista geográfico.
- 1h. La aplicación didáctica de los SIG se puede realizar desde otras asignaturas del currículum.
- 1i. El uso didáctico de los SIG facilita trasladar conceptos abstractos y desconocidos a realidades tangibles y reconocibles.
- 1j. El uso didáctico de los SIG facilita el acceso al alumnado de gran cantidad de cartografía y datos oficiales de calidad.
- 1k. El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite el análisis de las relaciones de diferentes elementos geográficos.
- 1l. El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite concluir los factores que intervienen en un proceso geográfico.
- 1m. El uso de los SIG favorece la participación del alumnado en su propio aprendizaje.
- 1n. La metodología activa es la más adecuada para el uso didáctico de los SIG.
- 1ñ. Los SIG son una herramienta que sirven para el aprendizaje geográfico, no es el objetivo del aprendizaje en sí.
- 1o. Mediante metodología expositiva, los SIG sirven para explicar fenómenos geográficos, análisis espacial y realizar propuestas geoespaciales.
- 1p. El objetivo final de cualquier producto elaborado con SIG debe ser el desarrollo de las habilidades y destrezas en comunicación oral, pensamiento crítico en el alumnado.
- 1q. El papel del docente en la enseñanza con SIG es la de acompañamiento y guía al alumnado.

Fuente: Elaboración propia

2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones sobre el uso de los SIG.

El segundo bloque de preguntas para el cuestionario del panel de expertos de educación secundaria, se integra por cuatro cuestiones generales con respuestas múltiples cerradas, en cuya elección, se pueden seleccionar varias de ellas. Además, en cada cuestión se incluye una opción de “otras”, por lo que se da la oportunidad a responder mediante un párrafo abierto, por si el panelista considera la existencia de otras opciones no señaladas previamente.

- **Estímulo al estudiante.** A la cuestión sobre qué se estimula en el estudiante cuando se utiliza SIG, las respuestas señaladas han sido por orden de preferencia: 1) analizar, 17 respuestas (94,4%); 2) presentar resultados, 16 respuestas (88,9%); 3) seleccionar información oficial, 15 respuestas (83,3%); 4) indagar, es decir, buscar información, 14 respuestas (77,8%); 5.a) cartografiar fenómenos geográficos y 5.b) explicar fenómenos geográficos, cada una con 13 respuestas (72,2%); 7) sacar conclusiones, 12 respuestas (66,7%); 8) compartir geoinformación, 9 respuestas (50%); otra, 1 respuesta (6,1%), “ser más competente, en el sentido más amplio de la palabra”. Si bien todas las respuestas, salvo la opción abierta de otros, han sido marcadas por más de la mitad del panel de los expertos, es de destacar aquellas tres opciones seleccionadas por más de un 80% de los panelistas, lo que nos indicaría un alto grado de consenso. En este caso, estas opciones son: analizar, presentar resultados y seleccionar información.
- **Estudio de fenómenos geográficos.** A la pregunta sobre de qué manera permite el uso de los SIG estudiar los fenómenos geográficos, las respuestas ordenadas según el número de panelistas que las seleccionaron, son: 1) didáctica, 14 respuestas (77,8%); 2) práctica, 13 respuestas (72,2%); 3) atractiva y dinámica, 12 respuestas cada una (66,7%); 4) motivante, 10 respuestas (55,6%); rigurosa, 9 respuestas (50%); otra, 2 respuestas (11,1%) que al ser abierta señalan lo siguiente: a) “Multidisciplinar o por ámbitos” b) “Y también en otros ámbitos como historia, arte, literatura”. En este caso las tres respuestas que más consenso concitaron en el panel de expertos determinan que la afirmación inicial se construye como sigue: “Los SIG permiten estudiar los fenómenos geográficos de manera didáctica, de manera práctica, y de manera atractiva y dinámica”.
- **Usos concretos de los SIG.** En la pregunta sobre qué usos concretos y puntuales se pueden hacer de los SIG, el panel de expertos marcó un consenso amplio con tres respuestas destacadas sobre el resto que fueron señaladas cada una por 15 expertos (83,3%): consulta de cartografía variada, de calidad y actualizada; consulta de datos reales y actualizados y utilización de herramientas de geolocalización, referenciación, mediciones o cotas. El resto de las propuestas con menor apoyo son las siguientes, ordenadas de mayor a menor: las salidas de campo (14 docentes, 77,8%), utilización gráfica

proyectada en pizarra digital (13 docentes, 72,2%) y reutilización de la información (cartografía, datos) (11 docentes, 61,1%). Además, 2 docentes señalan el apartado “otros” indicando: “Elaboración de nueva cartografía, generación de nuevos conceptos” y “Creación de aplicaciones web a partir de mapas para que el alumnado presente proyectos de aprendizaje de cualquier materia”.

- **Dificultades para trabajar con los SIG.** La última pregunta del bloque hace referencia a las dificultades para trabajar con los SIG en la educación secundaria. La respuesta que mayor consenso reúne es la falta de formación del profesorado que es marcada por 15 expertos (83,3%) como una de las dificultades principales. En segundo lugar, marcada por 14 expertos (77,8%), se señala el escaso tiempo disponible para poder dedicar al uso de los SIG. En tercer lugar, y muy vinculada a esta última respuesta, 13 expertos marcan la gran extensión de los programas de las asignaturas geográficas, que impiden dedicar el tiempo a otras cuestiones que no sean el desarrollo de contenidos teóricos. 11 de los expertos (61,1%) señalan como dificultad el excesivo número de alumnos por grupo. Ya son menos de la mitad de los expertos consultados los que marcan las restantes opciones: 7 panelistas (38,9%) marcan la escasa dotación tecnológica del centro; 6 panelistas (33,3%) indican que los estudiantes no disponen de los equipos personales adecuados; 4 panelistas (22,2%) subrayan como dificultad para seguir la enseñanza con SIG la heterogeneidad de alumnado en los grupos; y finalmente solo 3 panelistas (16,7%) marcan como problema la falta de disposición del alumnado para trabajar de una manera diferente.

La opción “otras” es utilizada por 2 panelistas (11,1%) que añaden la siguiente información: a) El rigor de los temarios: "Hay que cumplir los programas"; la coordinación con otros compañeros en la secuencia de dicho programa y b) Falta de motivación del profesorado a causa del desconocimiento del potencial de los SIG como herramienta educativa.

De este bloque de respuestas, podemos concluir lo siguiente: En primer lugar, que los docentes creen que el uso de los SIG en la enseñanza tiene múltiples objetivos, siendo los tres principales, 1. estimular al alumnado para realizar análisis de fenómenos geográficos; 2. presentar los resultados de esos análisis de una manera gráfica adecuada; y 3. seleccionar la información oficial necesaria para realizar estos análisis, punto este, muy unido al cuarto objetivo marcado, que es el estímulo a la indagación.

En segundo lugar, los docentes piensan que el uso de los SIG permite estudiar esos fenómenos geográficos de manera más didáctica, práctica, atractiva y dinámica. Además de los usos generales durante el transcurso de las clases, los SIG pueden tener otros usos puntuales como la consulta de cartografía y datos reales, variados, de calidad y actualizados, así como la utilización de herramientas que se incluyen en

los softwares SIG como las relativas a la geolocalización, referenciación, mediciones o cotas.

La principal dificultad detectada para la utilización de los SIG en la educación secundaria está relacionada con aspectos formativos del docente, que tiene poca formación en el uso de estas herramientas. Otras dificultades marcadas son las curriculares, como el escaso tiempo con el que se cuenta en las asignaturas geográficas y el extenso programa a tratar durante el curso académico. También son destacables algunas dificultades organizativas, como el elevado número de estudiantes por aula, que impide al profesor poder dedicarse individualmente a ellos durante el desarrollo de actividades SIG, como es necesario durante la implementación de la metodología activa.

3. Valore las siguientes estrategias metodológicas según crea que se adaptan mejor o peor a la enseñanza geográfica mediante SIG

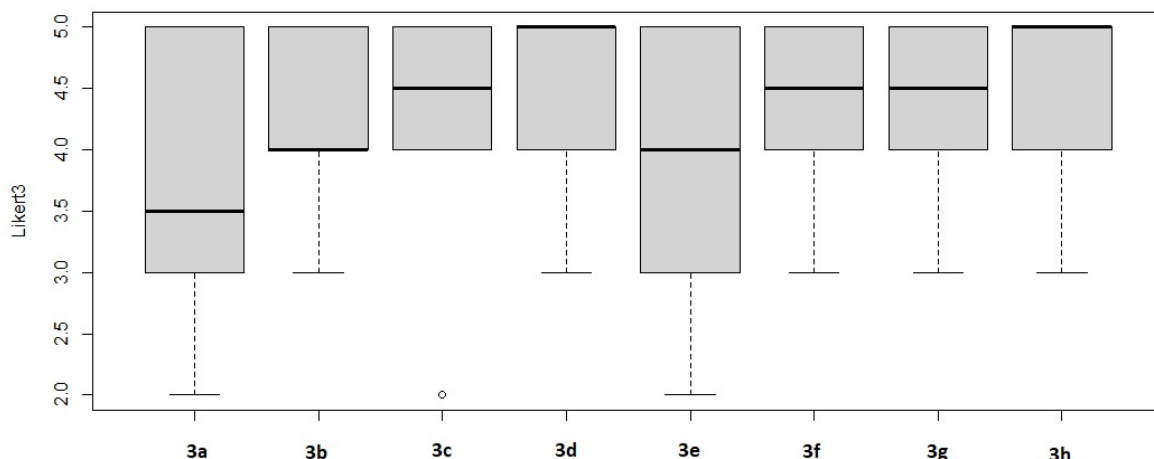
Este bloque de preguntas va destinado a conocer la opinión del profesorado sobre un conjunto de estrategias metodológicas activas. Se pidió al panel de expertos valorar, mediante una escala de Likert de 1 a 5 su grado de acuerdo con ellas, siendo el 1 en total desacuerdo y el 5 completamente de acuerdo (Gráfico 6). Además, se dejó una respuesta abierta para el caso de que pensarán en otras estrategias metodológicas no señaladas en las preguntas, siendo utilizada por dos expertos, uno de los cuales añade “Rutinas de pensamiento geoespacial” como estrategia metodológica, el otro utiliza este espacio para justificar su selección de valores entre las distintas estrategias metodológicas.

- **3a. Clase invertida.** En esta estrategia metodológica el estudiante aprende a usar la herramienta a través de videos y a continuación desarrollar proyectos propios siguiendo las instrucciones dadas por el docente. No ha sido muy valorada por el panel de expertos, obteniendo un 3,72 de media, ya que frente a 9 respuestas (50%) que están total o parcialmente de acuerdo (5 respuestas, 27,8% y 4 respuestas, 22,2%, respectivamente), hay 8 respuestas indefinidas, que no muestran ni acuerdo ni desacuerdo (44,4%) y 1 que señala su desacuerdo parcial (5,6%).
- **3b. Trabajo cooperativo.** En la que el estudiante participa con otros estudiantes en la elaboración de cartografía. Su valoración media ha sido de 4,33, obteniendo tantas respuestas totalmente de acuerdo como parcialmente de acuerdo (8 respuestas, 44,4%, en ambos casos) y 2 respuestas indefinidas (11,1%), en las que no se muestra ni acuerdo ni desacuerdo.
- **3c. Trabajo basado en problemas.** En esta estrategia metodológica, el docente plantea un problema geográfico que se resuelve mediante la utilización de los SIG. Ha obtenido una valoración media de 4,38. Fue una opción mayoritaria entre los panelistas, ya que 9 (50%) está totalmente de

acuerdo con ella y 8 (44,4%) coinciden parcialmente. Solamente un panelista se desmarca del resto y señala no estar de acuerdo parcialmente con ella.

- **3d. Trabajo basado en proyectos.** Mediante esta estrategia metodológica, el estudiante, o grupo de estudiantes, desarrolla un proyecto geográfico utilizando los SIG. Su valoración media por el panel de expertos ha sido de 4,55. Según las respuestas dadas, 11 panelistas (61,1%) coinciden totalmente con esta estrategia, mientras que 6 panelistas (33,3%) lo hacen parcialmente y un único panelista (5,6%) se encuentra indefinido antes la estrategia.
- **3e. Aprendizaje basado en juegos.** El uso del SIG está incorporado en una estrategia lúdica para el aprendizaje geográfico. Al respecto existe una variedad de opiniones que hacen que la valoración media dada por el panel de expertos quede en 3,88. Aunque existen 10 panelistas (55,5%) que se encuentran total (6, 33,3%) o 4 parcialmente de acuerdo (22,2%) con esta estrategia metodológica, existe un número importante de ellos (5) que se encuentran indefinidos (27,8 %) o 3 parcialmente en desacuerdo (16,7%)
- **3f. Aprendizaje por descubrimiento.** En este caso, el docente da unas explicaciones previas sobre el funcionamiento de la herramienta, y el alumnado selecciona un tema que les motiva para realizar un trabajo sobre él aplicando los SIG, siendo el docente quién sirve de guía ante las dudas del alumnado. Esta estrategia metodológica ha obtenido una valoración media de 4,38. La mitad del panel de expertos (9) está completamente de acuerdo con esta estrategia metodológica, mientras que otros 7 (38,9%) afirma estar parcialmente de acuerdo con ella. Hay 2 panelistas (11,1 %) que ante esta estrategia se mantienen indefinidos.
- **3g. Aprendizaje servicio.** Se define como la realización de propuestas para resolver un problema geográfico real que tenga algún beneficio para la sociedad, en nuestro caso, a través de la utilización del SIG. Tiene una valoración de 4,38 de media entre los panelistas. Entre los panelistas 9 (50%) están completamente de acuerdo con la aplicación del aprendizaje servicio, 7 (38,9%) lo hace de manera parcial y 2 (11,1%) tiene una actitud indefinida ante ella.
- **3h. Salidas didácticas.** Mediante esta estrategia didáctica se complementan las salidas de campo, para previamente a la visita, analizar con el SIG el espacio a transitar; durante el recorrido realizar actividades online como la grabación de la ruta en gpx, la geolocalización de imágenes, etc.; y tras su finalización, analizar la visita añadiendo información al recorrido. Su valoración media por parte del panel de expertos ha sido 4,44. Es ampliamente coincidente con la opinión de la mayoría de los expertos, pues 11 de ellos (61,1%) respaldan totalmente esta estrategia y 4 más (22,2%) lo hacen parcialmente. Solamente 3 panelistas (16,7%) marcan la opción de indefinición entre las respuestas.

**Gráfico 6.** Agrupación de respuestas respecto a la valoración de diferentes estrategias metodológicas para aplicar los SIG



**Leyenda:**

3a. Clase invertida: el estudiante aprende a usar la herramienta a través de videos y a continuación desarrolla proyectos propios siguiendo las instrucciones dadas por el docente.

3b. Trabajo cooperativo: el estudiante participa junto a otros estudiantes en la elaboración de cartografía.

3c. El trabajo basado en problemas: el docente plantea un problema geográfico que se resuelve mediante la utilización de los SIG.

3d. El trabajo basado en proyectos: El estudiante (o grupo de estudiantes) desarrolla un proyecto geográfico utilizando los SIG.

3e. Aprendizaje basado en juegos: el uso del SIG está incorporado en una estrategia lúdica para el aprendizaje geográfico.

3f. Aprendizaje por descubrimiento: tras unas explicaciones previas sobre el funcionamiento de la herramienta, el grupo de alumnos selecciona un tema que les motiva y realizan un trabajo sobre él aplicando los SIG, siendo el profesor quién sirve de guía ante las dudas del alumnado.

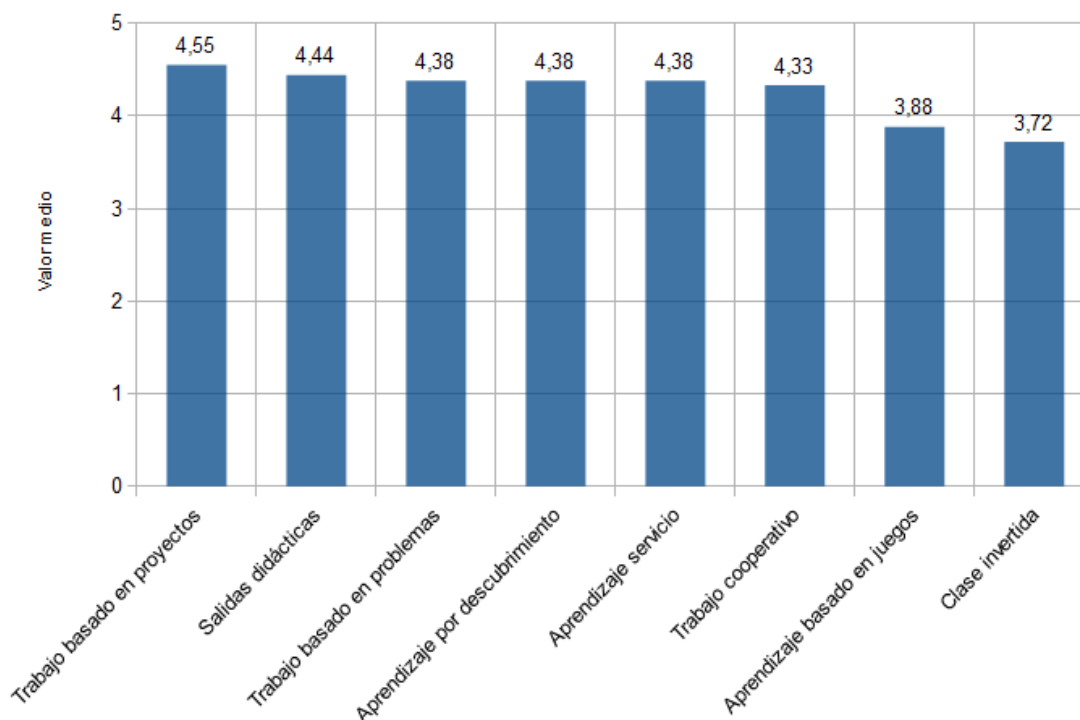
3g. Aprendizaje servicio: Realizar propuestas para resolver un problema geográfico real que tenga algún beneficio para la sociedad.

3h. Salidas didácticas, en la que con el SIG se puede analizar el espacio a recorrer previamente, realizar actividades online durante el recorrido y analizar la visita tras finalizar añadiendo la ruta grabada en gps, etc.

Elaboración propia

Entre todas las estrategias didácticas, la más valorada en su conjunto por el panel de expertos ha sido el trabajo basado en proyectos (4,55), seguido por las salidas de campo (4,44), y otras tres con la misma valoración (4,38): trabajo basado en problemas, aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje servicio. Las menos valoradas son el trabajo cooperativo (4,33), el aprendizaje basado en juegos (3,88), y la clase invertida (3,72). La valoración de las estrategias didácticas ha quedado recogida en el Gráfico 7.

**Gráfico 7.** Clasificación de las distintas estrategias metodológicas propuestas en función del valor medio otorgado



Fuente: Elaboración propia

4. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones acerca del uso didáctico de los SIG?

El cuarto bloque de contenidos del cuestionario está centrado en conseguir la opinión del grupo de expertos sobre cuestiones relativas al uso didáctico de los SIG. También se incorporan otras cuestiones que no se podían encuadrar en otro bloque pero que habían surgido del primer cuestionario general. En ambos casos se les ha pedido a los miembros del panel de expertos que valoren su acuerdo con las afirmaciones presentadas siguiendo una escala de Likert de 1 a 5, en el que 1 equivale a estar completamente en desacuerdo y 5 completamente de acuerdo (Gráfico 8)

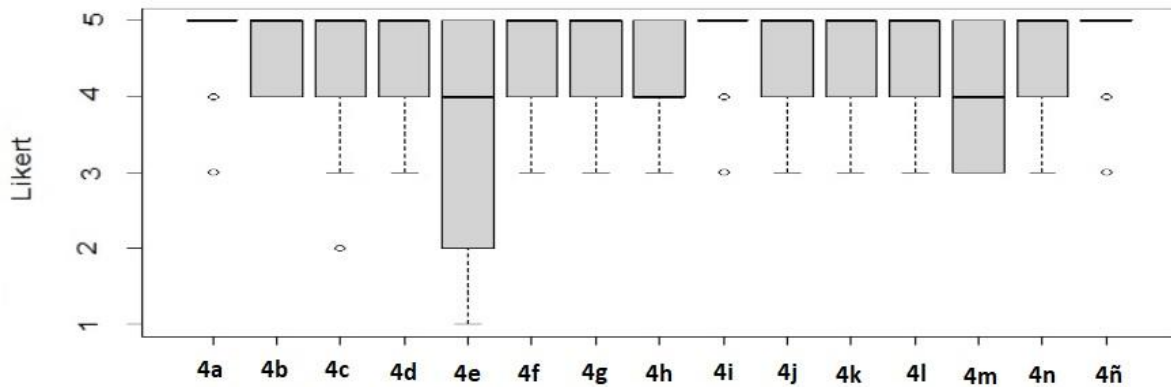
- **4a. Problemas actuales.** Mayoritariamente (14 docentes) están completamente de acuerdo (77,8%) con la sentencia sobre la que se consulta “Los SIG sirven para estudiar problemas geográficos actuales”, además otros 3 (16,7%) están de acuerdo parcialmente con la afirmación. Solamente uno de los expertos consultados mantiene su indefinición, sin mostrar acuerdo ni desacuerdo.
- **4b. Variedad de contenidos.** Ante la afirmación “Con los SIG se pueden trabajar una gran variedad de contenidos”, se consigue un gran consenso, ya que 13 miembros del panel de expertos coinciden totalmente (72,2%) y otros 5 miembros parcialmente (27,8%) con ella, sin que exista opiniones discrepantes.

- **4c. Clases activas.** Cuestionados los expertos por la frase “Los SIG permiten ofrecer clases más activas”, existen más variedad de opiniones, aunque mayoritariamente 13 de los expertos (72,2%) aseguran compartir completamente esa idea, mientras que otros 2 (11,1%) lo hacen parcialmente. Hay 2 panelistas (11,1%) que no se definen entre acuerdos y desacuerdos, y 1 (5,6%) que se muestra discrepante parcialmente con la afirmación.
- **4d. Interrelaciones entre elementos geográficos.** Otra cuestión que concita gran consenso es sobre si “Los SIG permiten descubrir interrelaciones entre los elementos geográficos”. En este caso 12 (66,7%) panelistas marcan su total coincidencia con la frase, y 5 (27,8%) señalan su coincidencia parcial. Solamente un experto (5,6%) señala su indefinición, no marcando ni acuerdos ni desacuerdos.
- **4e. Metodologías memorísticas.** La afirmación “El uso didáctico de los SIG permite el abandono de metodologías con finalidad memorística” consigue mayor controversia entre los panelistas, distribuyendo el número de respuestas de manera más equilibrada por toda la escala. Aun así, 11 panelistas, que son mayoría (61,1%), son los que coinciden con la afirmación, 8 de ellos lo hacen totalmente (44,4%) y otros 3 parcialmente (16,7%). Panelistas que afirman estar parcialmente en desacuerdo con la afirmación son 4 (22,2%) y otros 2 (11,1%) los que están completamente en desacuerdo. Además, un panelista (5,6%) señala que no está ni de acuerdo ni en desacuerdo con la sentencia.
- **4f. Ejemplos reales.** La frase “El uso didáctico del SIG permite el estudio de ejemplos reales”, vuelve a concitar consensos mayoritarios, ya que 16 panelistas (88,8%) sienten algún grado de acuerdo con ella: 3 (16,7%) parcialmente y 13 (72,2%) completamente. Solamente dos panelistas marcan la opción de no tener ni acuerdo ni desacuerdo con ella.
- **4g. Distintos usos didácticos.** También en esta ocasión se vuelve a concitar un consenso mayoritario a favor de la afirmación “Con los SIG se permite realizar diferentes usos didácticos, desde despertar el interés del alumnado por la asignatura, hasta trabajar el pensamiento abstracto y espacial en los estudiantes”. 16 panelistas (88,8%) afirman tener algún tipo de afinidad con la sentencia por la que se pregunta, entre los que 11 de ellos (61,1%) lo hace completamente conforme, y 5 más (27,8%) su conformidad es parcial, existiendo solamente 2 panelistas (11,1%) que no muestra ni conformidad ni disconformidad con la frase.
- **4h. Creación de contenidos.** Para la frase “El uso didáctico de los SIG, permite al alumnado más avanzado, crear contenidos geográficos en proyectos y resolución de problemas”, existe cierto grado de consenso con ella, aunque no completamente en la forma en la que ha sido redactada. Si bien 16 panelistas (88,8%) indican algún grado de afinidad con esta afirmación, de estos, 9 (50%) lo sitúan parcialmente frente a los 7 (38,9%) que indican completamente su conformidad. Completan el cuadro de respuestas 2 panelistas que se sitúan de manera indefinida entre el acuerdo y el desacuerdo.

- **4i. Competencias digitales y espaciales.** La sentencia “ El uso didáctico del SIG permite no solo el aprendizaje de los contenidos geográficos, sino que como valor añadido, se desarrollan las competencias digitales y espaciales del alumnado”, concita un mayor consenso, coincidiendo completamente con ella 14 panelistas (77,8%) y otros 3 (16,7%) lo hacen parcialmente. Solamente un panelista sitúa su respuesta en la indefinición entre acuerdo y desacuerdo.
- **4j. Intervención del alumnado.** La frase “El uso didáctico de los SIG no solo permite el análisis del territorio, sino que además permite la intervención del alumnado realizando propuestas de mejora” también provoca un alto porcentaje de consenso. 15 (83,4%) expertos decantan sus respuestas hacia el lado de la coincidencia con la sentencia, 10 (55,6%) lo hacen totalmente y otros 5 (27,8%) parcialmente. Los 3 expertos restantes indican su indefinición en la respuesta.
- **4k. Compartir y reutilizar resultados.** En cuanto a la afirmación “La utilización de los SIG, permite desarrollar en el alumnado la capacidad de compartir sus resultados digitalmente y fomentar la reutilización de la cartografía y los datos”, sigue un patrón similar a la anterior pregunta. 17 expertos (94,5%) declaran coincidente su opinión con el sentido de la afirmación, 10 expertos (55,6%) lo hacen totalmente y 7 (38,9%) parcialmente. Existe un único experto (5,6%) que señala su indecisión en esta cuestión.
- **4l. Creatividad.** Para la afirmación “El uso de los SIG potencia la creatividad del alumnado, al poder elaborar cartografía visualmente atractiva, elevando su autoestima” también se sigue un patrón positivo en exclusividad, con 16 (88,9%) expertos cuya opinión coincide de alguna manera con lo expresado en la frase. 10 de los expertos (55,6%) lo hacen de manera completa y 6 (33,3%) de manera parcial. En este caso la indefinición ha sido señalada por 2 (11,1%) panelistas.
- **4m. Forma de impartir las clases.** Se cuestiona al panel de expertos sobre la frase “El empleo de los SIG en el aula obliga al docente a cambiar la forma tradicional de impartir clase”. Se generan dudas en la respuesta. Sin existir panelistas que marquen su desacuerdo con la frase, hasta 6 de ellos (33,3%) han señalado la opción de indefinición, en la que ni se marcan acuerdos ni se indican desacuerdos con la cuestión planteada. Entre los 12 panelistas restantes (66,6%), todos marcan algún tipo de coincidencia con la cuestión planteada. 8 (44,4%) han marcado completamente su acuerdo y 4 (33,3%) lo han hecho parcialmente.
- **4n. Proyección de futuro de los SIG.** La cuestión sobre “El uso de los SIG, junto con otras tecnologías emergentes (Realidad Aumentada, Realidad Virtual, etc) son herramientas tecnológicas con gran proyección de futuro” logra un alto consenso entre los panelistas. 13 (72,2%) comparten completamente su sentido, 4 (22,2%) lo hacen parcialmente y 1 no señala ni acuerdo ni desacuerdo con la frase.
- **4ñ. Potenciación del uso didáctico de los SIG.** La última cuestión del bloque logra el máximo consenso de toda la serie de preguntas. La afirmación

“Todavía hace falta potenciar el uso didáctico de los SIG” es compartida totalmente por 16 de los panelistas (88,9%), 1 (5,6%) la comparte parcialmente y 1 (5,6%) no muestra ni acuerdo ni desacuerdo con ella.

**Gráfico 8.** Agrupación de respuestas respecto a distintas afirmaciones sobre el uso didáctico de los SIG



Leyenda:

- 4a. Los SIG sirven para estudiar problemas geográficos actuales.
- 4b. Con los SIG se pueden trabajar una gran variedad de contenidos.
- 4c. Los SIG permiten ofrecer clases más activas.
- 4d. Los SIG permiten descubrir interrelaciones entre los elementos geográficos
- 4e. El uso didáctico de los SIG permite el abandono de metodologías con finalidad memorística.
- 4f. El uso didáctico del SIG permite el estudio de ejemplos reales.
- 4g. Con los SIG se permite realizar diferentes usos didácticos, desde despertar el interés del alumnado por la asignatura, hasta trabajar el pensamiento abstracto y espacial en los estudiantes.
- 4h. El uso didáctico de los SIG, permite al alumnado más avanzado, crear contenidos geográficos en proyectos y resolución de problemas.
- 4i. El uso didáctico del SIG permite no solo el aprendizaje de los contenidos geográficos, sino que, como valor añadido, se desarrollan las competencias digitales y espaciales del alumnado.
- 4j. El uso didáctico de los SIG no solo permite el análisis del territorio, sino que además permite la intervención del alumnado realizando propuestas de mejora.
- 4k. La utilización de los SIG, permite desarrollar en el alumnado la capacidad de compartir sus resultados digitalmente y fomentar la reutilización de la cartografía y los datos.
- 4l. El uso de los SIG potencia la creatividad del alumnado, al poder elaborar cartografía visualmente atractiva, elevando su autoestima.
- 4m. El empleo de los SIG en el aula obliga al docente a cambiar la forma tradicional de impartir clase.
- 4n. El uso de los SIG, junto con otras tecnologías emergentes (Realidad Aumentada, Realidad Virtual, etc) son herramientas tecnológicas con gran proyección de futuro.
- 4ñ. Todavía hace falta potenciar el uso didáctico de los SIG

Fuente: Elaboración propia

Tras el análisis de este bloque de respuestas, se constata que existe la necesidad de potenciar el uso didáctico del SIG, que es considerada, junto a otras tecnologías emergentes, como una tecnología con gran proyección de futuro. Esta puede orientar

al docente a impartir clase de otra manera, más activa, y quizás dejando atrás estrategias más memorísticas. Los SIG presentan diferentes usos didácticos, con la finalidad de atraer al alumnado hacia el aprendizaje geográfico, resaltando las competencias espaciales y digitales. Con los SIG se trabajan gran variedad de contenidos, descubriendo las interrelaciones de los distintos elementos geográficos, y en los que el estudiante puede intervenir, no solo en el propio análisis del territorio, con ejemplos reales y actuales, sino también realizando propuestas de mejora. Los SIG fomentan la creatividad en el alumnado, así como otras cualidades vinculadas a la creación de contenidos propios de los SIG, como la de compartir las creaciones y reutilizar los resultados obtenidos durante los trabajos.

## 5. Cuestiones sobre el Sistema Educativo

Al panel de expertos de educación secundaria se le añadió un breve quinto bloque de preguntas, ya que durante el análisis del cuestionario de la primera ronda se advirtió la recurrencia de temas asociados a los contenidos y las competencias en diferentes ámbitos educativos tanto curriculares, como organizativos. Este quinto bloque se organizó con dos cuestiones para conocer la opinión del panel de expertos sobre el sistema educativo. La respuesta es cerrada con dos opciones posibles excluyentes.

- Base del sistema educativo actual. Se consulta sobre cuál es la base del sistema educativo en la actualidad, ofreciendo dos posibles respuestas: competencias o contenidos. La totalidad del panel de expertos señalan que el sistema educativo en la actualidad se basa en los contenidos
- Base del sistema educativo para poder utilizar los SIG de manera continuada. Como continuación a la cuestión anterior, se consulta al panel de expertos por su opinión sobre en qué se debía basar el sistema educativo si se pretende hacer un uso continuado de los SIG didácticos, ofreciéndoles las mismas respuestas que en la cuestión anterior. En este caso no se obtiene unanimidad, pero sí una respuesta positiva contundente con 17 panelistas (94,4%) que afirman que se necesitaría tener un sistema educativo basado en las competencias y no tanto en los contenidos, que lo señala 1 panelista (5,6%).

Por las respuestas de este último bloque, se intuye que, aunque en las últimas leyes educativas el peso de las competencias, llamadas básicas o clave, según la ley, haya ido creciendo en importancia, no significa que el papel de otro de los elementos principales del curriculum, como son los contenidos haya disminuido, sino todo lo contrario. En la LOMCE los contenidos se reforzaron con la aparición de un nuevo elemento curricular, los estándares de aprendizaje. Esa sensación que tienen los docentes queda aquí reflejada en las respuestas del panel de expertos, pero cambia rotundamente cuando se les consulta sobre cómo debería ser el sistema educativo para poder hacer un uso continuado de los SIG, ya que son una herramienta que, como se ha visto en cuestiones anteriores, sirve para trabajar los contenidos desde un punto de vista práctico y competencial. En esa cuestión, los docentes

mayoritariamente señalan que debería ser un sistema educativo basado en competencias.

#### 5.3.4. Resultados segunda ronda panel de profesores de Universidad

##### 1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG?

El primer bloque de cuestiones del panel de expertos universitarios versa sobre el uso general de los SIG. Se presentan una serie de afirmaciones sobre las que el panel de expertos debe señalar su grado de coincidencia siguiendo una escala de Likert, en la que una valoración de 1 supone un total desacuerdo, el 2 un desacuerdo parcial, el 3 no muestra ni acuerdo ni desacuerdo, el 4 parcialmente de acuerdo, y finalmente el 5 señala su acuerdo completo con la frase enunciada. Los resultados obtenidos se recogen en el Gráfico 9 y se detallan a continuación:

- **1a. Reflexión teórica previa.** Con la frase “Antes de la utilización de los SIG en clase es necesario hacer una reflexión teórica sólida previa para saber para qué, por qué y cómo utilizarlos” se cuestiona sobre la importancia de los contenidos teóricos previos al trabajo con SIG. La respuesta señala un consenso importante entre los expertos consultados, ya que 15 de ellos (78,9%) marcan su total acuerdo con la frase, y otros 3 (15,8%) su acuerdo parcial. Un único panelista (5,3%) señala su indefinición ante el acuerdo o desacuerdo.
- **1b. Análisis del espacio geográfico.** Para conocer la importancia de los SIG en el análisis del espacio geográfico se presenta la frase “Los SIG son fundamentales para saber cómo se analiza el espacio desde la geografía”. En este caso, el consenso favorable a esta cuestión llega con 10 expertos (52,6%) que se encuentran completamente de acuerdo con ella y otros 6 expertos (31,6%) que lo hacen parcialmente, aunque existan 3 opiniones (15,8%) indefinidas entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **1c. Trabajo en principios metodológicos de la geografía.** Otra cuestión que reúne suficiente consenso entre el panel de expertos es la que gira en torno a la sentencia “Los SIG favorecen el trabajo de los principios metodológicos de la Geografía: localización, relación, comparación y evolución”. Para este caso, 16 expertos (84,2%) indican su completo acuerdo con ella, 2 expertos (10,5%) lo hacen parcialmente y un único experto (5,3%) se mantiene indefinido ante el acuerdo o desacuerdo.
- **1d. Interpretación del territorio y modelización de la realidad.** Una cuestión que presenta ciertas dudas es la que surge con la frase “Los SIG son fundamentales para la interpretación del territorio y la modelización de la realidad”. Si bien existe una mayoría del panel que indican tener algún grado de coincidencia con la frase enunciada (89,4%), la mayoría de ese grupo 10 (52,6%) indica tener solamente un acuerdo parcial frente a 7 expertos (36,8%) cuya opinión coincide completamente con la sentencia inicial. Además, existe

un panelista (5,3%) que indica tener algún desacuerdo con la frase y otro panelista (5,3%) que señala la indefinición como respuesta. A la luz de los resultados de esta cuestión se interpreta que, si bien los SIG son importantes para la interpretación del territorio y la modelización de la realidad, existen otros elementos igualmente fundamentales para ello.

- **1e. Salida profesional.** Presentada la frase “El conocimiento de los SIG es fundamental como salida profesional de los geógrafos”, se vuelve a tener un consenso general. 14 panelistas (73,7%) señalan su acuerdo con el enunciado de la sentencia, otros 3 panelistas (15,8%) indican su acuerdo parcial, y finalmente 2 panelistas (10,5%) marcan su indefinición ante el acuerdo o el desacuerdo con la cuestión.
- **1f. Aplicación de teoría.** También con importante consenso, los panelistas consultados reaccionan ante la frase “Los SIG permiten aplicar la teoría explicada en clase, la comprensión de los contenidos y la conexión entre conceptos”. 15 panelistas (78,9%) indican su total acuerdo con la afirmación, 2 panelistas (10,5) lo hacen parcialmente, 1 panelista (5,3%) permanece indefinido ante el acuerdo o el desacuerdo, y finalmente 1 panelista (5,3%) señala un desacuerdo parcial con el enunciado.
- **1g. Cartografiar.** De nuevo el consenso marca la respuesta ante la frase “Los SIG permiten cartografiar cualquier hecho geográfico y su evolución”. 11 de los expertos consultados (57,9%) indican su completo acuerdo con la afirmación, 6 expertos (31,6%) indican un acuerdo parcial con ella y finalmente 2 expertos (10,5%) permanecen indefinidos ante el acuerdo o desacuerdo.
- **1h. Abarcar gran número de datos.** Cuestionado el panel de expertos con la frase “Los SIG permiten poder abarcar un gran número de datos y hacer posible su manejo”, la tendencia de las respuestas sigue siendo el acuerdo con ella. 13 panelistas (68,4%) indican su completo acuerdo, 5 panelistas (26,3%) lo hacen parcialmente y tan solo uno mantiene una posición de indefinición ante el acuerdo o el desacuerdo.
- **1i. Análisis complejos.** Otra afirmación que agranda los consensos es “Los SIG permiten realizar análisis complejos”. En este caso, 16 panelistas (84,2%) indican su completo acuerdo y 3 (15,8%) marcan su parcial acuerdo, no existiendo respuestas indefinidas ni que presenten algún grado de desacuerdo.
- **1j. Análisis predictivos.** También se recoge un amplio consenso entre los panelistas expertos con la frase “Los SIG permiten realizar análisis predictivos”. 14 expertos están completamente de acuerdo con la afirmación enunciada, 4 panelistas lo hacen parcialmente y 1 panelista indica indefinición entre acuerdos y desacuerdos.
- **1k. Disciplina actual.** Se consulta al panel sobre el contenido de la disciplina geográfica en la actualidad a través de la frase “La disciplina geográfica actual no se podría entender sin el uso de los SIG como herramientas de análisis”, existiendo un amplio consenso, aunque con alguna opinión discordante. 14 panelistas (73,3%) indican su completo acuerdo con la afirmación, 4 panelistas

(21,1%) lo hacen parcialmente y 1 panelista (5,3%) muestra algún desacuerdo parcial con la frase objeto de consulta.

- **1l. Aprendizaje lúdico.** Sin tanto consenso como en las anteriores cuestiones, y con gran indefinición entre el acuerdo y el desacuerdo por parte de muchos de los expertos, quedan recogidas las respuestas a la afirmación “El uso de los SIG fomenta en el alumnado un aprendizaje lúdico”, en la que 8 de los expertos (42,1%) están completamente de acuerdo con ella y 4 más (21,1%) lo hacen de manera parcial. Como contrapeso, existen 7 panelistas (36,8%) que mantienen una posición indefinida entre acuerdos y desacuerdos, bien porque no tengan una opinión formada, o por que no tengan claro la introducción de aspectos lúdicos en la enseñanza con SIG.
- **1m. Motivación y creatividad.** Se consulta al panel de expertos sobre la frase “El uso de los SIG aumenta la motivación y la creatividad en el alumnado”, siendo su respuesta general mayoritaria al acuerdo, pero existiendo alguna respuesta radicalmente en desacuerdo. 10 de los expertos consultados (52,6%) muestran su acuerdo total con la sentencia, 7 expertos más (36,8%) lo hacen de manera parcial, 1 experto (5,3%) se encuentra indefinido entre acuerdos y desacuerdos y, finalmente, 1 experto (5,3%) señala su desacuerdo completo con la afirmación.
- **1n. Competencias y habilidades.** El tema de las competencias y habilidades geográficas se aborda a través de la frase “La enseñanza con los SIG va dirigida al desarrollo de competencias y habilidades geográficas más que al aprendizaje memorístico”. Presenta un consenso importante con 14 expertos (73,7%) que indican su completo acuerdo y 3 expertos (15,8%) un acuerdo parcial. Además, 2 de los participantes (10,5%), indican una indefinición en la respuesta frente a acuerdos o desacuerdos.
- **1ñ. Desarrollo del pensamiento espacial.** Una cuestión capital para el desarrollo de esta tesis, dedicada al pensamiento espacial, es la que se consulta a través de la afirmación “La utilización de los SIG desarrolla el pensamiento espacial en el alumnado”. En esta cuestión el consenso es muy elevado, estando de acuerdo con el enunciado 16 panelistas (84,2%) y parcialmente 2 panelistas (10,5%). La respuesta indefinida entre acuerdo y desacuerdo la marca solamente 1 panelista (5,3%).
- **1o. Conocimientos integrales y transversales.** Sobre la afirmación “El uso didáctico de los SIG contribuye a adquirir y consolidar conocimientos geográficos de forma integrada y transversal” el panel de expertos declara mayoritariamente su acuerdo: 12 de ellos (63,2%) lo hacen completamente; 4 panelistas (21,1%) lo declaran parcialmente; 2 expertos se mantienen indefinidos entre acuerdo y desacuerdo; y finalmente 1 docente consultado (5,3%) muestra su parcial desacuerdo con la sentencia.
- **1p. Análisis multicausal.** La respuesta a la afirmación “Los SIG son fundamentales para entender el análisis multicausal y su repercusión en el espacio” es mayoritariamente a favor del acuerdo. Sin embargo, la diferencia entre los resultados de los 9 que están totalmente de acuerdo (47,4%) y los 8

que están parcialmente de acuerdo (42,1%) es escasa. Además, existe 1 experto indefinido (5,3%) y 1 (5,3%) que muestra su disconformidad parcial con la afirmación. Estos datos nos indican que esta afirmación debe ser matizada para aumentar el consenso, ya que, aun siendo importantes los SIG para los análisis multicausales, existen otros elementos importantes para ello.

- **1q. Disciplina en sí misma.** Una cuestión controvertida ha sido la que se ha suscitado con la afirmación “Los SIG son una disciplina en sí misma más que una herramienta geográfica”. Las respuestas han sido muy variadas, ocupando todo el rango posible y su distribución muy equilibrada entre las posibles respuestas. La suma de los expertos que tienen algún tipo de desacuerdo total (5 expertos, 26,3%) o parcial (4 expertos, 21,1%) con la afirmación inicial es de 9 expertos (47,4%), siendo mayor que los que declaran tener un acuerdo total (1 experto, 5,3%) o parcial (5 expertos, 26,3%) con la afirmación, que son 6 expertos (31,6%). Además, existen 4 (21,1%) que muestran su indefinición ante el acuerdo o el desacuerdo. Esta cuestión no ha concitado los acuerdos suficientes y los miembros del panel no consideran que los SIG son una disciplina en sí misma, sino una herramienta para el análisis geográfico.
- **1r. Uso en otras materias.** Se cuestiona al panel de expertos sobre su opinión respecto al uso de los SIG en otras asignaturas diferentes a la de Geografía, mediante la afirmación “Los SIG pueden utilizarse como herramienta didáctica en otras muchas asignaturas, no solo en la geografía”. En este caso se vuelve al consenso mayoritario con el enunciado presentado, contestando completamente de acuerdo con él 13 de los expertos (68,4%), parcialmente de acuerdo 5 panelistas (26,3%) y 1 respuesta (5,3%) indefinida.
- **1s. Curriculum.** Se incluye una consulta sobre el currículum a través de la afirmación “La enseñanza con SIG se debería incluir en los currículos educativos de Educación Secundaria para asegurar una competencia básica en cartografía digital”. Si bien existen 2 respuestas (10,5%) que muestran cierto desacuerdo con la frase consultada, el resto se muestra con diferente grado de acuerdo favorable a la sentencia, 9 de los expertos consultados en el panel (47,4%) responden con un acuerdo completo y otros 4 (36,8%) con acuerdo parcial. El cuadro de respuestas lo completa 1 experto (5,3%) que declara no estar ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- **1t. Percepción sobre la geografía.** La última cuestión planteada del bloque inicial se dirige a conocer la opinión que tienen los expertos sobre la percepción del alumnado sobre la geografía, para ello se les consulta sobre la frase “El uso de SIG mejora la percepción de los estudiantes en asignaturas impartidas tradicionalmente de manera descriptiva como la geografía”. Esta afirmación también reúne el suficiente consenso, ya que 12 panelistas (63,2%) consideran estar de acuerdo completamente con ella, y otros 5 (26,3%) parcialmente. Del resto de panelistas consultados, 1 (5,3%) marca una indecisión entre el acuerdo y el desacuerdo y 1 (5,3%) indica estar parcialmente en desacuerdo.

En este primer bloque de respuestas se marcan consensos importantes sobre las características de los SIG, como su importancia para el análisis del espacio geográfico, así como para la interpretación y modelización del territorio, aunque se pueda matizar con la existencia de otros elementos igualmente importantes para realizar estas funciones. Este análisis que permiten los SIG es multicausal y consolida conocimientos geográficos de forma integrada y transversal.

Se indica la necesidad de realizar una reflexión teórica previa a su uso en el que se haga comprender por qué y cómo se utiliza. La variedad de aplicaciones didácticas es múltiple, desde trabajar sobre los principios metodológicos de la Geografía (localización, relación y comparación de variables, así como su evolución) hasta la aplicación de la teoría explicada en clase, la comprensión de los contenidos y la conexión entre conceptos.

Entre las cualidades más aceptadas de los SIG están la posibilidad que ofrecen para cartografiar cualquier fenómeno geográfico y abarcar un gran número de datos haciendo posible un manejo adecuado de ellos, generando análisis complejos y predictivos de la realidad.

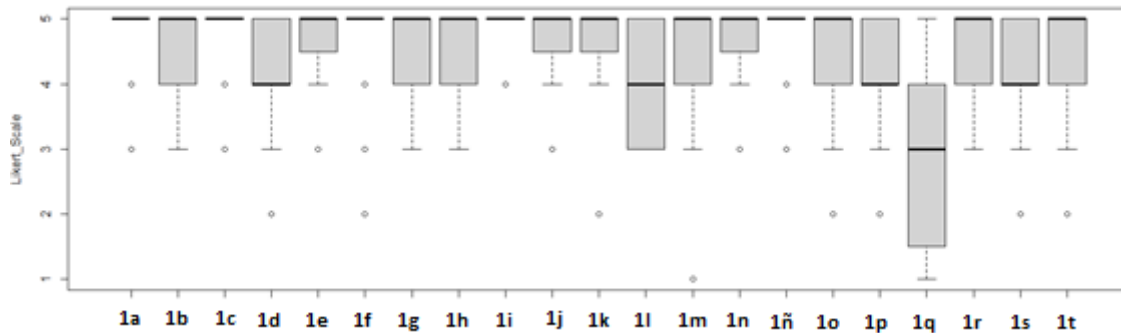
Se considera que la enseñanza con SIG va dirigida al desarrollo de competencias y habilidades geográficas más que al aprendizaje memorístico, siendo su objetivo el desarrollo del pensamiento espacial del alumnado. De esta manera queda refrendada una de las premisas básicas que se defiende en esta tesis.

La utilización didáctica de los SIG aumenta la motivación y la creatividad en el alumnado, así como, consigue un aprendizaje más lúdico. Si bien no se considera a los SIG como una disciplina en sí misma, sino más bien como una herramienta para el análisis geográfico, en la actualidad no se podría comprender la disciplina geográfica sin su uso para el análisis del territorio.

Otras cuestiones tratadas con un alto grado de acuerdo son las relativas al currículum, considerándose oportuna la inclusión de la enseñanza con SIG en los currículos educativos de Educación Secundaria para asegurar una competencia básica en cartografía digital. Esto es posible, no solo en las materias de contenido geográfico, sino también en otras materias del currículum.

Finalmente, se señala que el uso de los SIG mejora la percepción de los estudiantes en asignaturas impartidas tradicionalmente de manera descriptiva como la geografía, al tiempo que supone una salida profesional para los estudiantes que dominen la técnica.

**Gráfico 9.** Agrupación de respuestas respecto a algunas afirmaciones sobre los usos de los SIG



**Leyenda:**

- 1a. Antes de la utilización de los SIG en clase es necesario hacer una reflexión teórica sólida previa para saber para qué, por qué y cómo utilizarlos
- 1b. Los SIG son fundamentales para saber cómo se analiza el espacio desde la geografía
- 1c. Los SIG favorecen el trabajo de los principios metodológicos de la Geografía: localización, relación, comparación y evolución
- 1d. Los SIG son fundamentales para la interpretación del territorio y la modelización de la realidad
- 1e. El conocimiento de los SIG es fundamental como salida profesional de los geógrafos
- 1f. Los SIG permiten aplicar la teoría explicada en clase, la comprensión de los contenidos y la conexión entre conceptos
- 1g. Los SIG permiten cartografiar cualquier hecho geográfico y su evolución
- 1h. Los SIG permiten poder abarcar un gran número de datos y hacer posible su manejo
- 1i. Los SIG permiten realizar análisis complejos
- 1j. Los SIG permiten realizar análisis predictivos
- 1k. La disciplina geográfica actual no se podría entender sin el uso de los SIG como herramienta de análisis
- 1l. El uso de los SIG fomenta en el alumnado un aprendizaje lúdico
- 1m. El uso de los SIG aumenta la motivación y la creatividad en el alumnado
- 1n. La enseñanza con los SIG va dirigida al desarrollo de competencias y habilidades geográficas más que al aprendizaje memorístico
- 1ñ. La utilización de los SIG desarrolla el pensamiento espacial en el alumnado
- 1o. El uso didáctico de los SIG contribuye a adquirir y consolidar conocimientos geográficos de forma integrada y transversal
- 1p. Los SIG son fundamentales para entender el análisis multicausal y su repercusión en el espacio
- 1q. Los SIG son una disciplina en sí misma más que una herramienta geográfica
- 1r. Los SIG pueden utilizarse como herramienta didáctica en otras muchas asignaturas, no solo en la geografía
- 1s. La enseñanza con SIG se debería incluir en los currículos educativos de Educación Secundaria para asegurar una competencia básica en cartografía digital
- 1.t El uso de SIG mejora la percepción de los estudiantes en asignaturas impartidas tradicionalmente de manera descriptiva como la geografía

Fuente: elaboración propia

2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones sobre el uso de los SIG.

En el segundo bloque de preguntas para el cuestionario del panel de expertos de educación universitaria, se incluyen cinco cuestiones generales con respuestas múltiples cerradas, en las que se tiene como opción la elección de varias de ellas. Además, en cada cuestión se incluye una opción de “otras”, por lo que se añade un párrafo abierto, por si se considera la existencia de otras opciones no señaladas previamente.

- **Lo que el uso de los SIG permite al estudiante.** Ha habido una respuesta en la que ha coincidido la totalidad del panel (19 expertos, 100%. En ella se indica que el uso del SIG permite al estudiante analizar fenómenos geográficos sobre la cartografía. Con un alto grado de consenso 18 panelistas (94,7%) y muy vinculado a la respuesta anterior, se señala que además de analizar sobre la cartografía, también pueden plasmar esos fenómenos geográficos sobre la cartografía. En tercer lugar, de aceptación son 15 panelistas (78,9%) los que indican que los estudiantes podrán presentar gráficamente los resultados de los análisis a través del uso de los SIG. Por debajo del 70% quedan el resto de respuestas siguiendo este orden: permite estudiar la evolución temporal de los fenómenos geográficos, lo señalan 13 expertos (68,4%); la posibilidad de trabajar con datos de primera mano, lo marcan 12 (63,2%) y en sexto lugar indicado por 11 expertos (57,9%): reproducir la huella espacial de los fenómenos geográficos. La opción de “otras” ha sido marcada por un único experto, añadiendo como respuesta sugerida la síntesis de los fenómenos en la cartografía.
- **Lo que el uso de los SIG favorece al estudiante.** La mayoría de los expertos consultados, 17 (89,5%) señalan dos de las opciones ofrecidas como las que favorecen el uso de los SIG en el estudiante: por una parte, el desarrollo de competencias digitales y, por otra parte, la elaboración de cartografía temática. A continuación, coinciden 15 expertos (78,9%) en tres de las opciones: la aplicación de metodologías activas, la práctica geográfica con el uso de fuentes oficiales, y la resolución de problemas geográficos. Ya con un número menor de respuestas se encuentran el resto de las posibilidades: 13 expertos (68,4%) indican el aprendizaje significativo y 12 expertos (63,2) la geografía reflexiva. Como sugerencia al listado de respuestas, se nos ofrece una más: el desarrollo del sentimiento de ser un potencial agente activo de conservación, planificación y mejora del territorio.
- **Metodología.** A la tercera pregunta sobre qué metodología aplicar para la enseñanza con SIG, mayoritariamente (89,5%), 17 miembros del panel de expertos señalan la opción de “Ejercicios guiados” como la mejor forma de trabajar con SIG en las clases de geografía. En segundo lugar, la opción con mayor coincidencia es marcada por 15 panelistas (78,9%) y es los “estudios de casos”. Tras ellos, 13 expertos (68,4%) marcan la opción “Utilización de

Visores SIG para explicar cuestiones geográficas”. La opción “Aprendizaje Basado en Problemas” la señalan 12 expertos (63,2%), siendo la cuarta opción más indicada. El resto de las metodologías propuestas las seleccionaron menos de la mitad de los expertos consultados en el siguiente orden: 9 expertos (47,4%) marcaron tanto “Aprendizaje basado en proyectos” como “Procesos colaborativos”. Por su parte, “Aprendizaje por descubrimiento” la señalan 7 expertos (36,8%) y “Aprendizaje Servicio” 3 panelistas (15,8%). Uno más añade como posibilidad de respuesta “Propuesta de ejercicios autónomos y proyectos en equipos”.

- **Actividades complementarias al uso de los SIG.** Se consulta también al panel de expertos por otras actividades que pueden ser consideradas como complementarias al uso de los SIG, marcándose mayoritariamente dos de ellas (17 panelistas, 89,5%): “Búsqueda y utilización de datos y fuentes cartográficas oficiales” y “Presentación en visores, *story maps* o geoportales”. En segundo lugar, con 16 respuestas (84,2%), se encuentra la opción “Uso de técnicas de geoproceto y análisis espacial”. Finalmente, con el menor porcentaje de respuestas (68,4%), 13 panelistas señalan “Aprendizaje sobre software libre y propietario”. Como respuesta alternativa a las ofrecidas, un panelista señala: Trabajo de campo y toma de datos.
- **Problemas del uso de los SIG.** La última pregunta del segundo bloque hace referencia a los problemas que se identifican para usar los SIG en la enseñanza. Aquí las respuestas son muy variadas, y equilibradas, siendo la que mayor coincidencia reúne (73,7%) la relativa a la falta de preparación en SIG en la formación tanto inicial como continua del profesorado, señalada por 14 panelistas. Las siguientes dos opciones, con 12 respuestas cada una (63,2%), y muy vinculadas a la primera respuesta, son el saber cómo usarlo y para qué usarlo. El resto de las opciones planteadas no alcanza el 50%. Con 9 respuestas (47,4%) se indica como problemático el software (que sea libre o propietario, dificultad de uso...), con el mismo porcentaje de respuesta se señala que los estudiantes, al usar los SIG, valoran más el instrumento en sí que la explicación geográfica lograda. Los problemas técnicos quedan relegados a las últimas posiciones, como la falta de equipamientos o equipamientos obsoletos, que es señalado por 8 panelistas (42,1%) y la calidad de la conexión a Internet en las aulas que la señalan 4 panelistas (21,1%).

El trabajo con y sobre la cartografía es lo más valorado en cuanto a las funcionalidades que permiten realizar los SIG. Este mismo elemento cartográfico está presente como cuestión que se favorece con el uso del SIG junto al desarrollo de competencias digitales, al igual que sucede con la aplicación de metodologías activas, la práctica geográfica con el uso de fuentes oficiales, y la resolución de problemas geográficos.

En cuanto a la metodología didáctica utilizada con los SIG, las estrategias más seguidas, que se podrían encuadrar dentro de la metodología activa, son los ejercicios

guiados y los estudios de caso. Otras estrategias son: la utilización de Visores SIG para explicar cuestiones geográficas y en menor medida el Aprendizaje Basado en Problemas. Además, existen otras actividades complementarias que se pueden realizar con los SIG, como la búsqueda y utilización de datos y fuentes cartográficas oficiales, y por tanto de calidad, y la representación a través de *story maps* o geoportales.

Los problemas señalados para el uso de los SIG se enmarcan fundamentalmente, en el ámbito formativo, tanto inicial como continua del profesorado, lo cual impide conocer con soltura cómo usar los SIG y para qué. Esta idea contrasta con la escasa importancia que se les da a los problemas técnicos, lo que puede señalar una mejora de las infraestructuras universitarias en aspectos tecnológicos y de conectividad.

### 3. Utilidad del uso de los SIG en las siguientes actividades didácticas

En la tercera pregunta del bloque se les plantean a los expertos del panel una serie de actividades posibles a realizar con los SIG y se les indica que valoren su utilidad a través de una escala de Likert de 1 a 5, siendo el uno ninguna utilidad, el 2 escasa utilidad, el 3 utilidad intermedia; el 4 una gran utilidad; y el 5 la máxima utilidad. Los resultados de cada cuestión quedan recogidos en el gráfico 10.

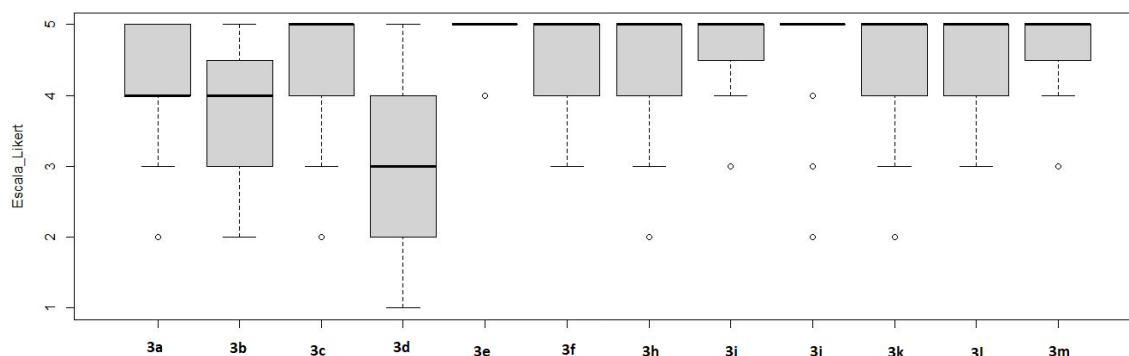
El objetivo de esta cuestión es obtener un listado de actividades útiles a realizar con los SIG, priorizadas en función de la opinión de los docentes, por lo que se calculó la valoración media en cada actividad cuestionada para poder realizar una clasificación final con todas que queda reflejada en el gráfico 11.

- **3a. Observación y reflexión sobre elementos y factores geográficos.** Con una valoración media de 4,15, para la mayoría de los docentes consultados, 15 docentes que representan el 78,9% del panel, la actividad “Observación y reflexión sobre elementos y factores geográficos” es de máxima utilidad (8 docentes o 42,1%) o de gran utilidad (7 docentes o 36,8%). 3 panelistas le encuentran una utilidad intermedia y uno más una escasa utilidad.
- **3b. Salidas de campo.** Una de las actividades que menor valoración media obtiene es el uso de los SIG en las salidas de campo, con 3,68. Si bien la mayoría de los panelistas (11) la consideran de máxima (5 panelistas o 26,3%) o gran utilidad (6 panelistas o 31,6%), existe un número importante de docentes consultados (5) cuya consideración es de nivel intermedio (26,3%) e incluso (3) escasa utilidad (15,18%).
- **3c. Cartografía colaborativa.** En el caso de la elaboración de cartografía colaborativa, nos volvemos a encontrar con una valoración media relativamente alta de 4,47, debido a que hasta 12 panelistas (63,2%) consideran a los SIG de máxima utilidad y otros 5 (26,3%) de gran utilidad. Solamente 1 experto consultado (5,3%) los valora con utilidad intermedia y otro experto (5,3%) considera la utilidad escasa.

- **3d. Lecturas geográficas.** La actividad en la que los SIG han tenido menos valoración media ha sido la lectura geográfica con tan solo 3,10%. La distribución de las respuestas ha sido equilibrada en todas las posibles opciones: 4 expertos (21,1%) han marcado cada opción, excepto la opción de ninguna utilidad que fue seleccionada por 3 expertos (15,8%).
- **3e. Realización de prácticas.** Por el contrario, la realización de prácticas por parte del alumnado reúne un alto consenso entre los panelistas, obteniendo la máxima valoración media de entre las actividades cuestionadas: 4,78. Hasta 15 docentes (78,9%) marcan esta opción como de máxima utilidad, mientras que otros 4 (21,1%) indican que su utilidad es grande, no existiendo ninguna valoración negativa.
- **3f. Itinerarios virtuales.** La realización de itinerarios virtuales también alcanza una alta valoración media, llegando a los 4,52. En este caso son 13 (68,4%) los expertos consultados que indican la máxima utilidad de los SIG para esta actividad, otros 3 (15,8%) sitúan su valoración como grande y otros 3 (15,8%) como intermedia.
- **3g. Interpretación de paisajes.** Para realizar interpretación de paisajes, los SIG alcanzan una valoración media de 4,47. Vuelven a ser 13 los expertos (68,4%) los que la valoran al máximo, otros 3 (15,18%) indican su gran utilidad, 2 (10,5%) creen que su utilidad es intermedia y un único panelista (5,3%) indica que los SIG en este caso tiene una escasa utilidad.
- **3h. Análisis y prevención de riesgos naturales.** Tienen una elevada valoración media (4,68) las actividades desarrolladas con SIG vinculadas al análisis y prevención de riesgos naturales. Son 14 los miembros del panel de expertos (73,7%) los que consideran la utilidad de los SIG máxima para este tipo de actividades y otros 4 (21,1%) marcan la gran utilidad que poseen. Solamente 1 docente de los consultados (5,3%) considera una utilidad intermedia de los SIG para este tipo de actividades.
- **3i. Creación de cartografía digital temática.** Con la misma valoración media de 4,68 se consideran las actividades relativas a la creación de cartografía digital temática elaborando atlas digitales. Esta actividad ha sido señalada por 16 docentes participantes (84,2%) por su máxima utilidad. Otras tres opiniones se distribuyen entre la gran utilidad (5,3%), la utilidad intermedia (5,3%) y la escasa utilidad (5,3%).
- **3j. Proyectos de investigación.** La aplicación de los SIG al desarrollo de proyectos de investigación alcanza una valoración media de 4,52. En este caso existen 13 expertos (68,4%) que indican la máxima utilidad de los SIG, otros 4 (21,1%) que señalan su gran utilidad, 1 (5,3%) que realizan una valoración intermedia, y finalmente 1 (5,3%) que dice que la utilidad es escasa.
- **3k. Estudios de correlación espacial.** Los miembros del panel de expertos valoran con una media de 4,57 la utilidad de los SIG para los estudios de correlación espacial. Son 13 (68,4%) los que indican la máxima utilidad, 4 (21,1%) los que señalan la gran utilidad y 2 (10,5%) los que marcan la utilidad intermedia.

- **3l. Aprendizaje en técnicas de geoprocetos y análisis espacial.** La última actividad por la que se pregunta en este bloque es sobre el aprendizaje en técnicas de geoprocetos y análisis espacial, que obtiene una valoración media elevada con 4,63. Son 14 (73,7%) los expertos del panel los que coinciden con su máxima utilidad, 3 (15,8%) más indican que su utilidad es grande y finalmente 2 (10,5%) los que consideran su utilidad intermedia.

**Gráfico 10.** Agrupación de respuestas respecto a la utilidad didáctica de los SIG



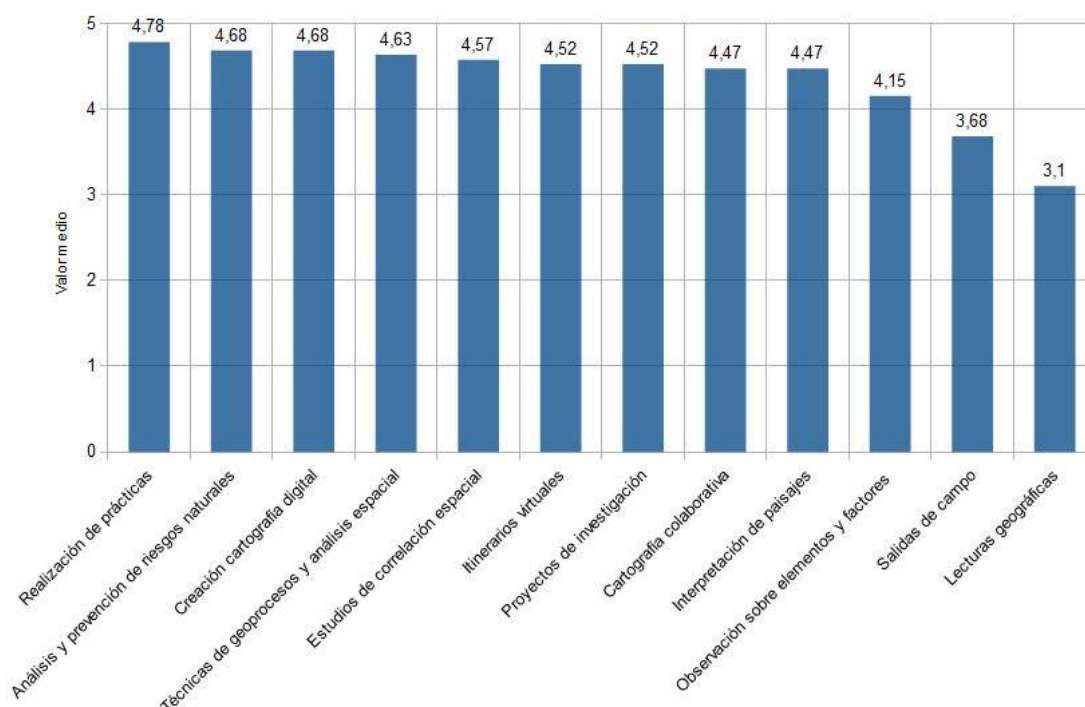
Leyenda:

- 3a. Observación y reflexión sobre elementos y factores geográficos
- 3b. Salidas de campo
- 3c. Cartografía colaborativa.
- 3d. Lecturas geográficas
- 3e. Realización de prácticas por el alumnado
- 3f. Realización de itinerarios virtuales
- 3h. Interpretación de paisajes
- 3i. Análisis y prevención de riesgos naturales
- 3j. Creación de cartografía digital temática (atlas digitales)
- 3k. Proyectos de investigación
- 3l. Estudios de correlación espacial
- 3m. Aprendizaje en técnicas de geoprocetos y análisis espacial

Fuente: elaboración propia

Se constata que las actividades más valoradas por los docentes universitarios son aquellas en las que el alumnado puede trabajar directamente con los SIG de manera práctica, desarrollando su capacidad creativa en la elaboración de cartografía digital y con objetivos reales y aplicados como en el caso del análisis y prevención de riesgos naturales. Las actividades menos valoradas son aquellas en las que la aplicación del uso de los SIG sea secundaria, y quizás no tan evidente y directa como en los otros casos presentados, como en las lecturas geográficas o las salidas de campo. En ambos casos puede ser un complemento importante a la actividad principal, tanto como preparación de la lectura o salida de campo, como de resultado final de las mismas con una cartografía detallada de lo leído o visitado.

**Gráfico 11.** Valoración de los panelistas universitarios sobre determinadas actividades que se pueden realizar con SIG



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del cuestionario

#### 4. Aportación del SIG al aprendizaje de la Geografía

La última pregunta dirigida al panel de expertos docentes universitarios pretende obtener información sobre la aportación de los SIG al aprendizaje de la geografía. Para ello se han seleccionado diecinueve posibles aportaciones para que los miembros del panel las valoren a través de una escala de Likert de 1 a 5, correspondiendo el 1 al total desacuerdo y el 5 se marca cuando se está completamente de acuerdo con la cuestión preguntada. La valoración de cada aportación queda recogida en el Gráfico 12 y, además, se presenta una comparación de valoraciones medias de todas las aportaciones en el Gráfico 13 que sirve de conclusión a este bloque de preguntas.

- **4a. Poder trabajar el territorio sin salir del aula.** La primera aportación de los SIG al aprendizaje de la Geografía consultada al panel de expertos era “poder trabajar el territorio sin salir del aula”. Su valoración media es la más baja de todas las propuestas consultadas, con solo 3,21. Solamente 5 expertos (26,3%) le otorgan la máxima calificación, mientras que otros 8 (42,1%) se encuentran parcialmente de acuerdo con ella. El resto de los panelistas indican en 1 caso (5,3%) su indefinición entre el acuerdo y el desacuerdo; 4 (21,1%) se encuentran parcialmente en desacuerdo con esta aportación de los SIG y 1 estaría completamente en contra. El resultado de esta cuestión puede estar vinculado a la percepción de que la Geografía es una ciencia apegada al

territorio y su aprendizaje debe basarse en él, y no exclusivamente en la intermediación ni de tecnologías ni de textos.

- **4b. Salidas de campo.** Al contrario que en la respuesta a la cuestión anterior, cuando se pregunta por “complementar” la salida de campo, el resultado asciende a 4,36, al entenderse los SIG como un complemento importante al conocimiento directo del territorio en la salida de campo. En este caso son el mismo número de panelistas, 9 (47,4%), los que afirman coincidir completamente con esta aportación y los que afirman coincidir parcialmente con ella, siendo un único panelista (5,3%) el que indica su desacuerdo parcial con ella.
- **4c. Análisis y síntesis geográfica.** Cuestionados sobre la aportación de los SIG facilitando el análisis y la síntesis geográfica, se alcanza una valoración media de 4,57. Presenta una distribución de respuestas de 12 que coinciden completamente con esta aportación, 6 que lo hacen parcialmente y 1 que no presenta ni acuerdo ni desacuerdo con ella.
- **4d. Acceso a espacios lejanos.** Otra de las aportaciones de los SIG por las que se pregunta es la posibilidad de acceder a espacios lejanos difíciles de estudiar de otra manera, alcanzando una valoración media de 4,10. En este caso la distribución de las respuestas es más variada: 8 panelistas (42,1%) están completamente de acuerdo con ella; 6 panelistas (31,6%) lo hacen parcialmente de acuerdo; 4 panelistas (21,1%) no presentan inclinación ni hacia el acuerdo ni hacia el desacuerdo; y finalmente 1 panelista (5,3%) indica que presenta un desacuerdo parcial con esta aportación.
- **4e. Visión interpretativa y creativa.** Cuando se consulta sobre si los SIG aportan al aprendizaje de la geografía una visión interpretativa y creativa en el mundo actual, la valoración media se sitúa en 4,10. Las respuestas se distribuyen de la siguiente manera: 8 expertos (42,1%) indican su acuerdo total con esta aportación de los SIG; 7 panelistas (36,8%) manifiestan su acuerdo de manera parcial; 3 panelistas (15,8%) se mantienen indefinidos entre el acuerdo y el desacuerdo y 1 panelista (5,3%) indica su completo desacuerdo con esta aportación de los SIG al aprendizaje de la geografía.
- **4f. Interrelación de elementos, factores y procesos geográficos.** Para la aportación de los SIG al aprendizaje de la geografía en la interrelación de los elementos, factores y procesos geográficos, la valoración media queda en 4,47. Son 12 los docentes consultados que se encuentran completamente de acuerdo con esta aportación (63,2%), 4 docentes los que se encuentran parcialmente de acuerdo (21,1%) y otros 3 los que se mantienen indefinidos entre el acuerdo y el desacuerdo (15,8%).
- **4g. Modelización de la realidad.** Preguntados por la modelización de la realidad como aportación de los SIG al aprendizaje de la geografía, la valoración media se sitúa en 4,42. Las respuestas se concentran entre los 11 que están completamente de acuerdo (57,9%) y los 6 que se encuentran parcialmente de acuerdo (31,6%), existiendo dos panelistas que divergen del

resto de expertos, uno de ellos (5,3%) no se inclina ni por el acuerdo ni por el desacuerdo y otro (5,3%) indica su parcial desacuerdo.

- **4h. Problemas territoriales complejos.** Una valoración media elevada recibe la aportación relativa a la posibilidad que ofrecen los SIG de abordar problemas territoriales complejos, llegando al 4,68. Son 14 (73,7%) los expertos que señalan su grado de acuerdo máximo, mientras que otros 4 (21,1%) indican algún grado de coincidencia parcial con ella. Solamente 1 (5,3%) experto se mantiene indefinido entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **4i. Aprendizaje práctico y aplicado.** La aportación que más alta valoración recibe conjuntamente con la que se refiere al aprendizaje competencial, es aquella que indica que los SIG aportan un aprendizaje práctico y aplicado de la geografía (4,73). 15 son los expertos que coinciden completamente con esta apreciación (78,9%) y otros 3 (15,8%) coinciden de manera parcial con ella. Tan solo 1 experto consultado se encuentra indeciso entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **4j. Aprendizaje significativo.** Más dudas presenta la apreciación sobre que los SIG aportan un aprendizaje significativo, llegando a tener una valoración media de 4,26. Sin embargo, la mayoría de los expertos consultados (10) coinciden con esta sentencia completamente (52,6%) y otros 6 (31,6%) lo hacen de manera parcial. Hay 3 expertos (15,8%) que muestran divergencia con la mayoría, uno de ellos (5,3%) se encuentra indefinido entre el acuerdo y el desacuerdo y otros 2 (10,5%) señalan su parcial desacuerdo con ella.
- **4k. Aprendizaje experiencial.** La cuestión relativa al aprendizaje experiencial no reúne respuestas de acuerdo suficientes entre los panelistas para tener una valoración alta, quedando su valor medio en 4,00. Son 6 los miembros del panel que están completamente de acuerdo con esta aportación de los SIG (31,6%), mientras que 10 lo hacen parcialmente (52,6%). Otros 3 panelistas se reparten de manera individual en el resto de las respuestas: 1 (5,3%) se mantiene indeciso entre acuerdo y desacuerdo; 1 (5,3%) se encuentra parcialmente en desacuerdo con esta aportación y finalmente 1 (5,3%) manifiesta su completo desacuerdo con ella.
- **4l. Visión global del territorio.** Más elevada es la valoración de la idea que los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía visión global del territorio que alcanza 4,21 de media. Más de la mitad de los expertos consultados (11) están completamente de acuerdo con esta aportación (57,9%), mientras que, del resto de respuestas, 4 coinciden parcialmente con la afirmación (21,1%). Las demás respuestas, o marcan indefinición 2 (10,5%) o algún grado de disconformidad: 1 (5,3%) parcialmente y 1 (5,3%) completamente.
- **4m. Utilidad de la geografía en el mundo actual.** Coinciden también muchos de los panelistas (13) en indicar su coincidencia con la afirmación de que los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el mostrar la utilidad de la Geografía en el mundo actual (68,4%), lo que eleva su valoración media a 4,47. El resto de las opiniones se distribuyen de la siguiente manera: 4 (21,1%) se encuentra parcialmente de acuerdo, y 1 (5,3%) en cada una de las opciones restantes:

indefinición entre el acuerdo y el desacuerdo, el desacuerdo parcial y el desacuerdo total.

- **4n. Salida profesional.** Una de las más claras afirmaciones y por tantos más valoradas es la que hace referencia a la orientación hacia una nueva salida profesional que ofrecen los SIG, alcanzando la valoración de 4,63. Son 13 las respuestas (68,4%) que dicen coincidir completamente con la afirmación y otras 5 (26,3%) los que indican su coincidencia parcial. Solamente 1 experto (5,3%) de entre los consultados señala su indefinición entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **4ñ. Conocer, comprender, analizar y predecir procesos geográficos.** La opción que inca que los SIG ofrecen la posibilidad de conocer, comprender, analizar y predecir procesos geográficos alcanza una valoración media de 4,42. En este caso son 11 los panelistas (57,9%) completamente de acuerdo con la afirmación, 5 (26,3%) los que coinciden parcialmente con ella y 3 (15,8%) los que se encuentran indecisos entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **4o. Favorecer el desarrollo del pensamiento espacial.** Una de las cuestiones clave para el desarrollo de la presente tesis, como es el demostrar que los SIG favorecer el desarrollo del pensamiento espacial en el alumnado, es consultada al panel de expertos, alcanzando una valoración bastante elevada entre las opciones estudiadas con 4,47, ocupando la séptima posición igualada con otras opciones. Son 11 expertos (57,9%) los que coinciden completamente con esta afirmación, y 6 más (31,6%) los que lo hacen parcialmente. Solamente 2 (10,5%) expertos mantienen la indefinición entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **4p. Resolución de problemas geográficos reales.** La posibilidad de que los SIG favorezcan la resolución de problemas geográficos reales es valorada con una media de 4,4, siendo 12 (63,2%) los miembros del panel de expertos consultados que coinciden completamente con esta afirmación, 4 (21,1%) lo hacen parcialmente y 3 (15,8%) se mantienen indefinidos entre el acuerdo y el desacuerdo.
- **4q. Motivación del alumnado.** Una valoración media de 4,63 alcanza la sugerencia de que los SIG aportan al aprendizaje de la geografía la motivación al alumnado. En este caso, todos los expertos consideran su coincidencia (12) con la afirmación total (63,2%) o (7) parcialmente (36,8%), sin que existan opiniones divergentes.
- **4r. Aprendizaje competencial.** La última opción consultada es sobre la aportación de los SIG a un aprendizaje competencial de la geografía, alcanzando la valoración media más elevada de todas, junto a la de la aportación a un aprendizaje práctico y aplicado con 4,73. En este caso son 15 los expertos (78,9%) que coinciden completamente con este planteamiento, mientras que 3 (15,8%) lo hacen parcialmente y 1 (5,3%) mantiene su criterio indefinido entre el acuerdo y el desacuerdo.

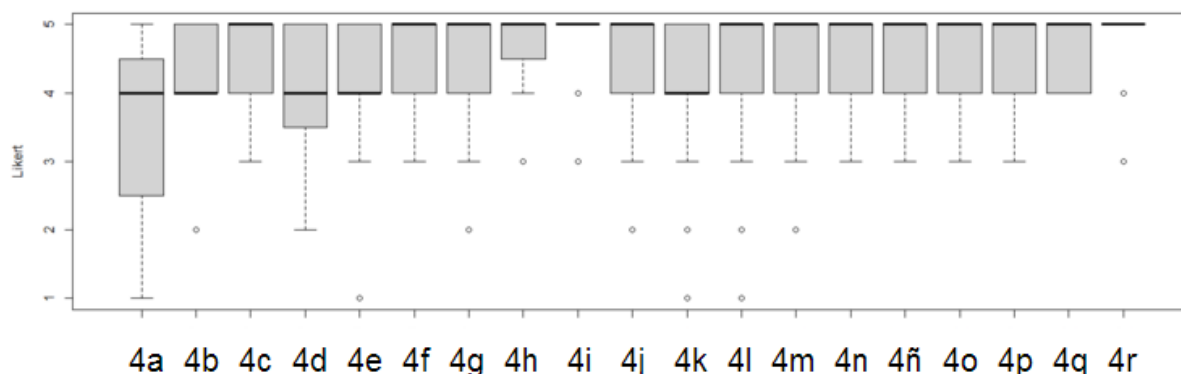
Todas las aportaciones de los SIG consultadas han sido altamente valoradas, con una media superior al 4 salvo una de las opciones, la que indicaba que permiten conocer el territorio sin salir del aula que obtuvo un 3,21 de valoración media. Esto puede explicarse al entenderse la geografía como una ciencia apegada al territorio y que el contacto directo con el mismo es esencial para la disciplina, y esto no lo puede sustituir ninguna herramienta tecnológica. Esto se puede resumir en el gráfico de caja 12.

El menor consenso está en la primera de las afirmaciones, 4.a) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el poder trabajar el territorio sin salir del aula. Y la unanimidad existe en la 4.i) Los SIG aportan un aprendizaje práctico y aplicado de la Geografía y en la 4.r) Los SIG aportan un aprendizaje competencial de la Geografía.

Entre todas las opciones, las más valoradas son aquellas que señalan sus características prácticas y aplicadas y su componente competencial que permiten desentrañar problemas territoriales complejos. Un segundo grupo de opciones, marcan como principales aportaciones la motivación que genera entre el alumnado y las posibilidades laborales que les abren. Y un tercer grupo de opciones lo integran aquellas cuyas valoraciones medias están entorno al 4,5. Se señala la aportación de los SIG al aprendizaje de la Geografía derivados de la facilidad de los análisis y síntesis geográficas, el descubrimiento de la interrelación de los elementos, factores y procesos, y en definitiva la resolución de problemas geográficos reales. De este modo se demuestra la utilidad de la disciplina geográfica. En este grupo central de opciones, se encuentran las relativas a que los SIG favorecen el pensamiento espacial.

Entre las opciones menos valoradas, además de la ya comentada acerca de la posibilidad de trabajar el territorio sin salir del aula, se hallan otras como el acceso a espacios lejanos, la visión interpretativa y creativa que generan en los estudiantes, y el aprendizaje experiencial, todas ellas entre el 4,1 y el 4 de valoración media. El orden de las valoraciones para cada opción se puede consultar en el gráfico 13.

**Gráfico 12.** Agrupación de respuestas respecto a la aportación de los SIG al aprendizaje de la geografía

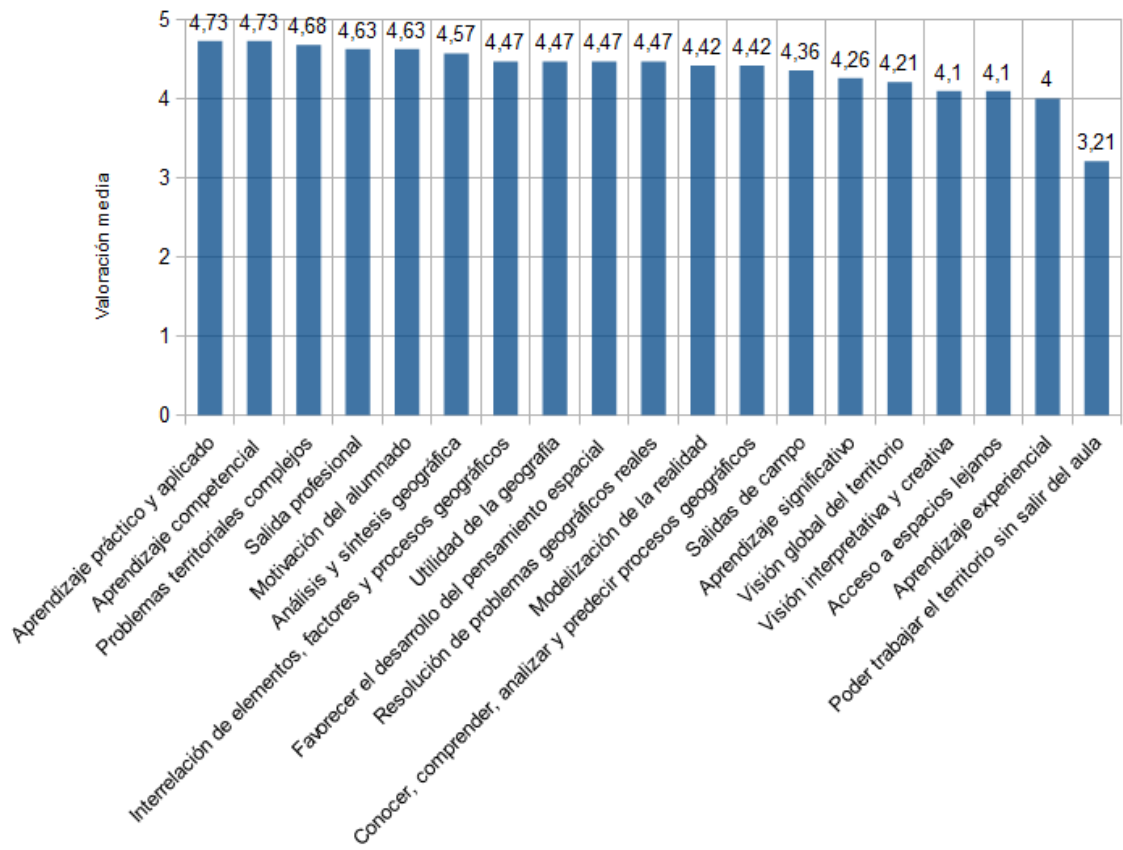


Leyenda:

- 4a. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el poder trabajar el territorio sin salir del aula.
- 4b. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el poder complementar las salidas de campo
- 4c. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el facilitar análisis y la síntesis geográfica
- 4d. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de acceder a espacios lejanos difíciles de estudiar de otra manera
- 4e. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía una visión interpretativa y creativa en el mundo actual
- 4f. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la interrelación entre elementos, factores y procesos geográficos
- 4g. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la modelización de la realidad
- 4h. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad abordar problemas territoriales complejos
- 4i. Los SIG aportan un aprendizaje práctico y aplicado de la Geografía
- 4j. Los SIG aportan un aprendizaje significativo de la Geografía
- 4k. Los SIG aportan un aprendizaje experiencial de la Geografía
- 4l. Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía visión global del territorio
- 4. m) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el mostrar la utilidad de la Geografía en el mundo actual
- 4. n) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la orientación hacia una nueva salida profesional
- 4. ñ) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de conocer, comprender, analizar y predecir procesos geográficos
- 4. o) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el favorecer el desarrollo del pensamiento espacial en el alumnado
- 4. p) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de resolver problemas geográficos reales
- 4. q) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la motivación del alumnado
- 4. r) Los SIG aportan un aprendizaje competencial de la Geografía

Fuente: elaboración propia

**Gráfico 13. Aportación del SIG a la Geografía**



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del cuestionario

## 6. Discusión

Durante los últimos años del siglo XX y las dos primeras décadas del XXI, se ha difundido el uso masivo entre el profesorado de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como forma de acceso a los contenidos curriculares. Es lo que Lozano (2011) describe como la sustitución del aprendizaje de la tecnología por el aprendizaje con la tecnología. A partir de este momento las TIC en educación tienen un objetivo muy concreto: alcanzar el aprendizaje y el conocimiento. Por lo que, para diferenciarlo de su uso general, surge el concepto de TAC (Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento). Juana M. Sancho (2008) define gráficamente este proceso como el difícil tránsito de una vocal, de las TIC a las TAC.

La enseñanza de la Geografía, como del resto de materias curriculares en educación secundaria, ha seguido esta misma evolución, con la particularidad de que en el corpus científico de la geografía se cuenta con un conjunto de tecnologías propias para el análisis geográfico, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG). Estas, sin haber sido diseñadas con una finalidad didáctica, sí pueden tener dicha utilidad. Cuando esto ocurre, es decir, cuando se utilizan las TIG para enseñar Geografía, haciendo un paralelismo con el cambio conceptual de las TIC a las TAC, se habla de Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico (TAG) (López-Fernández, 2016; Buzo, 2017).

En las intervenciones de aula descritas en la tesis, se aplican las TIG al aprendizaje geográfico, en especial mediante la utilización de los SIG Web. El principal uso de estas herramientas ha sido la elaboración de *story maps* aplicando la técnica *digital map storytelling*. Se han narrado sobre un formato cartográfico digital, contenidos geográficos, obteniendo como resultado un recurso multimedia, interactivo que cuenta una historia como, por ejemplo, las rutas por los espacios naturales, un mapa del ruido, perfiles topográficos, mapas con climogramas o con pirámides de población, entre otros muchos. También tienen formato *story map* básico cada una de las actividades presentadas en el Atlas Digital Escolar con el formato *journal*. De esta manera, se ha demostrado la utilidad de los *story maps* para las materias de contenido geográfico, lo que puede ser extensible a cualquier otra materia cuyos contenidos sea posible ubicarlos sobre un mapa. Se constata que su uso didáctico amplía las posibilidades de aprendizaje en el transcurso de la creación del *story map* por parte del alumnado, que aprenden mientras los elaboran ellos mismos (Kolb, 1984 y Kolb et al., 2001; Labouta, 2018). Y por su parte, el profesorado a su vez elabora recursos narrativos para facilitar el inicio de un tema o su repaso, para favorecer el aprendizaje al alumnado.

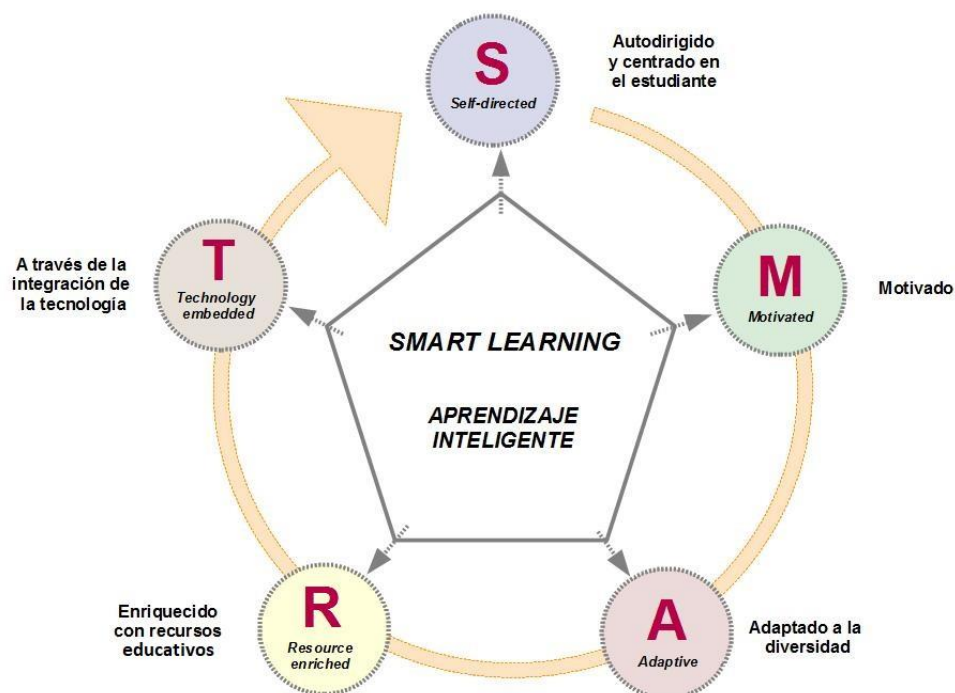
Como ha quedado patente, se obtienen claros resultados de aprendizaje debido fundamentalmente a su sencillez. Todo esto nos hace encuadrar las tecnologías

geográficas empleadas en este tipo de intervenciones como Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico.

La utilización de los SIG Web en las experiencias de aula analizadas se realiza en el marco del modelo de aprendizaje SMART, siendo el protagonista de uno de los cinco pilares en los que se sustenta: la tecnología. Para ello se ha adaptado a la realidad educativa española el modelo del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República de Corea (Sung, 2015) descrito en el marco teórico, proponiendo un modelo circular con cinco nodos o pilares (Figura 42): 1. Autodirigido y centrado en el estudiante (S: Self-directed); 2. Motivado (M: Motivated); 3. Adaptado a la diversidad (A: Adaptive); 4. Enriquecido con recursos educativos (R: Resource enriched) y 5. A través de la integración de la Tecnología (T: Technology embedded). Una estructura que se ha replicado en cada una de las actividades realizadas para presentar sus resultados.

Se trata de un modelo en el que el aprendizaje se alcanza a través de las tecnologías, en nuestro caso las geográficas, pero en el que intervienen otros parámetros centrados en el alumnado, como es la motivación, la adaptación a sus necesidades o su participación directa en el proceso de aprendizaje, impulsando así su propia autonomía.

**Figura 42.** El modelo de SMART Learning defendido en esta tesis



Fuente: Elaboración propia a partir de Ministry of Education, Science and Technology of the Republic of Korea (MEST) (2011), tomado de Sung (2015).

El aprendizaje SMART supone un nuevo paradigma en el mundo educativo global (Durán-Sánchez et al., 2018) cuya barrera principal es la propia tecnología (Buzo, 2015), derivada de las limitaciones del ordenador y los fallos en la interoperabilidad de los datos. Estas dificultades se resuelven mediante el entorno de computación en la nube, lo que proporciona la base necesaria para la integración de la tecnología y una plataforma que integra recursos de docencia e investigación que satisfagan las demandas (Kim et al., 2011). Otras limitaciones, además de las tecnológicas, tienen que ver con los ámbitos organizativos, como son las ratios de estudiantes por aula, que no permiten prestar la atención personalizada necesaria, ni adaptar las actividades a la diversidad de alumnado cuando los grupos son amplios y muy diversos. Además, existe una limitación formativa derivada, por una parte, del origen heterogéneo del profesorado de la materia de Geografía en secundaria, por lo que su formación inicial en tecnologías geográficas no está asegurada, y por otra parte, de la oferta para la actualización de contenidos en la formación permanente del profesorado, que no siempre está enfocada a las Tecnologías para el Aprendizaje Geográfico, lo que impide una mayor actualización en este campo.

Así, la investigación llevada a cabo se alinea con la necesidad de que las actividades de formación inicial y continua del profesorado puedan implementar el modelo de aprendizaje SMART. Para que esta formación sea efectiva en el aprendizaje SMART, ha de contar con diez características esenciales agrupadas en tres elementos (Fögele et al. 2015 y Höhnlem et al. 2016): 1. elementos organizativos y estructurales, 2. elementos didácticos y 3. realización de actividades.

a) Elementos organizativos y estructurales:

1. **Duración de la actividad formativa diseñada.** Debe contemplarse a largo plazo, con tiempo suficiente para realizar las actividades, ya que existe cierto consenso en que las actividades formativas a corto plazo tienen poca eficacia (Timperley et al. 2007). Así, la mayoría de las actividades con el alumnado se ha programado durante un curso académico, siendo eminentemente un aprendizaje activo, de una duración óptima para asimilar el aprendizaje adquirido. En cuanto a la formación del profesorado, tuvo una duración de entre cuatro o cinco sesiones de tres horas de duración, con dos sesiones por semana. En este caso, sería necesario organizar actividades formativas dirigidas al profesorado de mayor duración, tanto en la formación inicial como en la formación continua, con un carácter eminentemente práctico que ayude a consolidar los aprendizajes.
2. **Apoyo de una comunidad de aprendizaje.** Creadas al compartir objetivos comunes, sirven de intercambio de reflexiones tanto en el propio centro educativo, como con otros centros académicos a diferentes escalas, desde el entorno próximo, hasta centros educativos de otros países, lo que genera un enriquecimiento y aprendizaje mutuo. Se ha visto de especial utilidad el trabajo

en red y las comunidades de prácticas (Tate et al., 2017), que son elementos que permiten avanzar en este nuevo paradigma docente que es el aprendizaje SMART. Las experiencias se han llevado a cabo integradas en comunidades de aprendizaje, bien internas del centro educativo, como los programas de Innovación Educativa, bien en asociación con otros centros próximos, como los Programas de Escuelas de I+D+i, o con otros centros educativos europeos a través de los programas Erasmus+. También la colaboración de docentes de diferentes procedencias y niveles educativos ha dado lugar a la co-creación del Atlas Digital Escolar. La difusión a través de las redes sociales de todos estos proyectos ha generado una riquísima retroalimentación con otros docentes.

3. **Marco institucional.** Debe contar con todos los elementos organizativos, entre ellos los recursos docentes, recursos tecnológicos y su financiación, así como los permisos necesarios para salir del centro y poder llevar a cabo esta modalidad de aprendizaje de forma voluntaria. Se ha dispuesto de un marco institucional estable, apoyado desde el centro y respaldado por iniciativas públicas (Proyectos de Innovación Educativa, Escuelas de I+D+i, Plan Regional de Formación del Profesorado, Erasmus+) y convenios de Colaboración (entre la Universidad de Zaragoza y ESRI España para la elaboración del Atlas Digital Escolar), que garantizaban el desarrollo de los proyectos y su financiación. Por lo tanto, sin ser un requisito indispensable para lograr el aprendizaje, sí es un elemento facilitador del mismo.
4. **Expertos.** Incorporación de expertos en el desarrollo de los proyectos y en la formación del profesorado. Este punto es de importancia en el inicio de los proyectos, cuando se diseñan las actividades y necesitan referencias académicas que avalen las decisiones tomadas. Su procedencia en los proyectos descritos en esta tesis es diversa, desde universidades, Centro de Profesorado y de Recursos de Badajoz, Consejería de Educación, Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE), etc. lo que ha permitido realizar una serie de actividades de enseñanza/aprendizaje-investigación y seguir diseñando actividades docentes.

b) Elementos didácticos:

5. **Conocimiento de la materia y conexión con el currículo: el papel central de una asignatura específica.** Es necesario un conocimiento de la materia a impartir, que debe estar conectado directamente con el currículum. Son importantes los procesos relacionados con la inserción del alumnado en la sociedad futura, elementos que poseen un valor añadido sobre los contenidos meramente curriculares. Todas las actividades presentadas en esta tesis, han estado enmarcadas en el currículum de las asignaturas de Geografía e Historia, vinculadas estrechamente con sus contenidos. Sin embargo, no se han dejado al margen las competencias básicas, que, sin estar destinadas a

un curso en concreto, son de necesaria adquisición a lo largo de la etapa. Se han trabajado, sobre todo, las competencias espaciales, dentro de la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología; la competencia digital; y las competencias sociales y cívicas, todas ellas muy vinculadas con la materia de Geografía.

6. **Toma en consideración de los resultados de investigación producidos en el aula.** La docencia debe estar caracterizada por la claridad del contenido que se imparte, la gestión eficaz de las clases y de los comentarios de los estudiantes que palíen ideas preconcebidas en el camino hacia la propia ciencia, en un contexto de aprendizaje autónomo organizado y basado en la indagación. Con todo ello se impulsa la capacidad cognitiva del estudiante. En las actividades expuestas en esta tesis, se han seguido estrategias metodológicas activas que fomentan el aprendizaje autónomo basado en la indagación, no solo para alcanzar conocimientos de la propia asignatura, geografía, sino aquellos elementos interdisciplinares y transdisciplinares abordados en ellos. Estas estrategias metodológicas han sido avaladas por expertos a través de la técnica Delphi.
7. **Co-creación.** Un requisito para la implementación de la innovación educativa en el aula es la voluntad de los docentes de llevarla a cabo. Estas actividades innovadoras se basan en los conocimientos previos y en los desafíos de la sociedad, del centro educativo y el entorno y de la propia aula. A estos desafíos se da mejor respuesta mediante la colaboración docente que permite aprovechar las oportunidades para la co-creación en la construcción de actividades para los estudiantes, como por ejemplo el Atlas Digital Escolar, implementado a través de la colaboración de varios docentes de diferentes niveles educativos.

c) Desarrollo de las actividades:

8. **Estructura circular de la innovación educativa.** Se trata de una estructura circular que parte de un input o aportación exterior por parte de expertos externos a través de lecturas, intercambios de experiencias educativas, en sesiones formales o informales (a través de redes sociales) que sirve para aclarar ideas ante una propuesta de intervención en el aula. Tras la idea inicial, hay que definir conceptualmente el proyecto, a ser posible de manera cooperativa con otros docentes, determinando el qué se pretende hacer. Acto seguido hay que diseñar las actividades, también colaborativamente con otros docentes. La cuarta posición en el círculo lo ocupa el desarrollo y experimentación de las actividades en forma de lecciones en la propia aula. Finalmente, se debe analizar el desarrollo de las actividades, dejando un tiempo a la reflexión e intercambio de experiencia con otros docentes que sirva como enriquecimiento común. Esta estructura circular se puede constatar tanto

en la representación del modelo SMART, como en el modelo de aprendizaje indagatorio que tiene una gran importancia dentro de éste.

9. **Experimentar la eficacia de lo realizado y dar visibilidad.** Forma parte del proceso de aprendizaje, tanto para el estudiante como para el docente. En este caso, se han expuesto los impactos de cada una de las acciones docentes emprendidas. Además, la experiencia de modificar las acciones docentes, en función de las observaciones realizadas, impulsa el avance de la innovación. Esto ocurre, por ejemplo, en la forma de aplicar los recursos, como los SIG Webs, o en cómo evaluar la adquisición del conocimiento, que en la mayoría de los casos se realiza a través del producto final elaborado, que suele ser un mapa digital interactivo o un *story map*.
10. **Retroalimentación.** El trabajo emprendido en el aula y en las comunidades de aprendizaje, con las que se ha trabajado en la formación del profesorado y en los proyectos nacionales y europeos, se redondea mediante la retroalimentación. Si bien queda el reto en futuras investigaciones de mejorar las herramientas de evaluación, más allá de la observación directa y participante aplicada en esta investigación. Así se sugiere analizar de forma cooperativa la retroalimentación, y con ello desarrollar intervenciones de aula adicionales.

La motivación de observar la espiral de eficiencia es fundamental. Todos estos elementos y categorías se pueden transponer a otros centros y situaciones para aplicar el aprendizaje SMART y con ello unos resultados de aprendizaje satisfactorios.

Las evidencias de los resultados de investigación de esta tesis que sustentan la eficiencia del trabajo realizado en el aula para aplicar las SIG Web en el marco del aprendizaje inteligente y el pensamiento espacial en geografía están en abierto en las redes sociales. Relacionadas con esta tesis se han constatado en las redes sociales mantenidas por su autor, 150.000 visitas a los materiales depositados en *Slideshare*, casi mil seguidores esperando nuevos resultados y sugerencias de trabajo en el aula, así como 355 seguidores de YouTube y los cerca de 22.000 miembros en Facebook. Todo ello indica una buena acogida de los materiales y del trabajo realizado en estos años por parte de otros docentes. Las nuevas tendencias de la transferencia de los resultados de investigación, que se realiza según se van produciendo avances, se materializan con el elevado número de seguidores. Esta tesis es un ejemplo de una línea de trabajo en abierto, cuya investigación marca un nuevo estilo de enseñar integrando el aprendizaje SMART.

Sin embargo, se considera necesario mejorar la certeza de que el alumnado alcanza los resultados de aprendizaje perseguidos con los SIG Web, y la precisión en el conocimiento de los logros obtenidos. Con esta finalidad, y dado que no se planteó inicialmente como parte de la tesis, se ha considerado de interés en futuras acciones

docentes el empleo de una rúbrica como técnica para el análisis del desempeño (García et al., 2013). De esta manera el profesor no sólo evalúa el trabajo del estudiante - a veces ayudado por alguna tecnología, como la Goobric- (Guallart et al., 2020), sino como un sistema de autoevaluación por el propio alumnado, evaluación entre iguales (coevaluación) (Álvarez-Otero, 2020) o evaluación de pares ciegos, para lo que también existen algunas herramientas, como por ejemplo, Aropä de la Universidad de Glasgow (Purchase, 2017) que ya se empleó con alumnos de bachillerato en el proyecto GI-Learner. De este modo la rúbrica ayudará a formular los resultados esperados una vez que ya se han investigado los resultados de aprendizaje que es posible obtener.

Con ella se valorarán una serie de ítem vinculados con el trabajo desarrollado que se pueden integrar en el modelo indagatorio de Kerski (2011) (figura 43) el cual se ha tenido en cuenta en la mayoría de los diseños de las actividades propuestas. Se señalan diez ítems relativos a los aspectos principales del modelo: búsqueda, organización, y análisis de la información, que servirá con los conocimientos adquiridos para construir el propio pensamiento espacial y crítico que alimente criterios fundamentados para actuar globalmente con conciencia ciudadana. Se ha establecido la valoración de cada ítem en una escala de 1 a 10 (Anexo V) que es la más habitual en enseñanza secundaria. El resultado final será la media de la valoración de todos los ítems evaluados. Esta rúbrica debería estar accesible al alumnado antes de comenzar el trabajo para que sea consciente de aquellos elementos que se evaluarán.

**Figura 43.** Los ítems de la rúbrica propuesta para la adquisición del pensamiento geoespacial crítico en el contexto del método indagatorio



Fuente: Elaboración propia

Se ha realizado un análisis DAFO (Tabla 28) para sintetizar los resultados del empleo de las SIG Web en el contexto del aprendizaje SMART que se han obtenido a lo largo de la investigación. Por tanto, se han de considerar distintas perspectivas, la de los pilares del aprendizaje SMART, la de los resultados de aprendizaje que obtiene el alumnado, y la perspectiva del profesorado, pieza fundamental que no puede quedar fuera. El propio análisis DAFO va a mostrar la pertinencia del empleo de las SIG Web como tecnología en el contexto de un aprendizaje SMART. Se ha iniciado este análisis con las fortalezas, frente a las debilidades, ya que es lo que esta tesis demuestra, y a continuación, las oportunidades, entendiendo por tales el potencial de este tipo de aprendizaje frente a las amenazas o elementos que pueden dificultar su aplicación.

**Tabla 28.** Análisis DAFO: Las SIG Web como tecnología en el contexto del aprendizaje SMART

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
<i>APRENDIZAJE SMART</i>	<p>Impulsa el trabajo autónomo del alumnado, que participa de su propio aprendizaje.</p> <p>Es motivante, puesto que fomenta la interactividad.</p> <p>Flexibilidad lo que permite adaptarse a las necesidades del alumnado.</p> <p>Versatilidad, puesto que permite la incorporación de numerosos recursos y distintas técnicas de análisis</p> <p>Sencillez, El uso de la tecnología SIG favorece los pilares del aprendizaje SMART.</p>	<p>La autonomía, ya que tiene el riesgo de que se pierdan si el profesor no está controlando continuamente.</p> <p>La aparición de fallos tecnológicos imprevistos puede causar desmotivación en el alumnado.</p> <p>Exigencia de una atención personalizada y adaptativa del profesorado hacia el estudiante, que no siempre es posible.</p> <p>Dificultades logísticas y pedagógicas para el empleo de un gran número de recursos.</p> <p>Control de la tecnología, aunque no todos los nativos digitales manejan con soltura la tecnología, ni las SIG Web.</p> <p>Dificultades organizativas: elevadas ratios, necesidad de tener acceso a una conexión a internet, eliminar las desiguales barreras en el conocimiento tecnológico de los estudiantes, no disponibilidad de ordenadores personales para cada alumno o pareja de alumnos.</p>

<p><i>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</i></p>	<p>Requiere del trabajo con un gran número de datos de primera mano, realizando de forma sencilla análisis complejos y predictivos de la realidad.</p> <p>Refuerza el pensamiento espacial con el análisis causal, relacional y de tendencias, que permite interpretar y modelizar el territorio.</p> <p>Adquisición de competencias digitales, espaciales y otras.</p> <p>Potencia el trabajo colaborativo y crea habilidades y destrezas comunicativas a través de los mapas en línea y de la interacción en el aula.</p> <p>Comprensión y adopción del potencial de los SIG en la nube en una gran variedad de temas.</p> <p>El aprendizaje crítico se ha reforzado con la observación y el análisis de datos de primera mano y los resultados del trabajo realizado).</p> <p>Enriquecimiento del conocimiento adquirido en los trabajos de campo.</p>	<p>El aprendizaje SMART está recogido en los currículos de forma específica, ni tampoco el empleo de la tecnología.</p> <p>Dificultades curriculares derivadas de los extensos programas.</p> <p>Escaso tiempo para impartir las asignaturas relacionadas con la geografía.</p> <p>Las estrategias metodológicas activas exigen más tiempo que las memorísticas.</p> <p>Dificultad para medir los resultados de aprendizaje de forma tipificada</p>
<p><i>EL PROFESORADO ANTE LA SIG WEB</i></p>	<p>Aumento de la usabilidad de las SIG Web, por parte del profesorado conocedor de sus ventajas.</p> <p>Manejo del aprendizaje basado en problemas y los estudios de caso reales.</p> <p>Incremento de la motivación del profesorado al constatar el éxito de los resultados de aprendizaje.</p>	<p>Desconocimiento de la tecnología por parte del profesorado.</p> <p>Falta formación del docente en el uso de la tecnología en general y de los SIG en la nube en particular.</p> <p>La edad media del profesorado en ejercicio es muy elevada, lo que dificulta el relevo generacional en la profesión y el entusiasmo por las tecnologías.</p> <p>Exige una atención permanente del profesorado, para establecer la rutina y que el estudiante se motive y se enganche en el trabajo.</p>

	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<b>APRENDIZAJE SMART</b>	<p>Potencia el trabajo autónomo y el aprendizaje durante toda la vida.</p> <p>Permite estudiar fenómenos geográficos de manera práctica, atractiva y dinámica motiva al estudiante.</p> <p>El amplio abanico de posibilidades que ofrece el empleo de la SIG Web permite una adaptación a las necesidades del estudiante y del currículum.</p> <p>El uso del SIG Web favorece la utilización de distintos recursos como la información oficial (datos y cartografía reales, variada y de calidad) o el uso de herramientas de geolocalización, referenciación, mediciones o cotas.</p> <p>La tecnología SIG Web y los <i>story maps</i> presentan los análisis geográficos con una narración adecuada que enriquecen la cartografía.</p>	<p>El aprendizaje empleando SIG no se adapta a todas las estrategias metodológicas de la misma manera. Encajan especialmente bien con las estrategias de la metodología activa quienes mejor rendimiento obtienen.</p> <p>Un exceso del empleo de las SIG Web podría cansar al estudiante reduciendo su motivación.</p> <p>Es necesaria una reflexión teórica previa al uso de los recursos que haga comprender por qué y cómo se utiliza adaptada a la diversidad del alumnado.</p> <p>Se puede caer en la tentación de centrarnos en la herramienta tecnológica en lugar de conseguir un aprendizaje con ella.</p>
<b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>	<p>Soluciones para el trabajo sobre el territorio con casos reales.</p> <p>Dinámicas de trabajo colaborativo y autónomo.</p> <p>Memorización derivada del trabajo con los datos y el razonamiento espacial.</p> <p>Comprensión de conceptos abstractos mediante ejemplos tangibles.</p> <p>Proyección y transferencia a distintos campos y a futuro de esta tecnología.</p>	<p>Los alumnos pueden centrarse en la tecnología y no en el aprendizaje geográfico.</p> <p>Los elementos de distracción se incrementan y los estudiantes pueden dispersarse.</p>
<b>EL PROFESORADO ANTE LA SIG WEB</b>	<p>El empleo de las SIG Web mejoran la competencia digital docente.</p>	<p>Tecnofobia por parte del profesorado (Morales Capilla et al, 2015), que determina su negativa a la formación en esta temática.</p>

	<p>Su empleo apoya la motivación en el inicio de un tema, favorece el repaso de conceptos y permite construir conocimiento.</p> <p>Permite trabajar sobre el territorio virtualmente.</p> <p>Permite emplear técnicas propias de las metodologías activas como aprendizaje basado en problemas, en proyectos, estudios de caso, y otros procesos colaborativos.</p> <p>También permiten trabajar sobre cualquier lugar y tema.</p> <p>Las SIG Web se pueden aplicar a otras materias del currículum.</p> <p>Se ha incrementado la oferta de cursos, seminarios, foros, jornadas, etc. que impulsan esta línea de trabajo docente.</p> <p>Las SIG Web potencian el trabajo en red.</p>	<p>Problemas en las infraestructuras y cortes en la red cuando la clase es síncrona y no se ha pensado en una actividad alternativa ante esta posible eventualidad.</p> <p>La falta de actualización en Tecnologías Geográficas impide su aplicación.</p>
--	---	---

Fuente: Elaboración propia

Las propuestas realizadas son posibles gracias a la mejora de la tecnología y su usabilidad, y la formación inicial y continua del profesorado desde las universidades y desde los organismos responsables en educación, o bien por la tradicional y responsable autoformación del profesorado, empleando la riqueza ofrecida en la Red. Los centros escolares han mejorado su equipamiento, se está haciendo un gran esfuerzo en la formación del profesorado y el incremento de las aplicaciones en la nube facilita su aplicación en las aulas. Aunque la comunidad que emplea estas herramientas en los centros educativos es cada vez mayor, es necesario ampliar la formación continua de los docentes, ya que la tecnología mejora cada día y es imprescindible un reciclaje en tiempo real, contar con materiales adaptados a las aulas, ejemplos de buenas prácticas que integren de forma razonable y bien diseñadas estas herramientas en la docencia.

Para acabar retornamos a los elementos que Bednarz y Van Der Schee (2006) consideran esenciales en la introducción de los SIG en la secundaria, y por extensión de los SIG Web:

- a) La formación del profesorado, exige seleccionar los elementos imprescindibles para una preparación adecuada para conseguir un aprendizaje inteligente (SMART) en los estudiantes. Por ello sería deseable que la administración educativa abordara los problemas, no solo en cuanto a la necesidad de contar con los equipos y el software adecuados en las escuelas, sino también a la formación del profesorado y la institucionalización del SIG en los planes de estudio. Para ello se debe asegurar que esté alineado con los objetivos generales de aprendizaje importantes, como la elaboración de gráficas, el pensamiento geoespacial crítico y las habilidades ciudadanas.
- b) Una comunidad de profesores y estudiantes dispuestos siempre a aprender, cuya eficacia se ha demostrado en los proyectos presentados.
- c) La integración dentro del currículum de la geoinformación y las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) que permiten su tratamiento. Como se ha dicho anteriormente, en el caso español, el currículum no invita a trabajar específicamente con las ciencias del dato (SIG Web, visores, datos abiertos...), no hay ninguna referencia específica a las Tecnologías y a su empleo docente. Algo que sí se ha integrado, por ejemplo, en la última reforma del currículum británico.

## 7. Conclusiones

La tesis ha demostrado la utilidad didáctica de la incorporación de los SIG en la nube a la enseñanza secundaria, no como objeto de estudio, sino como herramienta tecnológica que permite alcanzar el aprendizaje geográfico en el marco del *SMART learning*.

La tesis partía de la idea general de que las sociedades que avanzan son las que incorporan los cambios ocurridos en el corpus científico de las diferentes disciplinas a las enseñanzas de las mismas. En esta tesis se ha demostrado cómo es posible la incorporación de los SIG Web a la enseñanza de la geografía en la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato para una correcta formación de los estudiantes, especificando la usabilidad de los SIG Web en este tipo de enseñanza.

Los métodos seguidos han resultado pertinentes para describir rigurosamente las operaciones de raciocinio, los procesos en el objeto, los fines del razonamiento teórico y la propia intencionalidad del objeto, en este caso el aprendizaje inteligente. Así, el análisis realizado sobre las experiencias docentes mediante el método investigación-acción, los proyectos institucionales mediante metodologías mixtas, así como el contraste de opiniones de expertos a través de la técnica Delphi, determinan que se ha logrado alcanzar el objetivo general marcado inicialmente en el contexto del aprendizaje inteligente. Este planteaba la necesidad de contribuir al desarrollo profesional docente demostrando la utilidad de los SIG en la nube para mejorar el aprendizaje en geografía y en otras materias propias de la enseñanza secundaria.

En el proceso de investigación se han ido alcanzando progresivamente cada uno de los objetivos específicos, comenzando por la determinación del marco teórico y conceptual de referencia común que analiza los elementos esenciales para adquirir un pensamiento geoespacial crítico e inteligente. Este marco teórico nos ha permitido centrar el objeto de estudio determinando claramente los conceptos propios del pensamiento espacial, su progreso hacia el pensamiento espacial crítico, y la evolución del concepto hacia el de pensamiento geoespacial, con la integración de las geotecnologías. Precisamente, la integración de las tecnologías (*Technology embedded*) en la enseñanza es la que permite definir un aprendizaje inteligente SMART, siendo uno de sus cinco pilares básicos junto a constituir un aprendizaje autodirigido y centrado en el estudiante (*Self-directed*); Motivado (*Motivated*); Adaptado a la diversidad (*Adaptative*); Enriquecido con recursos educativos (*Resource enriched*). En este sentido, una de las aportaciones realizadas en ha sido la personalización de este modelo coreano para analizar las experiencias didácticas presentadas.

El segundo objetivo específico alcanzado ha sido el de identificar y analizar experiencias, que mediante el empleo de los SIG en la nube se encaminen al

aprendizaje inteligente. Así, tanto en el marco teórico y conceptual como en el apartado sobre el contexto de la educación geográfica, se presentan algunas experiencias exitosas del uso de los SIG en la nube para conseguir el aprendizaje geográfico. Entre estas experiencias, destacan aquellas que utilizan la narración digital cartográfica o *digital map storytelling* como método para transmitir contenidos geográficos al alumnado.

Otro de los objetivos cumplidos ha sido el diseño de actividades empleando los SIG en la nube para el desarrollo y adquisición de las competencias y destrezas necesarias en el aprendizaje inteligente en las asignaturas de Geografía. En esas actividades que constituyen la base de una gran parte de los resultados de la investigación, se ha dedicado parte del tiempo a contrastar y evaluar las posibilidades didácticas de la incorporación a la docencia en educación secundaria de los SIG en la nube para el desarrollo del pensamiento geoespacial, en el marco del aprendizaje inteligente, lo que ha permitido conseguir este objetivo marcado.

El último objetivo específico señalado en la tesis planteaba la necesidad de establecer resultados de aprendizaje y competencias, el uso de las SIG Web y el aprendizaje SMART han capacitado a los estudiantes para buscar la fuente más adecuada, trabajar con un mayor número de datos de primera mano y realizar análisis con ellos, como se ha visto en el mapa del ruido, en las actividades realizadas con el Atlas Digital Escolar y en los itinerarios construidos, con lo que han reforzado sus competencias digitales y espaciales. Todo ello con un trabajo autónomo, pero también colaborativo que ahora pueden transferir a otros campos de conocimiento.

En definitiva, se puede afirmar que se ha alcanzado un logro progresivo de los objetivos, tanto el de carácter general como aquellos más específicos, y marcaban el camino para la comprobación de las hipótesis de trabajo.

La primera hipótesis planteada se confirma, al constatar que el pensamiento espacial y el aprendizaje inteligente a través del uso de las SIG Web determina un cambio de metodologías en el aula de enseñanza secundaria. Las SIG Web impulsan un cambio en la educación geográfica integrando el pensamiento espacial y el aprendizaje inteligente a través de las metodologías de aula. Esta integración se realiza a través de la implementación del método de aprendizaje SMART, basado en el aprendizaje a través de la tecnología, en nuestro caso los SIG Web, unido a los otros cuatro pilares: autodirigido y centrado en el estudiante, con una fuerte carga motivacional, adaptado a la diversidad del alumnado, y enriquecido con una variedad de recursos educativos. El alumnado no ha encontrado una barrera en el uso de la tecnología, sino que ha avanzado en el pensamiento espacial, con elementos como unir la realidad geográfica con la abstracción de un mapa, realizando análisis causales, relacionales y de tendencias, interpretando y modelizando el territorio; y en el aprendizaje inteligente, esto es, la integración de las tecnologías SIG Web al aprendizaje y construcción del pensamiento geoespacial. Las TIG en general, y los SIG Web en particular, permiten

que, desde lo virtual, y reforzado por la realidad (trabajo de campo) y el empleo de GPS, se produzca un mejor y eficaz conocimiento del territorio.

La integración del pensamiento espacial y el aprendizaje inteligente ofrecen resultados de aprendizaje que evidencian el pensamiento geoespacial y sus competencias, con la adquisición de destrezas y habilidades SIG valoradas positivamente en su empleo docente a lo largo de la tesis. Se han detectado resultados de aprendizaje que impulsan el pensamiento espacial en Geografía en la enseñanza secundaria y posibilitan así un cambio de paradigma en el aprendizaje inteligente de la geografía.

Como resultado de la segunda hipótesis se confirma que la tecnología SIG Web aporta al currículum de geografía en enseñanza secundaria las competencias necesarias para adecuarse a las exigencias de la ciudadanía actual. El análisis del currículum vigente, ha demostrado que ninguno de los elementos que lo componen (contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje, objetivos de etapa, competencias) invitan a trabajar con SIG Web en las aulas, es más, no se citan, a pesar de su valor demostrado para el aprendizaje de la geografía. Sin embargo, algunos de esos elementos, como las competencias clave, pueden ser alcanzados más fácilmente si se emplean estas tecnologías geográficas.

La tesis no se ha centrado en investigar cómo enseñar SIG en geografía, sino cómo mejorar el aprendizaje de la geografía empleando herramientas SIG en la nube. Por lo que no se trata de una implementación del currículum, sino que el valor de esta tesis estriba en la amplitud y profundidad de las actividades y buenas prácticas diseñadas en el marco curricular para la integración del aprendizaje inteligente empleando SIG Web en las aulas. Se confirma que el currículum actual de Geografía en enseñanza secundaria necesita incorporar actividades que integren las geotecnologías para mejorar el pensamiento espacial de los estudiantes, aprendizaje aplicado que será de gran utilidad en su vida ciudadana.

La tercera hipótesis ha quedado refrendada a través de la consulta al panel de expertos docentes. Se ha visto no sólo necesario, como se indica en la tercera hipótesis, sino imprescindible, la formación del profesorado en el empleo de SIG Web para la adopción del modelo de aprendizaje *SMART*. Se deben seleccionar los elementos esenciales para una preparación adecuada del profesorado en el contexto del siglo XXI que busque un aprendizaje inteligente en sus estudiantes y lo asocie con las competencias clave que ha de adquirir el alumnado de secundaria y bachillerato al terminar cada etapa educativa.

En resumen, los resultados obtenidos de las experiencias descritas en la Tesis, tanto de las actividades de aula como de los proyectos más institucionales, quedan validados por la consulta a expertos empleando el método Delphi y por el impacto y

el seguimiento que de los materiales elaborados se han producido en las redes sociales. Así, se pueden destacar una serie de resultados comunes en ellas:

1. Los procesos mentales se mejoran con el empleo de las TIG en general y las SIG Web en particular, puesto que su utilización favorece la abstracción del espacio real para ser representado en el espacio virtual, lo que constituye la cartografía digital.
2. En la abstracción mental que se genera con el uso de los SIG Web, se produce un doble proceso: primero de análisis del territorio, en los que se separan sus elementos; y, en segundo lugar, de síntesis, cuando se reconstruyen en el mapa, representados sobre diferentes capas, que en su conjunto forman el mapa digital. Este trabajo de análisis y síntesis a través de las capas de un SIG hace posible, entre otras características, la detección de pautas espaciales (causales, relacionales y de tendencias), y favorece la comprensión de la relación entre los elementos existentes en ese espacio.
3. Las TIG permiten que, desde lo virtual, y reforzado por la realidad (trabajo de campo) y el empleo de GPS, se produzca un mejor y eficaz conocimiento del territorio.
4. La revolución de la información geográfica, que ha facilitado el trabajo con SIG Web, ha sido posible gracias a: la liberación de la señal del GPS en el año 2000, la política de reutilización de datos públicos aprobada en 2007, la facilidad de su visualización por el avance de la tecnología (Google Earth aparece en 2005) y por la cada vez mayor facilidad de la sociedad para aportar y recoger datos (*crowdsourcing*, redes sociales, etc.).
5. El potencial de las tecnologías de la ubicación integradas en los SIG Web, cuando es descubierto por el alumnado incrementa su motivación.
6. Las competencias básicas trabajadas en los proyectos descritos, empleando el aprendizaje SMART, han servido para demostrar cómo se construye el pensamiento geoespacial crítico y cómo éste se implementa de forma autónoma.
7. La evolución de la tecnología ha permitido ratificar las hipótesis de la tesis, ya que su generalización a un porcentaje cada vez mayor en la sociedad ha hecho posible una más eficiente aplicación en la educación geográfica. Las herramientas son cada vez más intuitivas, accesibles y tienen un interfaz cada vez más amigable.
8. En el desarrollo de las actividades expuestas en esta tesis, se ha observado que potencian el trabajo colaborativo, han surgido redes de docentes y una mayor interacción entre los propios estudiantes, y entre los enseñantes y los estudiantes. Así, la interacción entre todos los agentes que intervienen en la educación geográfica, incluidos los investigadores, se ha incrementado, lo que ha supuesto un gran enriquecimiento para el aprendizaje SMART.
9. Es posible transferir todos estos logros a otras ciencias, que se pueden beneficiar de los mismos, especialmente aquellas relativas a la Tierra (Biología, Geología, Ciencias de la Tierra, etc.) pero también a muchas otras cuyo

conocimiento se basa en parte en la distribución espacial de determinados hechos (Economía, Literatura...).

Por tanto, concluye esta tesis afirmando que los SIG Web en el contexto tecnológico actual y el aprendizaje SMART son esenciales para la enseñanza de la geografía actual.



## Referencias

- Abbott, T. D. (2001). *An Evaluation of Geographic Information System Software and its Utility in Promoting the Use of Integrated Process Skills in Secondary Students*. [Ph.D. diss.], University of Connecticut, Storrs.
- Albert, W.S., & Golledge, R.G. (1999). The use of spatial cognitive abilities in geographical information systems: The map overlay operation. *Transactions in GIS* 3, 7-21.
- Alcolea Moratilla, Miguel Ángel (Coord) (2014). *Aprender Geografía de España con la Web 2.0*. (PIMCD 165/2013). Universidad Complutense de Madrid.
- Alibrandi, M., Palmer-Moloney, J. (2001). Making a Place for Technology in Teacher Education with Geographic Information Systems (GIS). *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education [Online serial]*, 1 (4), 483-500.
- Alibrandi, M. (2003). *GIS in the Classroom*. Heinemann.
- Álvarez-Otero, J. (2014). *Metodología colaborativa y TIC en las aulas de Geografía, Historia e Historia del Arte*. [Trabajo Fin de Máster]. Universidad Complutense de Madrid.
- Álvarez-Otero, J., & De Lázaro y Torres, M.L. de (2015). Aprender geografía de España empleando SignA, En Sebastiá, R. y Tonda, M.E. *Investigar para innovar en la enseñanza de la Geografía* (pp.25-39). Universidad de Alicante.
- Álvarez-Otero, J., De Lazaro Torres, M., & Gonzalez Gonzalez, M. (2018). A cloud-based giscience learning approach to Spanish National Parks, *European Journal of Geography*, 9 (2), 6–20.
- Álvarez-Otero, J., & De Lázaro y Torres, M.L. (2018). Education in Sustainable Development Goals Using the Spatial Data Infrastructures and the TPACK Model. *Education Sciences*, 8(4), 171. <https://doi.org/10.3390/educsci8040171>
- Álvarez-Otero, J. (2020). *El uso educativo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) para mejorar la responsabilidad social de los ciudadanos del siglo XXI sobre el territorio*. [Tesis doctoral]. Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/64592/1/T42185.pdf>
- Araya, F. (2013). *Formación ciudadana desde la educación geográfica*. Editorial Universidad de La Serena.
- Aura, I., Hassan, L. & Hamari, J. (2021). Teaching within a Story: Understanding storification of pedagogy. *International Journal of Educational Research*, 106, p.101728
- Baker, T.R., (2005). Internet-based GIS mapping in support of K-12 education. *The Professional Geographer*, 57(1), 44-50.

- Baker, T.R., Kerski, J.J., Huynh, N.T., Viehrig, K. & Bednarz, S.W., (2012). Call for an agenda and center for GIS education research. *Review of International Geographical Education Online*, 2(3), pp.254-288.
- Baker, T.R., Battersby, S., Bednarz, S.W., Bodzin A.M., Kolvoord B., Moore, S., Sinton, D., & Uttal, D. (2015). A Research Agenda for Geospatial Technologies and Learning. *Journal of Geography* 114 (3), 11–130.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavior change. *Psychological Review*, 84, 191-215. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.84.2>.
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37, 122-147. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. En Udam y Pajares (Eds) *Self-efficacy beliefs of adolescents*, (Capítulo 14, pp.307-337). IAP.
- Babinger, F., Santander del Amo, F. & Serrano Cambronero, M. (2012). Un ejemplo de elaboración de nuevos materiales didácticos para los estudiantes de geografía: atlas digitales interactivos. En de Miguel González, R., de Lázaro, M. L., & Marrón Gaité, M. J. (Eds). *La educación geográfica digital* (pp. 569-666), Grupo de Didáctica de la AGE y Universidad de Zaragoza.
- Bartle, E. (2015). *Personalised learning: an overview*. The Institute for Teaching and Learning Innovation. Queensland University. [https://itali.uq.edu.au/files/1279/Discussion-paper-Personalised\\_learning\\_an\\_overview.pdf](https://itali.uq.edu.au/files/1279/Discussion-paper-Personalised_learning_an_overview.pdf)
- Bearman, N., Jones, N., André, I., Cachinho, H. A., & DeMers, M. (2016). The future role of GIS education in creating critical spatial thinkers. *Journal of Geography in Higher education*, 40(3), 394-408. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1144729>
- Bednarz, S. W. (2004). Geographic Information Systems: A Tool to Support Geography and Environmental Education? *GeoJournal* 60(2), 191-199.
- Bednarz, S.W., Bockenbauer, M.H., & Walk, F.H. (2005). Mentoring: A New Approach to Geography Teacher Preparation. *Journal of Geography*, 104(3), 105-112.
- Bednarz, S., & Van der Schee, J. (2006). Europe and the United States: the implementation of geographic information systems in secondary education in two contexts, *Journal of Technology, Pedagogy and Education*, Vol. 15, (2), 191-205
- Bednarz, R., Lee, J. (2011). The components of spatial thinking: empirical evidence. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 21, 103–107.
- Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G., & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition* (pp. 1-60). The New Media Consortium.
- [https://www.unmc.edu/elearning/documents/NMC\\_HorizonReport\\_2017.pdf](https://www.unmc.edu/elearning/documents/NMC_HorizonReport_2017.pdf)

- Belgiu, M., Strobl, J., & Wallentin, G. (2015). Open geospatial education. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(2), 697-710.
- Berendsen, M. E., Hamerlinck, J. D., & Webster, G. R. (2018). Digital story mapping to advance educational atlas design and enable student engagement. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(3), 125. <https://doi.org/10.3390/ijgi7030125>
- Bergman, M. M. (2011). The good, the bad, and the ugly in mixed methods research and design. *Journal of Mixed Methods Research*, 5 (4), 271-275. <https://doi.org/10.1177/1558689811433236>
- Bloom, B.S. (Ed.) (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. New York: David McKay.
- Bodzin, A. (2011). The implementation of a geospatial information technology (GIT)-supported land use change curriculum with urban middle school learners to promote spatial thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(3), 281–300. <https://doi.org/10.1002/tea.20409>.
- Bodzin, A.M.; Fu, Q. and Kulo, V. (2014). Examining the Effect of Enactment of a Geospatial Curriculum on Students' Geospatial Thinking and Reasoning. *J Sci Educ Technol* 23, pp.562–574. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9488-6>
- Boix, G. y Olivella, R. (2007). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a la educación. El proyecto PESIG (Portal Educativo en SIG). En Las competencias geográficas para la educación ciudadana (pp. 23-32). Valencia: AGE. [http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2007\\_comp\\_ecogeo.pdf](http://www.age-geografia.es/didacticageografia/docs/Publicaciones/2007_comp_ecogeo.pdf)
- Bruner, J.S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- Budhrani, K., Ji, Y. & Lim, J.H. (2018). Unpacking conceptual elements of smart learning in the Korean scholarly discourse. *Smart Learn. Environ.* 5, 23. <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0069-7>
- Buzo, I. (2010). Posibilidades didácticas del Flash para la enseñanza de la Geografía. En Marrón, M.J. y Lázaro, M.L. (Eds) *Geografía, Educación y Formación del Profesorado en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior*. (Pp. 147-159) Grupo de Didáctica de la Geografía (AGE) y Universidad Complutense de Madrid.
- Buzo, I. (2011a). La enseñanza de la Geografía en secciones bilingües. En Delgado, J., Lázaro, M.L., & Marrón, M.J. (Coord). *Aportaciones de la Geografía para aprender a lo largo de la vida* (pp 616-633). Grupo de Didáctica de la Geografía AGE y Universidad de Málaga.

Buzo, I. (2011b). La cotidianeidad en el uso de las TIC en las Ciencias Sociales. En Hernández, M. & otros (Ed), *Experiencias Educativas en las Aulas del Siglo XXI*. Innovación educativa (pp 347-350). Ariel.

Buzo, I. (2012). Utilización de Geomedias en la enseñanza de la Geografía. Congreso Nacional de Contenidos Educativos Digitales. [Presentación]

Buzo, I. (2013). Posición de los contenidos geográficos en la reforma educativa. En De Miguel, R., De Lázaro M.L. y Marrón M.J. (Coord), *Innovación en la enseñanza de la geografía ante los desafíos sociales y territoriales* (pp 105-120). Institución Fernando el Católico (CSIC).

Buzo, I. (2014). Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de la Geografía con una metodología activa. En Martínez y Tonda, *Nuevas perspectivas conceptuales y metodológicas para la educación geográfica* Vol. II (pp 11-36). Universidad de Córdoba.

Buzo, I. (2015). Aplicación de la metodología del aprendizaje geográfico por descubrimiento basado en SIG en proyectos didácticos para 2º de Bachillerato. En Sebastián y Tonda *La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía* (pp 477-489). Universidad de Alicante.

Buzo, I. (2015). Posibilidades y límites de las TIC en la enseñanza de la geografía. En *Ar@cne: Revista electrónica de recursos en Internet sobre geografía y ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona, <https://www.raco.cat/index.php/Aracne/article/view/292034>.

Buzo, I., De Miguel, R., Lázaro, M.L. (2015). School on the Cloud: a Spanish perspective. In *Proceedings of INTED2015*. 9th International Technology, Education and Development Conference, (pp.793–801). IATED Academy. WOS:000398586300118

Buzo, I. (2017a). De las TIG a las TAG: Integrando la información en el aprendizaje geográfico. En Sebastián y Tonda, *Enseñanza y aprendizaje de la geografía para el s. XXI* (pp.175-200). Universidad de Alicante.

Buzo, I. (2017b). Curso de formación inicial: Proyecto Erasmus+ KA219 "Utilización de un SIG Web para el diseño de rutas en Espacios Naturales Protegidos" (2016-1-ES01-KA219-025550). IES San Roque (Badajoz). <https://www.slideshare.net/isaacbuzo/curso-de-formacin-inicial-del-proyecto-erasmus-ka219-utilizacin-de-un-sigweb-para-el-diseo-de-rutas-en-espacios-naturales-protegidos-20161es01ka219025550>

Buzo, I. (2018). Experiencia con el diseño de la programación del Departamento de Geografía e Historia. CPR de Almendralejo (Badajoz).

<https://www.slideshare.net/isaacbuzo/experiencia-con-el-diseo-de-la-programacin-del-departamento-de-geografa-e-historia> [presentación]

Buzo, I. (2019). Ecosistema de aplicaciones de ArcGIS Online utilizados en la enseñanza de la geografía. En Macías, Armas y Rodríguez, *La reconfiguración del medio rural en la sociedad de la información* (pp. 687-697). Andavira Editora SL.

Buzo, I. & Ibarra, P. (2013). *Informe sobre la posición de la Geografía en la Educación Secundaria*. AGE. <https://www.age-geografia.es/site/wp-content/uploads/2018/07/informeage-131024020247-phpapp01.pdf>

Bybee, R.W., J.A. Taylor, A. Gardner, P. Van Scatter, J. Carlson Powell, A. Westbrook, and N. Landes. (2006). *BSCS SE instructional model: Origins and effectiveness. A report prepared for the Office of Science Education, National Institutes of Health*. Colorado Springs, CO: BSCS.

Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E instructional model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10-13.

Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DIGCOMPEDU), *European Journal of Education*, 54 (3), 356-369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>

Capel, H. (2012). *Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea. Una introducción a la Geografía*. Barcelona, Ediciones del Serbal.

Carbonell-Carrera, C., Mejías, M., Saorín Pérez, & JL., Contero González, MR. (2012). Infraestructuras de datos espaciales: desarrollo de habilidades espaciales en el entorno del Espacio Europeo de Educación Superior. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. 58 157-175. <http://hdl.handle.net/10251/91854>

Carbonell-Carrera, C., & Saorín, J. L. (2017). Geospatial Google Street View with Virtual Reality: A Motivational Approach for Spatial Training Education. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(9), 261. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi6090261>

Carbonell-Carrera, C., Saorin, J. L., & Hess-Medler, S. (2020). A Geospatial Thinking Multiyear Study. *Sustainability*, 12(11), 4586. <https://doi.org/10.3390/su12114586>

Cárdenas-García, P. J., Pulido-Fernández, J. I., & Carrillo-Hidalgo, I. (2016). Adquisición de competencias en el Grado de Turismo mediante el aprendizaje basado en estudios de caso. *Aula Abierta*, 44(1), 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2015.05.002>

Caride Gómez, J. A., & Fraguera-Vale, R. (2015). Cuando el proyecto se hace método: nuevas perspectivas para la investigación socioeducativa en red. *Pedagogía Social. Revista Interuniversitaria*, 26, 139-172. [http://dx.doi.org/10.7179/PSRI\\_2015.26.06](http://dx.doi.org/10.7179/PSRI_2015.26.06)

Carretero Gomez, S., Vuorikari, R. & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use, Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>

Catalá-Romero, R. (2020). PESIG: Portal Educativo en Sistemas de Información Geográfica. *Íber, Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 98, 77-79.

Chabaniuk V. & Rudenko L. (2019). Relational Geospatial Technologies: Background Theory, Practical Example and Needs in Education. In De Miguel González R., Donert K. & Koutsopoulos K. (Eds.) *Geospatial Technologies in Geography Education. Key Challenges in Geography* (EUROGEO Book Series). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6_4)

Charles, M. T., & Kolvoord, R. A. (2016). Geospatial semester: Developing students' 21st century thinking skills with GIS: A three-year study. *Pyrex Journal of Educational Research and Reviews* 2 (6),67–78.

Chen, R. J. (2007). Geographic information systems (GIS) applications in retail tourism and teaching curriculum. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 14(4), 289-295. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2006.07.004>

Chen, C., & Wang, Y. (2015). Geospatial education in high schools: Curricula, methodologies and practices. En Muñiz, O., Demirci, A. and Schee, & J. van der (Eds.) *Geospatial technologies and geography education in a changing world: geospatial practices and lessons learned*, (pp. 67–76). Springer.

Clagett, K.E. (2009). *Virtual globes as a platform for developing spatial literacy* (Doctoral dissertation), Universidade Nova de Lisboa. <https://run.unl.pt/handle/10362/2317>

Collins, L. (2018). The impact of paper versus digital map technology on students' spatial thinking skill acquisition. *Journal of Geography*, 117(4), 137-152. <https://doi.org/10.1080/00221341.2017.1374990>

Contreras, M. J., Meneghetti, C., Uttal, D. H., Fernández-Méndez, L. M., Rodán, A., & Montoro, P. R. (2020). Monitoring the Own Spatial Thinking in Second Grade of Primary Education in a Spanish School: Preliminary Study Analyzing Gender Differences. *Education Sciences*, 10(9), 237.

Cook, C.N., Inayatullah, S., Burgman, M.A., Sutherland, W.J., & Wintle, B.A. (2014). Strategic foresight: how planning for the unpredictable can improve environmental decision-making. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(9), 531-541.

Crespo-Castellanos, J.M., Gómez-Ruiz, M.L. G., & Cruz-Naïmi, L.A. (2018). Una aproximación a los Parques Nacionales y sus paisajes a través de itinerarios didácticos. *Espacio Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía*, 11, 121-140.

Crespo-Castellanos, J.M. & Rodríguez de Castro, A. (2019). Las tecnologías de la información geográfica y su contribución al desarrollo de la competencia digital docente. El uso didáctico del visualizador Iberpix. En Macía Aece, X. C. et al (Coords.): *La reconfiguración del medio rural en la sociedad de la información. Nuevos desafíos en la educación geográfica*. Andavira Editora.

Crespo Castellanos, J. M. (2020). El visualizador Iberpix 4 del Instituto Geográfico Nacional: un recurso didáctico para la interpretación de los componentes físicos del paisaje. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27(2), 182-191. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/367134>

Crespo, J.M., Sevilla, C., Velasco, A., Guallart, C., Mateo, R., & Rodríguez, A., (2020). Actividades de Geografía con visualizadores cartográficos para ESO y Bachillerato. Utilización de Iberpix y el Comparador de ortofotos del IGN. Instituto Geográfico Nacional. <https://www.ign.es/web/resources/acercaDe/libDigPub/actividades-geografia-IGN.pdf>

Cruz, L., Cunningham, K., Smentkowski, B. & Steiner, H., (2019). The SoTL scaffold: Supporting evidence-based teaching practice in educational development. *To Improve the Academy*, 38(1), 50-66.

Del Campo, A., Romera, C., Capdevila, J., Nieto, J. A., & de Lázaro, M. L. (2012). Spain: Institutional initiatives for improving geography teaching with GIS. In *International perspectives on teaching and learning with GIS in secondary schools* (pp. 243-253). Springer.

De Lázaro y Torres, M.L (Coord). (2013). *Enseñar Geografía con la Web 2.0*. Libro en DVD. Cersa.

De Lázaro, M.L., & Delgado, J. (2013). Geolocation, a world of possibilities for people in later life. In Delgado, J., Ed. *Geographic and Geolocation Competences for People in Later Life* (pp. 18-25). Universidad de Málaga.

De Lázaro y Torres, M.L., (Coord), Alcolea Moratilla, M.A, Buzo Sánchez, I., Crespo Castellanos, J.M., Cruz Naïmi, L.A. De Miguel González, R., Delgado Peña, J.J., Gómez Ruiz, M.L., González González, M.J., Guallart Moreno, C., Palacios Estremera, M.T., Sánchez Rivera, J.A., Sotelo Pérez, M., Álvarez Otero, J., Felipe Pérez, R., González Aparicio, C. & Villafaña Fraile, P. (2015). *Aprender Geografía con la Web 2.0 a través de la evolución de los paisajes agrarios de España*. Universidad Complutense de Madrid. En eprints de la UCM: <http://eprints.ucm.es/28547/>. (Informe del proyecto disponible en eprints: <http://eprints.ucm.es/28167/>) La cartografía correspondiente está en:

<http://ucmadrid.maps.arcgis.com/apps/Viewer/index.html?appid=ea9c8b352b60491b8741d5f65457028d>.

De Lázaro y Torres, M., de Miguel González, R., & Buzo Sánchez, I. (2017). El Proyecto School on the Cloud: Lecciones Aprendidas = School on the Cloud Project: Lessons Learned. *Espacio Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía*, 10, 103-120. <https://doi.org/10.5944/etfvi.10.2017.18748>

De Lázaro Torres, M.L.; De Miguel González, R. & Morales Yago, F.J. (2017). WebGIS and Geospatial Technologies for Landscape Education on Personalized Learning Contexts. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11), 350. <https://doi.org/10.3390/ijgi6110350>

De Lázaro y Torres, M. L., De Miguel, R., & González, M.J. (2018), Flipped Teaching: A Useful Method for Cloud-Based GIScience Learning, In *Handbook of Research on Educational Design and Cloud Computing in Modern Classroom Settings*, chapter16, (pp. 342–367). IGI Global.

De Lázaro, M. L., Borderías, P., & Morales, F. J. (2020). Citizen and Educational Initiatives to Support Sustainable Development Goal 6: Clean Water and Sanitation for All. *Sustainability*, 12(5), 2073. <https://doi.org/10.3390/su12052073>

Delgado, C. & Buzo, I. (2014). El desarrollo de la LOMCE y los nuevos currículos de educación secundaria: la propuesta de la Asociación de Geógrafos Españoles. *Didáctica Geográfica nº 15*, 187-194. <https://didacticageografica.age-geografia.es/index.php/didacticageografica/article/view/277/255>

Delgado-Peña J.J., & Subires-Mancera M.P. (2019). Teaching Geospatial Competences by Digital Activities and E-Learning. Experiences in Geography, Journalism, and Outdoor Education. In: de Miguel González R., Donert K., Koutsopoulos K. (Eds.) *Geospatial Technologies in Geography Education. Key Challenges in Geography* (EUROGEO Book Series). Springer, Cham [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6_8)

De Miguel, R. (2014). Concepciones y usos de las tecnologías de información geográfica en las aulas de ciencias sociales. *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia* 76, 60-71.

De Miguel, R. (2014a). Aprendizaje por Descubrimiento, Enseñanza Activa y Geoinformación: Hacia una Didáctica de la Geografía Innovadora. *Didáctica Geográfica* 14, 17-36, <https://didacticageografica.age-geografia.es/index.php/didacticageografica/article/view/230>

De Miguel, R. (2014b). Innovative Learning Approaches to Secondary School Geography in Europe: New Challenges in the Curriculum, in De Miguel, R. & Donert,

K. (Eds) *Innovative Learning Geography in Europe: New Challenges for the 21st Century* (pp. 21-38). Cambridge Scholars Publishing,

De Miguel, R., Lázaro, M.L., Velilla, J., Buzo, I. & Guallart, C. (2015). Atlas Digital Escolar: Aprender Geografía con ArcGIS Online En *Investigar para innovar en la enseñanza de la Geografía* (pp.951-963), Universidad de Alicante-Grupo de Didáctica de la AGE.

De Miguel González, R., Lázaro y Torres, M.L., Velilla Gil, J., Buzo Sánchez, I., & Guallart, C. (2016a). Atlas Digital Escolar: Internet, geografía y educación. *Ar@cne. Revista Electrónica de Recursos de Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales* (212) <http://www.ub.edu/geocrit/ aracne/ aracne-212.pdf>

De Miguel González, R., Buzo Sánchez, I. & Lázaro y Torres, M.L. (2016b). Nuevos retos para la educación geográfica y la investigación docente: el Atlas Digital Escolar. En *Aportación española al XXXIII Congreso de la UGI* (Beijing, 2016) (pp.199-209). Beijing: Comité Español de la UGI. Disponible en: <http://cchs.csic.es/es/article/aportacion-espanola-xxxiii-congreso-union-geografica-internacional>

De Miguel González, R. (2016c). Pensamiento espacial y conocimiento geográfico en los nuevos estilos de aprendizaje. En *Nativos digitales y geografía en el siglo XXI: educación geográfica y sistemas de aprendizaje* (pp. 11-39). Asociación de Geógrafos Españoles.

De Miguel González, R. (2016d). Learning Progressions: From Compulsory to Non-compulsory Geography Education. *Learning Progressions in Geography Education: International Perspectives*, 91.

De Miguel González R., & de Lázaro Torres M.L. (2018) Spain: Geography Education for Global Understanding. In: Demirci A., Miguel González R., Bednarz S. (eds) *Geography Education for Global Understanding. International Perspectives on Geographical Education* (pp183-192) Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77216-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77216-5_15)

De Miguel González, R., Koutsopoulos, K., & Donert, K. (2019). Key challenges in geography research with geospatial technologies. In *Geospatial challenges in the 21st century* (pp. 1-8). Springer, Cham.

De Miguel González, R., & De Lázaro Torres, M. L. (2020). WebGIS Implementation and Effectiveness in Secondary Education Using the Digital Atlas for Schools. *Journal of Geography*, 119(2). 74-85. <https://doi.org/10.1080/00221341.2020.1726991>

De Miguel, R. & Buzo, I. (2020). Hacia un aprendizaje activo de la Geografía. De la cartografía tradicional a la cartografía digital. *Íber, Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 98, 27-33.

- DeMers, M.N., (2016). Geospatial technology in geography education. *The Geography Teacher*, 13(1), pp.23-25.
- Demirci, A. (2009). How do Teachers Approach New Technologies: Geography Teachers' Attitudes towards Geographic Information Systems. *European Journal of Educational Studies* 1(1).
- Denzin, N. K. (1970). *Sociological Methods: A Source Book*. Aldine Publishing Company.
- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194-214.
- Dodge, M. (2017). Cartography I: Mapping deeply, mapping the past. *Progress in Human Geography*, 41(1), 89–98. <https://doi.org/10.1177/0309132516656431>
- Donert, K. (2015). Digital Earth–Digital World: Strategies for Geospatial Technologies in Twenty-First Century Education. In: Solari, O.M., Demirci, A. and Van der Schee, J., *Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World* (195-204). Springer.
- Donert, K., Desmidt, F., Lázaro y Torres, M.L., De Miguel González, R., Lindner-Fally, M., Parkinson, A., Prodan, D., Wołoszyńska-Wiśniewska, E., & Zwartjes, L. (2016). The GI-Learner Approach: Learning Lines for Geospatial Thinking in Secondary Schools, *GI Forum Journal for Geographic Information Science*, 2, 134-146. [https://doi.org/10.1553/giscience2016\\_02\\_s134](https://doi.org/10.1553/giscience2016_02_s134) .
- Durán-Sánchez, A., Álvarez-García, J., Del Río-Rama, M. C., & Sarango-Lalangui, P. O. (2018). Analysis of the scientific literature published on smart learning. *Espacios*, 39(10), 14-27.
- ESRI (2003). Geographic Inquiry: Thinking Geographically, ESRI Schools and Libraries Program, [www.esri.com/Industries/k-12/education/~/\\_media/Files/Pdfs/industries/k-12/pdfs/geoginquiry.pdf](http://www.esri.com/Industries/k-12/education/~/_media/Files/Pdfs/industries/k-12/pdfs/geoginquiry.pdf)
- ESRI (2012). Telling Stories with Maps- White Paper. [Blog] <https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/a/3337/files/2013/12/Telling-Stories-with-Maps-White-Paper-1-1c239jb.pdf>
- Esteves H.M. & Rocha J. (2015). Geographical information systems in Portuguese geography education, *European Journal of Geography* Volume 6(3), 6 -15.
- Fargher, M. (2018). WebGIS for Geography Education: Towards a GeoCapabilities Approach. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(3), 111. <https://doi.org/10.3390/ijgi7030111>

Fargher, M. (2019) The Role of Geography and Geospatial technologies in taking on the world. In De Miguel, R., Donert, K., & Koutsopoulos, K., Eds.; *Geospatial Technologies in Geography Education*; (pp. 175–182) Springer: Cham.

Favier, T. (2011). Geographic Information Systems in inquiry-based secondary geography education: Theory & practice. [Tesis doctoral]. VU University Amsterdam. <http://www.timfavier.com/dissertation.html>

Favier, T. (2013). Geo-information technologie in het voortgezet aardrijkskundeonderwijs: Een brochure voor docenten, Vrije Universiteit Amsterdam, 80 p.

Favier, T., & Van der Schee, J. (2012). Exploring the characteristics of an optimal design for inquiry-based geography education with Geographic Information Systems. *Computers & Education*, 58(1), 666-677.

Favier, T., & Van der Schee, J. (2014). The effects of geography lessons with geospatial technologies on the development of high school students' relational thinking, *Computers & Education* 76, 225–236.

Ferguson, R., Brasher, A., Clow, D., Cooper, A., Hillaire, G., Mittelmeier, J., Rienties, B., Ullmann, T., & Vuorikari, R. (2016). Research Evidence on the Use of Learning Analytics -Implications for Education Policy. R. Vuorikari, J. Castaño Muñoz (Eds.). *Joint Research Centre Science for Policy Report*; <https://doi.org/10.2791/955210>

Fögele, J., & Mehren, R. (2015). Implementing Geographical Key Concepts: Design of a Symbiotic Teacher Training Course Based on Empirical and Theoretical Evidence. *RIGEO. Review of International Geographical Education Online*, 5(1), 56-76. <https://dergipark.org.tr/en/pub/rigeo/issue/40868/493334>

Gago García, C. (2011). *Atlas interactivo del mundo: Globalización y turismo*. Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia, Universidad Complutense de Madrid.

Gago García, C., Sánchez Moral, S., Díez Pisonero, R & Córdoba Ordóñez, J. A. (2012). Creatividad e innovación aplicadas al estudio de la Globalización: herramientas digitales como base del Aprendizaje. En de Miguel González, R., de Lázaro, M. L., & Marrón Gaité, M. J. (Eds). *La educación geográfica digital* (pp. 599-613). Grupo de Didáctica de la AGE y Universidad de Zaragoza.

García García, N. & Nicolás Mora, R.M. (Coord). (2013). *Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo*. Secretaría de Educación Pública de Argentina.

García García, N. & Nicolás Mora, R.M. (Coord). (2013). Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo. Secretaría de Educación Pública de Argentina.

García, J. V., & Pérez, M. C. (2008). El grado en turismo: un análisis de las competencias profesionales. *Cuadernos de Turismo*, 21, 67-83. <https://revistas.um.es/turismo/article/view/24991/24281>

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of Multiple Intelligences*. Basic Books.

Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. Basic Books. Selected by three book clubs. Excerpted in the magazine *Behinderte in Familie, Schule und Gesellschaft*, vol. 2, 1997. Abridged, Danish translation, 1997, Copenhagen: Glydendal Undervisning. Translated into Spanish, Portuguese, Italian, French, Chinese (Taiwan), Hebrew, Korean, Polish, Chinese (R.C.), Danish, Ukrainian, Japanese, Norwegian, Indonesian, Arabic, and Turkish.

Gardner, H. (2006). *Multiple intelligences: New horizons*. New York, NY: Basic Books. Translated into: Romanian, Chinese (SC), Vietnamese, Indonesian, and Korean.

Gavalas, D., & Kenteris, M. (2011). A web-based pervasive recommendation system for mobile tourist guides. *Personal and Ubiquitous Computing*, 15(7), 759-770. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00779-011-0389-x>

Genevois, S. (2011). Teacher Training for Using Geo Information in Secondary Education, En Jekel, T, Koller, A., Donert, K. & Vogler, R. (Eds.) *Learning with GI* 2011.

Gersmehl, P.J., Gersmehl, C.A. (2006). Wanted: A Concise List of Neurologically Defensible and Assessable Spatial-Thinking Skills. *Research in Geography Education* 8, 5-38.

Gersmehl, P.J., & Gersmehl, C.A. (2007). Spatial thinking by young children: Neurologic evidence for early development and “educability”. *Journal of Geography*, 106(5), 181-191.

Gersmehl, P.J., & Gersmehl, C.A. (2011). Spatial Thinking: Where Pedagogy Meets Neuroscience. *Problems of Education in the 21st Century*, 27, 48-66.

Giannakou, O., & Klonari, A. I. (2019). Digital Storytelling in Education Using WebGIS. *European Journal of Geography*, 10(3), 154-172.

Gilmartin, P.P., Patton, J.C. (1984). Comparing the Sexes on Spatial Abilities: Map-Use Skills. *Annals of the Association of American Geographers*, 74: 605–619. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1984.tb01477.x>

Goldstein, D., Alibrandi, M. (2013). Integrating GIS in the Middle School Curriculum: Impacts on Diverse Students' Standardized Test Scores, *Journal of Geography*, 112:2, 68-74, <https://doi.org/10.1080/00221341.2012.692703>

Goleman, D. (1995). *Emotional intelligence*. Bantam.

Gómez-Jarabo, I., Saban Vera, C., Sánchez Alba, B., Barrigüete Garrido, L. M., & Sáenz-Rico de Santiago, B. (2019). Formación de profesionales para una ciudadanía planetaria. La educación para el desarrollo sostenible en los títulos de grado de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad* 1(1), 1205. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_educ\\_ambient\\_sostenibilidad.2019.v1.i1.1205](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2019.v1.i1.1205)

Gómez-Ruiz, M.-L., Morales-Yago, F.-J., & de Lázaro-Torres, M.-L. (2021). Outdoor Education, the Enhancement and Sustainability of Cultural Heritage: Medieval Madrid. *Sustainability*, 13(3), 1106. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su13031106>

Gómez Trigueros, I.M. (2018). New learning of geography with technology: the TPACK model. *European Journal of Geography*, 9(1), 38-48.

Gómez Trigueros, I. (2020). Digital Teaching Competence and Space Competence with TPACK in Social Sciences. *International Journal Of Emerging Technologies In Learning (IJET)*, 15(19), pp. 37-52. <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v15i19.14923>

González, M.E. (2012). Tesis Doctoral: Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) como un recurso educativo TIC. Estrategias de formación y difusión para el profesorado de la Educación Secundaria Obligatoria. Mayo (2012). [http://oa.upm.es/11015/1/MARIA\\_ESTER\\_GONZALEZ.pdf](http://oa.upm.es/11015/1/MARIA_ESTER_GONZALEZ.pdf)

Goodchild, M. (2006). The Fourth R? Rethinking GIS Education, *ArcNews* Fall 2006.

Goodchild, M. F., & Janelle, D.G. (2010). Toward critical spatial thinking in the social sciences and humanities. *GeoJournal*. 75(1), 3–13, <https://doi.org/10.1007/s10708-010-9340-3>

Goodchild, M. (2011). Spatial Thinking and the GIS User Interface. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 21, 3–9.

Gordon, E., Elwood, S. & Mitchell, K., (2016). Critical spatial learning: participatory mapping, spatial histories, and youth civic engagement. *Children's geographies*, 14(5), pp.558-572.

Gryl, I., Jekel, T. & Donert, K. (2010). GI & Spatial Citizenship. In T. Jekel, A. Koller, K. Donert and R. Vogler, (Eds.) *Learning with Geoinformation V* (pp. 2-11). Berlin, Germany: Wichmann.

Gryl, I. & Jekel, T. (2012), Re-centering GI in secondary education: Towards a spatial citizenship approach. *Cartographica*, 47 (1), 2-12.

Guallart, C. (2016), Aprender Geografía con ArcGIS Online. En Sebastiá, R. y Tonda E. La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía. Universidad de Alicante, pp. 575-589

Guallart, C. & Lázaro, M.L. (2020). Los SIG en la nube, una geotecnología al alcance de la docencia. En Ruiz-Rey, F.J.; Quero-Torres, N.; Cebrián-de-la-Serna, M. & Hernández-Hernández, P. (2020). *Tecnologías emergentes y estilos de aprendizaje para la enseñanza* (pp. 89 - 98). Colección Gtea.

Hagevik, R.A. (2003). The effects of online science instruction using geographic information systems to foster inquiry learning of teachers and middle school science students. [Dissertation under the direction of John E. Penick and Hugh A. Devine] <http://www.lib.ncsu.edu/resolver/1840.16/4389>

Haklay M. (2012). Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*, ed. D. Sui, S. Elwood and M. Goodchild, pp. 105–122. Springer.

Healey, M., & Jenkins, A. (2000). Kolb's experiential learning theory and its application in geography in higher education. *Journal of Geography*, 99, 185–195.

Healy, G. & Walshe, N., (2020). Real-world geographers and geography students using GIS: relevance, everyday applications and the development of geographical knowledge. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 29(2), pp.178-196.

Hong, J. E., & Stonier, F. (2015). GIS in-service teacher training based on TPACK. *Journal of Geography* 114(3), 108-117.

Höhnle, S., Fögele, J., Mehren, R., & Schubert, J. C. (2016). GIS teacher training: Empirically-based indicators of effectiveness. *Journal of Geography*, 115(1), 12-23. <https://doi.org/10.1080/00221341.2015.1016546>

Houtsonen, L., Mäki, S., Riihelä, J., Toivonen, T., & Tulivuori, J. (2014). Paikkaoppi: A Web based learning environment for Finnish Schools. In *Innovative Learning Geography in Europe: New Challenges for the 21st Century*, ed R. De Miguel and K. Donert, pp. 89–100. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.

Huynh, N. T. (2009). *The Role of Geospatial Thinking and Geographic Skills in Effective Problem Solving with GIS: K-16 Education*. [Theses and Dissertations] (Comprehensive). Paper 1078.

Hwang, G.-J., Tsai, C.-C., & Yang, S. J. H. (2008). Criteria, Strategies and Research Issues of Context-Aware Ubiquitous Learning. *Educational Technology & Society*, 11 (2), 81-91.

Hwang, G. J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments-a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*. Retrieved from <https://slejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40561-014-0004-5>

INTEF (2017). Marco Común de Competencia Digital Docente. [https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017\\_1020\\_Marco-Com%C3%BAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf](https://aprende.intef.es/sites/default/files/2018-05/2017_1020_Marco-Com%C3%BAn-de-Competencia-Digital-Docente.pdf)

Jant, E.A., Uttal, D.H., Kolvoord, R., James, K. & Msall, C., (2020). Defining and Measuring the Influences of GIS-Based Instruction on Students' STEM-Relevant Reasoning. *Journal of Geography*, 119(1), pp.22-31.

Jeréz García, O. (2006). El lenguaje cartográfico como instrumento para la enseñanza de una geografía crítica y para la educación ambiental. en *Cultura Geográfica y Educación Ciudadana*, pp. 479-501.

Jeong, E. (2020). Education Reform for the Future: A Case Study of Korea. *International Journal of Education & Development using Information & Communication Technology*, 16(3).

Jorge-Botana, G., Olmos, R., & Luzón, J. M. (2019). Could LSA become a "Bifactor" model? Towards a model with general and group factors. *Expert Systems with Applications*, 131, 71-80. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.04.055>

Kaminske, A. N. (2020), Can We Teach Critical Thinking?, *The Learning Scientists*, <https://www.learningscientists.org/blog/2019/2/28/can-we-teach-critical-thinking>

Kerski, J. J. (2000). *The implementation and effectiveness of Geographic Information Systems Technology and methods in secondary education*. Unpublished doctoral dissertation, University of Colorado, Boulder, USA.

Kerski, J. (2003). The implementation and Effectiveness of Geographic Information Systems Technology and Methods in Secondary Education, *Journal of Geography* (National Council for Geographic Education) 102 (3), 128-137.

Kerski, J. J. (2008). The role of GIS in Digital Earth education, *International Journal of Digital Earth*, 1: 4, 326-346.

Kerski, J. J. (2011). Sleepwalking into the future. The Case for Spatial Analysis Throughout Education. En Jekel, T., Koller, A., Donert, K & Vogler, R. (Eds.). *Learning with GI 2011*, (pp. 2–11). Berlin: Wichmann.

Kerski, J.J., (2015). Geo-awareness, geo-enablement, geotechnologies, citizen science, and storytelling: Geography on the world stage. *Geography Compass*, 9(1), pp.14-26.

Kerski, J.J., (2019). Types of Story Maps. In S.L. Arlinghaus, J.J. Kerski, A. Evans & M. Naud (Eds), *Spatial Thinking in Environmental Contexts: Maps, Archives and Timelines*, 3 (pp. 155-172). <https://doi.org/10.1201/b22099-22>

Kerski, J.J., Demirci, A., Milson, A.J. (2013). The Global Landscape of GIS in Secondary Education, *Journal of Geography*, 112:6, 232-247. <https://doi.org/10.1080/00221341.2013.801506>

Kerski, J. J. y Baker, T. R. (2019). Infusing Educational Practice with Web-GIS, In De Miguel González, R; Donert, K. & Koutsopoulos, K. (Eds.). *Geospatial Technologies in Geography Education* (pp.3-19). EUROGEO Book Series: Key challenges in Geography. Suiza: Springer,

Kim, S., Song, S. M., & Yoon, Y. I. (2011). Smart learning services based on smart cloud computing. *Sensors*, 11(8), 7835-7850. <https://doi.org/10.3390/s110807835>

Kim, M., Bednarz, R. (2013). Development of critical spatial thinking through GIS learning. *Journal of Geography in Higher Education* 37(3):350-366.

Kim T., Cho J.Y., & Lee B.G. (2013). Evolution to Smart Learning in Public Education: A Case Study of Korean Public Education. In: Ley T., Ruohonen M., Laanpere M., Tatnall A. (eds) *Open and Social Technologies for Networked Learning*. OST 2012. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 395. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37285-8\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37285-8_18)

King, H. (2006). Understanding spatial literacy: cognitive and curriculum perspectives, *Planet*, 17: 26-28

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience As the Source of Learning and Development*. Engelwood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C. (2001). Experiential learning theory: Previous research and new directions. In R. J. Sternberg & L. F. Zhang (Eds), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles*, 1(8), (pp. 227-247). <https://doi.org/10.4324/9781410605986-9>

Kolvoord, B. (2012). Integrating geospatial technologies and secondary student projects: the geospatial semester. *Didáctica Geográfica* 13: 57-67.

Kolvoord, B., Keranen, K. & Rittenhouse, S. (2019). The Geospatial Semester: Concurrent Enrollment in Geospatial Technologies. *Journal of Geography*, 118, 3-10. <https://doi.org/10.1080/00221341.2018.1483961>

Koutsopoulos, K. (2010). Teaching Geography – Instructing with GIS and about GIS, Using GeoInformation in *European Geography Education*, 1-19

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

Kuhn, W. (2012). Core concepts of spatial information for transdisciplinary research, *International Journal of Geographical Information Science*, 26 (12), 2267-2276. <https://doi.org/10.1080/13658816.2012.722637>

Labouta, H.I., Kenny, N.A.; Li, R., Anikovskiy, M., Reid, L., & Cramb, D.T. (2018). Learning science by doing science: an authentic science process learning model in postsecondary education, *International Journal of Science Education*, 40(12), 1476-1492. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1484966>

Lambert, D., Solem, M., & Tani, S. (2015). Achieving human potential through geography education: A capabilities approach to curriculum making in schools. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(4), 723-735.

Lázaro Torres, M.L. & González González, M. J. (2005). La utilidad de los Sistemas de Información Geográfica para la enseñanza de la Geografía. *Didáctica Geográfica*, 7, 105-122. <http://didacticageografica.age-geografia.es/index.php/didacticageografica/article/view/213>

Lázaro, M.L., González, M.J., Lozano, M.J. (2008). “Google Earth and ArcGIS Explorer in Geographical Education”, in Jekel T, Koller A and Donert K (eds.) *Learning with Geoinformation III - Lernen mit Geoinformation III*. Wickmann, pp. 95-105.

De Lázaro y Torres, M.L., Álvarez Otero, J. & González González, M.J. (2016). Aprender Geografía de España empleando SignA. En Sebastián, R.; Tonda, E.M. (Eds.). *La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía*. 27-39. Universidad de Alicante.

Lázaro y Torres, M.L. (Coord) et al. (2015). *Aprender Geografía con la Web 2.0 a través de la evolución de los paisajes agrarios de España*. Manual. Universidad Complutense de Madrid.

Lázaro y Torres, M.L., Álvarez, S., & González, M.J. (2016). Geodatos y paisaje: De la nube al aula universitaria. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 70, 371-391. <https://doi.org/10.21138/bage.2175>.

Lázaro y Torres, M.L., De Miguel, R., & Buzo Sánchez, I. (2016). Outdoor learning and geography on the cloud: A challenge for the European network “School on the Cloud”. *The International Journal of Technologies in Learning*. Comond Ground Publishing.

Lázaro, M.L. & Buzo, I. (2017). Aprender empleando SIG Webs. In *IX Jornadas de Redes de Investigación en Innovación Docente de la UNED. La Profesionalización del*

*Docente a Través de la Innovación Educativa*; UNED, 333-338. [http://congresos.uned.es/w13757/archivos\\_publicos/qweb\\_paginas/15280/librodeactasdelasixjornadasderedes.pdf](http://congresos.uned.es/w13757/archivos_publicos/qweb_paginas/15280/librodeactasdelasixjornadasderedes.pdf)

Lee, J. (2015). Development and use of student-centered active learning strategies in geography classrooms. *The Journal of The Korean Association of Geographic and Environmental Education*, 23 (1),65-82. <https://doi.org/10.17279/jkagee.2015.23.1.65>

Lee, J., & Bednarz, R. (2009). Effect of GIS Learning on Spatial Thinking, *Journal of Geography in Higher Education*, 33:2, 183-198, <https://doi.org/10.1080/03098260802276714>

Lee, J., & Bednarz, R. (2012). Components of Spatial Thinking: Evidence from a Spatial Thinking Ability Test, *Journal of Geography* 111 (1), 15-26, <https://doi.org/10.1080/00221341.2011.583262>

Lee, M. S. & Son, Y. E. (2013). A Study of Learning System for Smart Learning using BYOD. *SoftTech*, 19, 106-111. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.460.6933&rep=rep1&type=pdf>

Liu, S., & Zhu, X. (2008). Designing a Structured and Interactive Learning Environment Based on GIS for Secondary Geography Education, *Journal of Geography* 107, 12–19.

Linn, M.C., & Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development* 56, 1479- 1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>

Lobben, A., & Lawrence, M. (2015). Synthesized model of geospatial thinking. *The Professional Geographer*, 67(3):307–18. doi: 10.1080/00330124.2014.935155.

Lofland, J. (2017). *The public realm: exploring the city's quintessential social territory*. Colección: Communication and social order. Aldine de Gruyter, 305 pp

López Fernández, J. A. (2016). *De las TIC a las TAG en la formación docente*. XVII Congreso Nacional de TIG. [Conference]. Universidad de Málaga. <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/11723/L%C3%B3pezFern%C3%A1ndez.pdf?sequence=3>

López Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XX1*, 21(1), 17-40, <https://doi.org/10.5944/educXX1.20169>

Lozano, R. (2011). De las TIC a las TAC: tecnologías del aprendizaje y del conocimiento. *Anuario ThinkEPI*, 5(1), 45-47.  
<https://recyt.fecyt.es/index.php/ThinkEPI/article/view/30465>

Ludwig, B. (1997). Predicting the future: Have you considered using the Delphi methodology? *Journal of Extension*, 35 (5) 1-4.  
<https://www.joe.org/joe/1997october/tt2.php>

Manson, S., Shannon, J., Eria, S, Kne, L., Dyke, K., Nelson, S., Batra, L., Bonsal, D., Kernik, M., Immich, J. & Matson, L. (2014). Resource Needs and Pedagogical Value of Web Mapping for Spatial Thinking. *Journal of Geography* 113 (3), 107–117.

Martín, J. M., Nieto A., & Buzo, I (2016). Los SIG aplicados a la enseñanza de la Geografía en 1º de Educación Secundaria Obligatoria. En Nieto, A. *Tecnologías de la Información Geográfica en el análisis espacial. Aplicaciones en los Sectores Públicos, Empresarial y Universitario*, 141-160.

Martínez-Vega, J., Martín, M. P., Díaz Montejo, J. M., López Vizoso, J. M., & Muñoz Recio, F. J. (2010). Guía didáctica de teledetección y medio ambiente. CSIC. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/28306>

McClurg, P. A., & Buss, A. (2007). Professional development: Teachers use of GIS to enhance student learning. *Journal of Geography*, 106(2), 79-87.

McGee, M.G. (1979). *Human Spatial Abilities: Sources of Sex Differences*. New York: Praeger.

Milson A.J. & Earle B. D. (2008). Internet-Based GIS in an Inductive Learning Environment: A Case Study of Ninth-Grade Geography Students, *Journal of Geography*, 227-237

Milson, A.J., & Curtis, M. D. (2009). Where and why there? Spatial thinking with geographic information systems. *Social Education*, 73(3), 113–118.

Milson, A. J. (2011). SIG en la nube: WebSIG para la enseñanza de la Geografía. *Didáctica Geográfica [En línea]* Murcia: Grupo de Didáctica de la Geografía de la Asociación de Geógrafos Españoles, 12  
<http://www.didacticageografica.es/index.php/didacticageografica/article/view/61/61>

Milson, A.J., Kerski, J., & Demirci, A. (2012). *The World at their Fingertips: International Perspectives on Teaching and Learning with GIS in Secondary Schools*. Springer.

Milson, J.M. et al. (2012). *International perspectives on teaching and learning with GIS in secondary schools*, Springer Science + Business Media B.V., 353 p.

Mínguez, C. (2021). "Teaching tourism: urban routes design using GIS Story Map", *Investigaciones Geográficas*, 75. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020>.

Mishra, P. (2019). Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(2), 76-78, <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>

Molina-Azorín, J. F. (2011). The use and added value of mixed methods in management research. *Journal of Mixed Methods Research*, 5 (1), 7-24. <http://dx.doi.org/10.1177/1558689810384490>

Monmonier, M. (1991). *Cómo mentir con mapas*. Prensa de la Universidad de Chicago.

Morales Capilla, M., Trujillo Torres, J., & Raso Sánchez, F. (2015). Percepción del profesorado y alumnado universitario ante las posibilidades que ofrecen las TIC en su integración en el proceso educativo: reflexiones, experiencias e investigación en la Facultad de Educación de Granada. *EDMETIC*, 5(1), 113-142. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v5i1.4019>

Moreno Jiménez, A. (2013). Entendimiento y naturaleza de la cientificidad geotecnológica: una aproximación desde el pragmatismo epistemológico. *Investigaciones Geográficas* 60 (julio-diciembre 2013), 05 - 36. <http://dx.doi.org/10.14198/INGEO2013.60.0>

Moreno Jiménez, A. (2015). Sociedad de la geoinformación y conducta espacial del ciudadano como nuevos desafíos para la Geografía. *Polígonos. Revista de Geografía*, 27, 25-47. <http://dx.doi.org/10.18002/pol.v0i27.3275>

Moreno, A. (2020). *Personalizar, un modelo para una educación de calidad en el siglo xxi. Informe Delphi de Expertos*. Impuls Educació. [https://impulseducacio.org/wp-content/uploads/2020/04/INFORME-DELPHI\\_CAST\\_DEFf.pdf](https://impulseducacio.org/wp-content/uploads/2020/04/INFORME-DELPHI_CAST_DEFf.pdf)

Muñiz Solari, O., Demirci, A., & Van der Schee, J. A. (2015). Geospatial Technologies and Geography Education in a Changing World. Geospatial Practices and lessons learned. *Advances in Geographical and Environmental Sciences*.

Murga-Menoyo, M<sup>a</sup>A. (2020). El camino hacia los ODS: conformar una ciudadanía planetaria mediante la educación. *Comillas Journal of International Relations*, 19, pp. 1-11. <https://doi.org/10.14422/cir.i19.y2020.001>

National Research Council (2006). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*. National Academies Press.

- Naumann, S., Siegmund, A., Ditter, R., Haspel, M., Jahn, M., & Siegmund, A. (2009). Remote sensing in school—Theoretical concept and practical implementation. *E-Learning Tools, Techniques and Applications*, edited by G König & H Lehmann (ISPRS, Potsdam).
- Newcombe, N.S., & Frick, A. (2010). Early Education for Spatial Intelligence: Why, What, and How, Mind, Brain, and Education, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-228X.2010.01089.x>
- Osorio-Arjona, J., & García-Palomares, J. C. (2019). Social media and urban mobility: Using twitter to calculate home-work travel matrices. *Cities*, 89, 268-280.
- Patterson, M. W., Reeve, K., Page, D. (2003). Integrating geographic information systems into the secondary curricula. *Journal of Geography* 102: 275-281.
- Patterson, T. C. (2007). Google Earth as a (not just) geography education tool. *Journal of Geography*, 106(4), 145–152.
- Pellegrino, J.W., Kail, R. (1982). Process analyses of spatial aptitude. In R. J. Sternberg (Ed), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 1, pp. 311-365). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Perdue, N., Lobben, A. (2013). The Challenges of Testing Spatial Thinking Skills with Participants who are Blind or Partially Sighted. Sharing knowledge, In José Jesús Reyes Nuñez. Sharing knowledge. *Joint ICA Symposium*. Event organized within the activities previous to the 26th International Cartographic Conference. Department of Cartography and Geoinformatics, Eötvös Loránd University, Budapest.
- Petras V., Petrasova A., Harmon B., Meentemeyer R.K. & Mitsova H. (2015). Integrating Free and Open Source Solutions into Geospatial Science Education *Int. J. Geo-Inf.* 4, 942-956.
- Pereira, M.A. (2018). *Proyecto EDIA. Recursos. Geografía ESO. “¿Viajamos por España con Arcgis?”* [Blog]. <https://cedec.intef.es/proyecto-edia-recursos-geografia-esoviajamos-por-espana-con-arcgis/>
- Pereira, N. (1976) *Educación personalizada: un proyecto pedagógico en Pierre Faure*. Narcea. Pérez Serrano, G. y Nieto Martín, S. (2009). La investigación-acción en la educación formal y no formal. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 10. <http://revistas.usal.es/index.php/0212-5374/article/view/4177>
- Pombo, D. (2020). El impacto de las geotecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Geografía en tiempos de COVID-19. *Cardinalis*, 8(15), 76–97. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/cardi/article/view/31708>
- Potti, H., Sevilla, C., Abad, P., & Rodríguez, A. (2011). *SignA: Sistema de Información Geográfica Nacional. La puerta de acceso al Nodo IDE del IGN*. Instituto Geográfico

Nacional. Recursos.  
[https://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE10/ID439\\_SIGNA\\_Sistema\\_de\\_Informacion\\_geografica\\_Nacional.pdf](https://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE10/ID439_SIGNA_Sistema_de_Informacion_geografica_Nacional.pdf)

Purchase, H. & Hamer, J. (2017). Perspectives on peer-review: eight years of Aropa. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, <https://doi.org/10.1080/02602938.2017.1359819>

Real-Fernandez, A., Llorens-Largo, F., & Molina-Carmona, R. (2019). Smart learning model based on competences and activities. In *Innovative Trends in Flipped Teaching and Adaptive Learning* (pp. 228-251). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-8142-0.ch011>

Rickles, P., Ellul, C. & Haklay, M. (2017). A suggested framework and guidelines for learning GIS in interdisciplinary research. *Geo: Geography and Environment*, 4(2), e00046 <https://doi.org/10.1002/geo2.46>

Roche, S. (2014). Geographic Information Science I: Why does a smart city need to be spatially enabled? *Progress in Human Geography* 38 (5): 703–711.

Rodán, A., Contreras, M. J., Elosúa, M.R., y Gimeno, P. (2016). Experimental but not sex differences of a mental rotation training program on adolescents. *Frontiers in psychology*, 7, 1050. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01050>

Rodríguez, J. M., Rubio, L., Esteban, C., & Alonso, M. (2009). La importancia del aprendizaje y la adquisición de competencias en el sector turismo. *Instituto de Estudios Turísticos*, 179, 41-66. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/1209/1f158a9d32cffb0ead25b35b5a2ef0030efc.pdf>

Rosenshine, B. (2010). Principios de Enseñanza. Educational practices series; Vol.:21; 2010 [Spanish Version] [http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/edu-practices\\_21\\_spa.pdf](http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/edu-practices_21_spa.pdf)

Rosenshine, B. (2012). *Principles of Instruction: Research-based Strategies that all Teachers Should Know*. American Educator Spring. <https://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/Rosenshine.pdf> - the original paper by Barak Rosenshine <https://teachinghow2s.com/blog/principles-of-instruction>

Ruiz Olabuénaga, J.I. (1996). Metodología de investigación cualitativa. Universidad de Deusto.

Ruiz Olabuénaga, J.I. (2003). Técnicas de triangulación y control de calidad en la investigación socioeducativa. Fundación Horrërum.

SALT-CG. (26 de abril 2021) UNED: Smart and Adaptive Learning and Teaching Group [Web del Grupo] <https://www.uned.es/universidad/inicio/institucional/IUED/innovacion-docente/grupos-innovacion/grupo-32.html>

Sancho, J.M. (2008). De TIC a TAC el difícil tránsito de una vocal, *Investigación en la escuela*, 64, 19-30.

Santamaría Lancho, M., Luzón Encabo, J. M., Hernández Benítez, M., & Jorge Botana, G. D. (2018). Escribir para aprender: evaluación automática de respuestas abiertas con G-Rubric. En *IX Jornadas de Redes de Investigación en Innovación Docente de la UNED. La profesionalización del docente a través de la innovación educativa*, e-Spacio, UNED. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/bibliuned:IUED-actas-jornadas-cong-IX-0003>

Sanz Miguel, A. (2018). Geografía e Historia: nueva versión de la herramienta de programación [Blog]. <https://mientraspasabamos.blogspot.com/2018/07/geografia-e-historia-nueva-version-de.html>

Sanz Miguel, A. (2019). Cómo definir una línea de actuación o un objetivo SMART en la PGA del centro [Blog]. <https://mientraspasabamos.blogspot.com/2019/08/como-definir-una-linea-de-actuacion-o.html>

Schott, C., & Sutherland, K. A. (2009). Engaging tourism students through multimedia teaching and active learning. *Journal of teaching in travel & tourism*, 8(4), 351-371. <https://doi.org/10.1080/15313220903047987>

Schultz, R.B., Kerski, J., Patterson, T.C. (2008). The use of virtual globes as a spatial teaching tool with suggestions for metadata standards. *Journal of Geography*, 107(1), pp.27-34.

Schulze, U., Gryl, I., Kanwischer, D. (2012). A Competence Model for Spatial Citizenship education, SPACIT Project, [http://www.spatialcitizenship.org/media/WP2\\_report\\_D2\\_1-final\\_.pdf](http://www.spatialcitizenship.org/media/WP2_report_D2_1-final_.pdf)

Schulze, U., Kanwischer, D. and Reudenbach, C. (2013). Essential competences for GIS learning in higher education: a synthesis of international curricular documents in the GIS&T domain, *Journal of Geography in Higher Education*, 37:2, 257-275

Schulze, U., Gryl, I., & Kanwischer, D., (2014). Spatial citizenship: creating a curriculum for teacher education. In: Vogler R., Car. A., Strobl J. & Griesebner G. (eds.), *GI\_Forum 2014. Geospatial Innovation for Society*, Berlin: Wichmann, 230-241.

Schultz, U., Gryl, I. & Kanwischer, D., (2015). Spatial citizenship education and digital geomeia: composing competences for teacher education and training. *Journal of Geography in Higher Education*, 39(3), 369-385. <https://doi.org/10.1080/03098265.2015.1048506>

Sebastián, M. & De Miguel, R. (2017). Geographical education 2020: Iberpix and Collector for ArcGIS as teaching resources for spatial learning. *Didáctica Geográfica* 18, 231–246.

Sebastián-López, M., & de Miguel González, R. (2020). Mobile Learning for Sustainable Development and Environmental Teacher Education. *Sustainability*, 12(22), 9757. <https://doi.org/10.3390/su12229757>

Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, A., & García-Peñalvo, F. J. (Eds.). (2019). *Innovative trends in flipped teaching and adaptive learning*. IGI Global.

Sherrington, T. (2019). *Rosenshine's Principles in Action*. John Catt Educational.

Shin, E.E., Milson, A.J., Smith, T.J. (2015). Future Teachers' Spatial Thinking Skills and Attitudes, *Journal of Geography*, DOI: 10.1080/00221341.2015.1100654

Solem, M., Huynh, N.T., Boehm, R. (2014). Learning Progressions for Maps, Geospatial Technology, and Spatial Thinking: A Research Handbook, National Center for Research in Geography Education, Association of American Geographers.

Songer, L. (2010). Using Web-Based GIS in Introductory Human Geography, *Journal of Geography in Higher Education*, 34(3), 401-417, <https://doi.org/10.1080/03098265.2010.487202>.

Srivastava, S. K. (2013). Threshold concepts in geographical information systems: a step towards conceptual understanding, *Journal of Geography in Higher Education*, 37(3), pp. 367-384. <https://doi.org/10.1080/03098265.2013.775569>

Strachan, C., & Mitchell, J. (2014). Teachers' perceptions of Esri Story Maps as effective teaching tools. *Review of International Geographical Education Online*, 4(3), 195-220. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/591037>

Stringer, E., Lewin, C., & Coleman, R. (2019). *Using Digital Technology to improve learning: Guidance Report*. Education Endowment Foundation. [https://dera.ioe.ac.uk/33229/1/EEF\\_Digital\\_Technology\\_Guidance\\_Report.pdf](https://dera.ioe.ac.uk/33229/1/EEF_Digital_Technology_Guidance_Report.pdf)

Sung, M. (2015). A Study of Adults' Perception and Needs for Smart Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 191. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.480>.

Tate, N. J., & Jarvis, C. H. (2017). Changing the face of GIS education with communities of practice. *Journal of Geography in Higher Education*, 41(3), 327-340

Timperley, H., A. Wilson, H. Barrar, & I. Fung. (2007). Teacher Professional Learning and Development. Best Evidence Synthesis Iteration [BES]. Ministry of Education New Zealand.

Tsou, M.H., Yanow, K. (2010). Enhancing General Education with Geographic Information Science and Spatial Literacy., *URISA Journal* 22 (2), 45-55.

Tussyadiah, I. P., Wang, D., & Jia, C. H. (2017). Virtual reality and attitudes toward tourism destinations. In R. Schegg & B. Stangl (Eds), *Information and communication technologies in tourism 2017. Proceedings of the international conference in Rome, Italy, January 24-26, 2017*, pp. 229-239. [https:// doi.org/10.1007/978-3-319-51168-9\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-51168-9_17)

Van der Schee, J; Vankan, L. & Leat, D. (2003). The International Challenge of More Thinking Through Geography, *International Research in Geographical and Environmental Education*, 12:4, 330-343, <https://doi.org/10.1080/10382040308667545>

Van Leeuwen, W.S., Scholten, H.J. (2009). Spatial literacy: the ABC of the (X,Y,Z). The five senses of GIS in education, *Global Spatial Data Infrastructure Association*, <http://www.gsdi.org/gsdi11/papers/pdf/186.pdf>

Wang, H.S., Chen, Y.T. & Lin, C.H., (2014). The learning benefits of using eye trackers to enhance the geospatial abilities of elementary school students. *British Journal of Educational Technology*, 45(2), 340-355.

Wang, J. A., Zhang, A., & Zhao, X. (2020). Development and application of the multi-dimensional integrated geography curricula from the perspective of regional remote sensing. *Journal of Geography in Higher Education*, 44(3), 350-369.

Yu S., Duan J., Cui J. (2019). Double Helix Deep Learning Model Based on Learning Cell. In: Cheung S., Lee LK., Simonova I., Kozel T., Kwok LF. (eds) *Blended Learning: Educational Innovation for Personalized Learning*. ICBL 2019. *Lecture Notes in Computer Science*, vol 11546. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-21562-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-21562-0_3)

Zwartjes, L. (2012). Creating a learning line in education, GIS-education: Where are the boundaries? - 8th European GIS Education Seminar proceedings (Hubeau, M., de Bakker, M., Toppen, F., Reinhardt, W., Steenberghen, T., Van Orshoven, J. Eds.). EUGISES, Leuven, <http://ees.kuleuven.be/eugises12/eugises12-seminar-proceedings.pdf>

Zwartjes, L. (2013). Teaching with Digital-Earth. Guidance for teacher trainers, Digital-Earth.eu network, [www.digital-earth.eu](http://www.digital-earth.eu)

Zwartjes, L. (2014). The need for a learning line for spatial thinking using GIS in education. In R. de Miguel and K. Donert, (Eds.), *Innovative Learning Geography. New challenges for the 21st Century* (pp. 39-63). Newcastle-upon-Tyne: Cambridge Scholars Publishing

Zwartjes, L., de Lázaro, M. L., Donert, K., Sánchez, I. B., González, R. D. M., & Wołoszyńska-Wiśniewska, E., (2016). Literature review on spatial thinking. *GI Learner*. Retrieved from.

Zwartjes L., de Lázaro y Torres M.L.; Lindner-Fally, M., Parkinson, A., & Prodan, D. (2017). Curriculum opportunities for spatial thinking. Disponible en: <http://www.gilearner.ugent.be/wp-content/uploads/O2-GI-Learner-curriculum-opportunities-V2.pdf>.

Zwartjes L., & de Lázaro y Torres M.L. (2019). Geospatial Thinking Learning Lines in Secondary Education: The GI Learner Project. En: de Miguel González R., Donert K., Koutsopoulos K. (Eds.) *Geospatial Technologies in Geography Education. Key Challenges in Geography* (EUROGEO Book Series). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17783-6_3)

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Estructura de la investigación.....	19
<b>Figura 2.</b> Marco para el pensamiento espacial jerarquizado .....	24
<b>Figura 3.</b> Los componentes de la ciudadanía espacial.....	26
<b>Figura 4.</b> Del pensamiento espacial al pensamiento geoespacial .....	31
<b>Figura 5.</b> Aprendizaje SMART .....	36
<b>Figura 6.</b> Cinco formas de integrar los GIS en la educación geográfica.....	39
<b>Figura 7.</b> Evolución paralela de la cartografía y la enseñanza .....	41
<b>Figura 8.</b> Método indagatorio.....	43
<b>Figura 9.</b> Método indagatorio Favier.....	44
<b>Figura 10.</b> Adaptación del modelo de aprendizaje geográfico por descubrimiento basado en SIG de Kerski .....	44
<b>Figura 11.</b> Ejemplo de GeoProgressions o geo-progresiones .....	46
<b>Figura 12.</b> Los cuatro bloques de Tom Sherrington (2019) esquematizados .....	49
<b>Figura 13.</b> El currículum en espiral .....	51
<b>Figura 14.</b> Una comunidad de aprendizaje impulsa las distintas parcelas del aprendizaje.....	51
<b>Figura 15.</b> Estructura curricular para los contenidos geográficos en la LOMCE .....	54
<b>Figura 16.</b> Ejemplo de distribución del currículum: El bloque 1. El medio físico.....	55
<b>Figura 17.</b> Contribución de cada materia a los objetivos de la etapa .....	56
<b>Figura 18.</b> Fases de la investigación .....	85
<b>Figura 19.</b> Organización del trabajo en el proyecto .....	129
<b>Figura 20.</b> Etapas del trabajo para la elaboración de la aplicación web.....	133
<b>Figura 21.</b> Ficha del cuaderno de campo .....	134
<b>Figura 22.</b> Elementos guardados en la hoja de cálculo .....	134
<b>Figura 23.</b> Carpeta pública de Picasa con las fotografías de la toma de datos .....	135
<b>Figura 24.</b> Archivo csv obtenido desde la hoja de cálculo .....	136
<b>Figura 25.</b> Web Map resultado de la geolocalización de los puntos de medida .....	136
<b>Figura 26.</b> Ventana emergente.....	137
<b>Figura 27.</b> Story map de plantilla básica, creado a partir del web map del ruido... ..	137
<b>Figura 28.</b> Cronograma del proyecto .....	146
<b>Figura 29.</b> Cronograma de contenidos trabajados en el curso .....	147
<b>Figura 30.</b> Estructura del trabajo llevado a cabo por cada centro .....	149
<b>Figura 31.</b> Imágenes de la ruta en MyTrails (izquierda) y Geo Tracker (derecha) .....	150
<b>Figura 32.</b> Hoja de cálculo con la información de cada punto de interés .....	156
<b>Figura 33.</b> Mapa web de la ruta planificada para el P.N. de Monfragüe.....	157
<b>Figura 34.</b> Tour Map con la ruta de Monfragüe .....	158
<b>Figura 35.</b> Perfil de elevación de la ruta de Monfragüe .....	158
<b>Figura 36.</b> Story map Spyglass de la ruta de Monfragüe.....	159
<b>Figura 37.</b> Diferentes pantallas de la aplicación para dispositivos móviles .....	159
<b>Figura 38.</b> Pantalla inicial del Atlas Digital Escolar .....	170
<b>Figura 39.</b> Cuestiones centrales de la investigación en la primera ronda.....	182
<b>Figura 40.</b> Esquema de la aplicación de la técnica Delphi a esta investigación .....	183

<b>Figura 41.</b> Nube de palabras obtenidas en la primera ronda del Delphi.....	185
<b>Figura 42.</b> El modelo de SMART Learning defendido en esta tesis .....	220
<b>Figura 43.</b> Los ítems de la rúbrica propuesta para la adquisición del pensamiento geoespacial crítico en el contexto del método indagatorio .....	225

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Competencias y descripción .....	25
<b>Tabla 2.</b> Objetivos de la ESO y de Bachillerato .....	58
<b>Tabla 3.</b> Evolución de los objetivos de las etapas educativas .....	59
<b>Tabla 4.</b> Estándares de aprendizaje que hacen referencia a elementos digitales ...	67
<b>Tabla 5.</b> Relación entre los objetivos, las hipótesis y las metodologías o técnicas empleadas en la tesis.....	78
<b>Tabla 6.</b> Esquema del proceso de investigación.....	81
<b>Tabla 7.</b> Relación de actividades con la unidad didáctica a la que se asocia .....	95
<b>Tabla 8.</b> Actividades desarrolladas durante el proyecto.....	96
<b>Tabla 9.</b> Objetivos y grado de consecución del proyecto “Incorporación de un SIG Web a 3º de la ESO” .....	102
<b>Tabla 10.</b> Documentos compartidos en Slideshare y visitas obtenidas .....	108
<b>Tabla 11.</b> Relación de actividades con las subactividades correspondientes.....	112
<b>Tabla 12.</b> Objetivos y grado de consecución del proyecto “Desarrollo del pensamiento espacial a través de ABP en Geografía de 2º de Bachillerato” .....	113
<b>Tabla 13.</b> Documentos difundidos en Slideshare y número de visitas .....	117
<b>Tabla 14.</b> Actividades formativas y sesiones llevadas a cabo .....	120
<b>Tabla 15.</b> Sesiones formativas difundidas en Slideshare y número de visitas.....	122
<b>Tabla 16.</b> Objetivos y grado de consecución de la formación docente impartida ..	124
<b>Tabla 17.</b> Evaluación de los cursos por parte de los asistentes .....	126
<b>Tabla 18.</b> Objetivos y actividades del proyecto “Análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora” .....	131
<b>Tabla 19.</b> Competencias básicas y su desarrollo en el proyecto .....	132
<b>Tabla 20.</b> Documentos compartidos en Slideshare y visitas obtenidas .....	142
<b>Tabla 21.</b> Proyectos Erasmus+ concedidos al IES San Roque desde 2016/17.....	144
<b>Tabla 22.</b> Puntos de interés en la ruta Solana-Umbría en el P.N. de Monfragüe ..	150
<b>Tabla 23.</b> Valoración del informe final del proyecto .....	160
<b>Tabla 24.</b> Documentos difundidos en Slideshare y número de visitas .....	165
<b>Tabla 25.</b> Ejemplo de mapa del ADE con el cuestionario .....	172
<b>Tabla 26.</b> Mapas valorados por los estudiantes del Máster Universitario de Formación del Profesorado del curso 2015/16.....	173
<b>Tabla 27.</b> Característica de contexto del panel de expertos .....	181
<b>Tabla 28.</b> Análisis DAFO: Las SIG Web como tecnología en el contexto del aprendizaje SMART .....	226

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Distribución territorial de las respuestas ordenadas de mayor a menor .	69
<b>Gráfico 2.</b> Recursos necesarios para hacer la Geografía más “amable” al profesorado y el alumnado.....	70
<b>Gráfico 3.</b> Respuesta a la cuestión sobre la posibilidad actual (2012) de introducir las TIG en el aula .....	71
<b>Gráfico 4.</b> Problemas para la introducción de las TIG en la Enseñanza Secundaria .....	72
<b>Gráfico 5.</b> Agrupación de respuestas respecto a algunas afirmaciones sobre los usos de los SIG .....	190
<b>Gráfico 6.</b> Agrupación de respuestas respecto a la valoración de diferentes estrategias metodológicas para aplicar los SIG .....	195
<b>Gráfico 7.</b> Clasificación de las distintas estrategias metodológicas propuestas en función del valor medio otorgado .....	196
<b>Gráfico 8.</b> Agrupación de respuestas respecto a distintas afirmaciones sobre el uso didáctico de los SIG .....	199
<b>Gráfico 9.</b> Agrupación de respuestas respecto a algunas afirmaciones sobre los usos de los SIG .....	206
<b>Gráfico 10.</b> Agrupación de respuestas respecto a la utilidad didáctica de los SIG	211
<b>Gráfico 11.</b> Valoración de los panelistas universitarios sobre determinadas actividades que se pueden realizar con SIG .....	212
<b>Gráfico 12.</b> Agrupación de respuestas respecto a la aportación de los SIG al aprendizaje de la geografía.....	217
<b>Gráfico 13.</b> Aportación del SIG a la Geografía .....	218



# Anexos

## ANEXO I. CUESTIONARIOS TÉCNICA DELPHI

### **Cuestionario de 1ª Ronda para Panel de Expertos docentes de Educación Secundaria.**

#### **Cuestiones de contexto:**

- a) Nombre
- b) Apellidos
- c) Titulación
- d) Institución
- e) Cargo
- f) ¿Utiliza el SIG en sus clases?
- g) Si en la anterior pregunta ha respondido Sí ¿Con qué asiduidad lo hace?
- h) Si en la anterior pregunta ha respondido NO ¿Por qué no lo hace?
- i) ¿Cuántos años lleva utilizando SIG en sus clases?

#### **Cuestiones centrales de la investigación:**

- 1) ¿Qué utilidad tienen los SIG en la enseñanza de la Geografía? Argumente su respuesta
- 2) ¿Qué tipo de metodología, técnicas y actividades docentes le parecen las más adecuadas en el uso de los SIG en la enseñanza de la Geografía?
- 3) ¿Cuál es el valor añadido que aportan los SIG en el aprendizaje de los estudiantes?

### **Cuestionario de 2ª Ronda para Panel de Expertos docentes de Educación Secundaria.**

1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG? Indique el grado de coincidencia del 1 al 5:

1. a) El uso del SIG motiva al alumnado.
1. b) El uso del SIG permite orientar la enseñanza hacia aprendizajes competenciales.
1. c) El uso del SIG permite trabajar sobre casos reales y no solamente sobre contenidos teóricos.
1. d) El uso del SIG permite fomentar en el alumnado una visión multicausal de los fenómenos geográficos.
1. e) El uso del SIG permite el trabajo colaborativo entre varios estudiantes.
1. f) El uso del SIG permite el desarrollo del pensamiento espacial y abstracto en el alumnado.

1. g) El uso del SIG desarrolla la competencia digital desde el punto de vista geográfico.
1. h) La aplicación didáctica de los SIG se puede realizar desde otras asignaturas del curriculum.
1. i) El uso didáctico de los SIG facilita trasladar conceptos abstractos y desconocidos a realidades tangibles y reconocibles.
1. j) El uso didáctico de los SIG facilita el acceso al alumnado de gran cantidad de cartografía y datos oficiales de calidad.
1. k) El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite el análisis de las relaciones de diferentes elementos geográficos.
1. l) El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite concluir los factores que intervienen en un proceso geográfico.
1. m) El uso de los SIG favorece la participación del alumnado en su propio aprendizaje.
1. n) La metodología activa es la más adecuada para el uso didáctico de los SIG.
1. ñ) Los SIG son una herramienta que sirven para el aprendizaje geográfico, no es el objetivo del aprendizaje en sí.
1. o) Mediante metodología expositiva, los SIG sirven para explicar fenómenos geográficos, análisis espacial y realizar propuestas geoespaciales.
1. p) El objetivo final de cualquier producto elaborado con SIG debe ser el desarrollo de las habilidades y destrezas en comunicación oral, pensamiento crítico en el alumnado.
1. q) El papel del docente en la enseñanza con SIG es la de acompañamiento y guía al alumnado.

2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones:

2. a) El uso de los SIG estimula al estudiante a...

- a) Indagar (buscar información)
- b) Seleccionar (información oficial)
- c) Cartografiar fenómenos geográficos
- d) Analizar
- e) Explicar
- f) Presentar resultados
- g) Sacar conclusiones
- h) Compartir la geoinformación
- i) Otra Si ha señalado otra, especificar cuál

2. b) El uso de los SIG permite el estudio de fenómenos geográficos de manera...

- a) Rigurosa
- b) Atractiva
- c) Didáctica

- d) Motivante
- e) Práctica
- f) Dinámica
- g) Otra Si ha señalado otra, especificar cuál

2. c) ¿Qué usos concretos y puntuales pueden tener los SIG?

- a) Consulta de cartografía variada, de calidad y actualizada.
- b) Consulta de datos reales y actualizados.
- c) Reutilización de la información (cartografía, datos).
- d) Salidas de campo.
- e) Utilización de herramientas: geolocalización, referenciación, mediciones, cotas.
- f) Utilización gráfica proyectada en Pizarra Digital para apoyo de explicación teórica.
- g) Otra Si ha señalado otra, especificar cuál

2. d) ¿Qué dificultades existen para trabajar con SIG en la Educación Secundaria?

- a) Escaso tiempo disponible.
- b) Escasa dotación tecnológica en el centro
- c) Excesivo número de alumnos por grupos
- d) Alumnado muy heterogéneo en los grupos.
- e) Disposición del alumnado a trabajar de una manera diferente.
- f) El alumnado no dispone de equipos personales adecuados
- g) Falta de formación del profesorado
- h) Programas de las asignaturas muy extensos
- i) Otra Si ha señalado otra, especificar cuál

3. Valore del 1 al 5 las siguientes estrategias metodológicas según crea que se adaptan mejor o peor a la enseñanza geográfica mediante SIG.

3. a) Clase invertida: el estudiante aprende a usar la herramienta a través de videos y a continuación desarrolla proyectos propios siguiendo las instrucciones dadas por el docente.

3. b) Trabajo cooperativo: el estudiante participa junto a otros estudiantes en la elaboración de cartografía.

3. c) El trabajo basado en problemas: el docente plantea un problema geográfico que se resuelve mediante la utilización de los SIG.

3. d) El trabajo basado en proyectos: El estudiante (o grupo de estudiantes) desarrolla un proyecto geográfico utilizando los SIG.

3. e) Aprendizaje basado en juegos: el uso del SIG está incorporado en una estrategia lúdica para el aprendizaje geográfico.

3. f) Aprendizaje por descubrimiento: tras unas explicaciones previas sobre el funcionamiento de la herramienta, el grupo de alumnos selecciona un tema que

les motiva y realizan un trabajo sobre él aplicando los SIG, siendo el profesor quién sirve de guía ante las dudas del alumnado.

3. g) Aprendizaje servicio: Realizar propuestas para resolver un problema geográfico real que tenga algún beneficio para la sociedad.

3. h) Salidas didácticas, en la que con el SIG se puede analizar el espacio a recorrer previamente, realizar actividades online durante el recorrido y analizar la visita tras finalizar añadiendo la ruta grabada en gps, etc.

3.i) Si echa de menos alguna estrategia metodológica puede incluirla ahora y valorarla.

4. ¿Está de acuerdo sobre las siguientes afirmaciones acerca de los SIG? Indique el grado de coincidencia del 1 al 5

4. a) Los SIG sirven para estudiar problemas geográficos actuales.

4. b) Con los SIG se pueden trabajar una gran variedad de contenidos.

4. c) Los SIG permiten ofrecer clases más activas.

4. d) Los SIG permiten descubrir interrelaciones entre los elementos geográficos

4. e) El uso didáctico de los SIG permite el abandono de metodologías con finalidad memorística.

4. f) El uso didáctico del SIG permite el estudio de ejemplos reales.

4. g) Con los SIG se permite realizar diferentes usos didácticos, desde despertar el interés del alumnado por la asignatura, hasta trabajar el pensamiento abstracto y espacial en los estudiantes.

4. h) El uso didáctico de los SIG, permite al alumnado más avanzado, crear contenidos geográficos en proyectos y resolución de problemas.

4. i) El uso didáctico del SIG permite no solo el aprendizaje de los contenidos geográficos, sino que, como valor añadido, se desarrollan las competencias digitales y espaciales del alumnado.

4. j) El uso didáctico de los SIG no solo permite el análisis del territorio, sino que además permite la intervención del alumnado realizando propuestas de mejora.

4. k) La utilización de los SIG, permite desarrollar en el alumnado la capacidad de compartir sus resultados digitalmente y fomentar la reutilización de la cartografía y los datos.

4. l) El uso de los SIG potencia la creatividad del alumnado, al poder elaborar cartografía visualmente atractiva, elevando su autoestima.

4. m) El empleo de los SIG en el aula obliga al docente a cambiar la forma tradicional de impartir clase.

4. n) El uso de los SIG, junto con otras tecnologías emergentes (Realidad Aumentada, Realidad Virtual, etc) son herramientas tecnológicas con gran proyección de futuro.

4. ñ) Todavía hace falta potenciar el uso didáctico de los SIG

5. Cuestiones sobre el Sistema Educativo (solo se admite una respuesta a cada pregunta):

5.1 Cree que el sistema educativo en la actualidad se basa en...

Competencias

Contenidos

5.2 Cree que para hacer un uso continuado de los SIG Didáctico habría que basar el Sistema Educativo en: ...

Competencias

Contenidos

Si tiene alguna cuestión más que añadir, hágalo aquí.

### **Cuestionario de 2ª Ronda para Panel de Expertos docentes universitarios.**

1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG? Indique el grado de coincidencia de 1 a 5:

1. a) Antes de la utilización de los SIG en clase es necesario hacer una reflexión teórica sólida previa para saber para qué, por qué y cómo utilizarlos

1. b) Los SIG son fundamentales para saber cómo se analiza el espacio desde la geografía

1. c) Los SIG favorecen el trabajo de los principios metodológicos de la Geografía: localización, relación, comparación y evolución

1. d) Los SIG son fundamentales para la interpretación del territorio y la modelización de la realidad

1. e) El conocimiento de los SIG es fundamental como salida profesional de los geógrafos

1. f) Los SIG permiten aplicar la teoría explicada en clase, la comprensión de los contenidos y la conexión entre conceptos

1. g) Los SIG permiten cartografiar cualquier hecho geográfico y su evolución

1. h) Los SIG permiten poder abarcar un gran número de datos y hacer posible su manejo

1. i) Los SIG permiten realizar análisis complejos

1. j) Los SIG permiten realizar análisis predictivos

1. k) La disciplina geográfica actual no se podría entender sin el uso de los SIG como herramienta de análisis

1. l) El uso de los SIG fomenta en el alumnado un aprendizaje lúdico

1. m) El uso de los SIG aumenta la motivación y la creatividad en el alumnado

1. n) La enseñanza con los SIG va dirigida al desarrollo de competencias y habilidades geográficas más que al aprendizaje memorístico

1. ñ) La utilización de los SIG desarrolla el pensamiento espacial en el alumnado

1. o) El uso didáctico de los SIG contribuye a adquirir y consolidar conocimientos geográficos de forma integrada y transversal

1. p) Los SIG son fundamentales para entender el análisis multicausal y su repercusión en el espacio
1. q) Los SIG son una disciplina en sí misma más que una herramienta geográfica
1. r) Los SIG pueden utilizarse como herramienta didáctica en otras muchas asignaturas, no solo en la geografía
1. s) La enseñanza con SIG se debería incluir en los currículos educativos de Educación Secundaria para asegurar una competencia básica en cartografía digital
1. t) El uso de SIG mejora la percepción de los estudiantes en asignaturas impartidas tradicionalmente de manera descriptiva como la geografía

2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones:

2. a) El uso de los SIG permite al estudiante...
  - Trabajar con datos de primera mano
  - Plasmar fenómenos geográficos en cartografía
  - Analizar fenómenos geográficos sobre la cartografía
  - Reproducir la huella espacial de los fenómenos geográficos
  - Estudiar la evolución temporal de los fenómenos geográficos
  - Presentar gráficamente los resultados de los análisis
  - Otra Si ha señalado otra, especificar cuál
2. b) El uso de los SIG favorece...
  - La aplicación de metodologías activas
  - El aprendizaje significativo
  - Las competencias digitales
  - La geografía reflexiva
  - La práctica geográfica con el uso de fuentes oficiales
  - La elaboración de cartografía temática
  - La resolución de problemas geográficos
  - Otra Si ha señalado otra, especificar cuál
2. c) ¿Qué metodología aplica para enseñar con SIG?
  - Utilización de Visores SIG para explicar cuestiones geográficas
  - Estudios de casos
  - Aprendizaje Basado en Problemas
  - Aprendizaje Basado en Proyectos
  - Aprendizaje por descubrimiento
  - Aprendizaje Servicio
  - Ejercicios guiados
  - Procesos colaborativos
  - Otra Si ha señalado otra, especificar cuál

2. d) ¿Qué actividades pueden ser complementarias al uso de los SIG?
  - Búsqueda y utilización de datos y fuentes cartográficas oficiales
  - Aprendizaje sobre software libre y propietario
  - Uso de técnicas de geoproceto y análisis espacial
  - Presentación en visores, *story maps* o geoportales
  - Otra Si ha señalado otra, especificar cuál
  
2. e) ¿Qué problemas tiene el uso de los SIG en la enseñanza?
  - Saber cómo usarlo
  - Saber para qué usarlo
  - La conexión a Internet en las aulas
  - Falta de equipamientos o equipamientos obsoleto
  - Software (que sea libre o propietario, dificultad de uso...)
  - Al usar los SIG, los estudiantes valoran más el instrumento en sí que la explicación geográfica lograda con el mismo
  - Falta de preparación en SIG en la formación tanto inicial como continua del profesorado
  - Otra Si ha señalado otra, especificar cuál
  
3. Señale la utilidad (del 1 al 5) que ve en el uso de los SIG en las siguientes actividades didácticas:
  3. a) Observación y reflexión sobre elementos y factores geográficos
  3. b) Salidas de campo
  3. c) Cartografía colaborativa.
  3. d) Lecturas geográficas
  3. e) Realización de prácticas por el alumnado
  3. f) Realización de itinerarios virtuales
  3. g) Estudio de evolución del territorio
  3. h) Interpretación de paisajes
  3. i) Análisis y prevención de riesgos naturales
  3. j) Creación de cartografía digital temática (atlas digitales)
  3. k) Proyectos de investigación
  3. l) Estudios de correlación espacial
  3. m) Aprendizaje en técnicas de geoprocetos y análisis espacial
  
4. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre la aportación del uso del SIG al aprendizaje de la Geografía? Indique el grado de coincidencia de 1 a 5:
  4. a) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el poder trabajar el territorio sin salir del aula.
  4. b) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el poder complementar las salidas de campo
  4. c) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el facilitar análisis y la síntesis geográfica

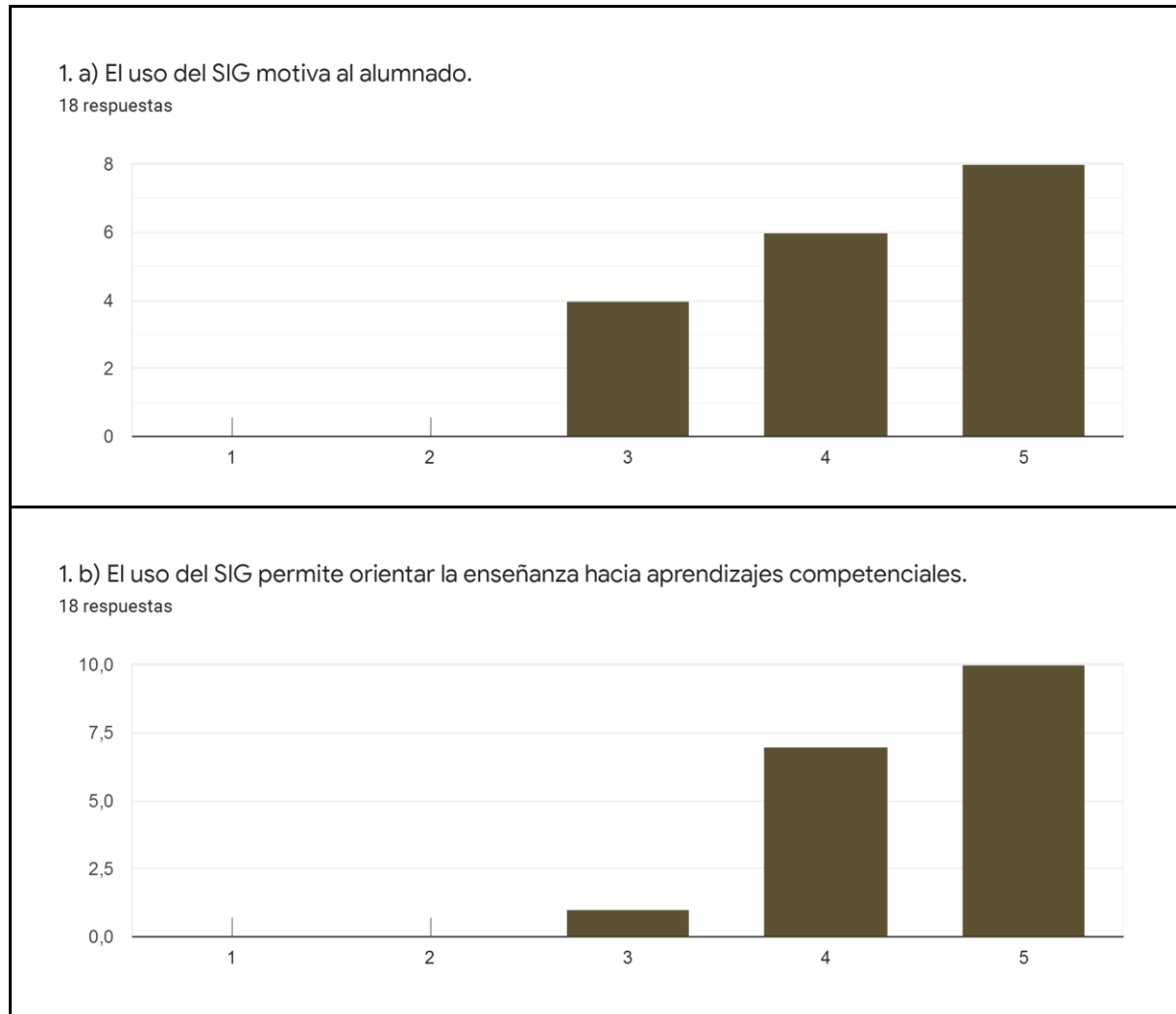
- 4. d) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de acceder a espacios lejanos difíciles de estudiar de otra manera
- 4. e) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía una visión interpretativa y creativa en el mundo actual
- 4. f) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la interrelación entre elementos, factores y procesos geográficos
- 4. g) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la modelización de la realidad
- 4. h) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad abordar problemas territoriales complejos
- 4. i) Los SIG aportan un aprendizaje práctico y aplicado de la Geografía
- 4. j) Los SIG aportan un aprendizaje significativo de la Geografía
- 4. k) Los SIG aportan un aprendizaje experiencial de la Geografía
- 4. l) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía visión global del territorio
- 4. m) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el mostrar la utilidad de la Geografía en el mundo actual
- 4. n) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la orientación hacia una nueva salida profesional
- 4. ñ) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de conocer, comprender, analizar y predecir procesos geográficos
- 4. o) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el favorecer el desarrollo del pensamiento espacial en el alumnado
- 4. p) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de resolver problemas geográficos reales
- 4. q) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la motivación del alumnado
- 4. r) Los SIG aportan un aprendizaje competencial de la Geografía

Si tiene alguna cuestión más que añadir, hágalo aquí.

## ANEXO II. GRÁFICOS RESULTADO DELPHI

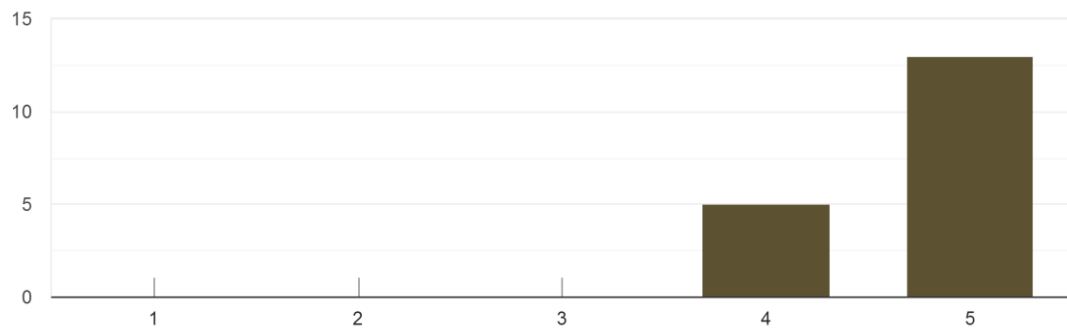
### 1. Docentes de Secundaria

1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG?



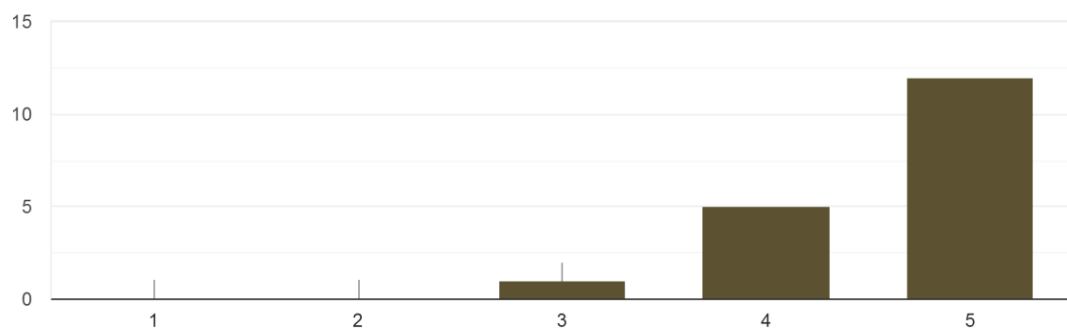
1. c) El uso del SIG permite trabajar sobre casos reales y no solamente sobre contenidos teóricos.

18 respuestas



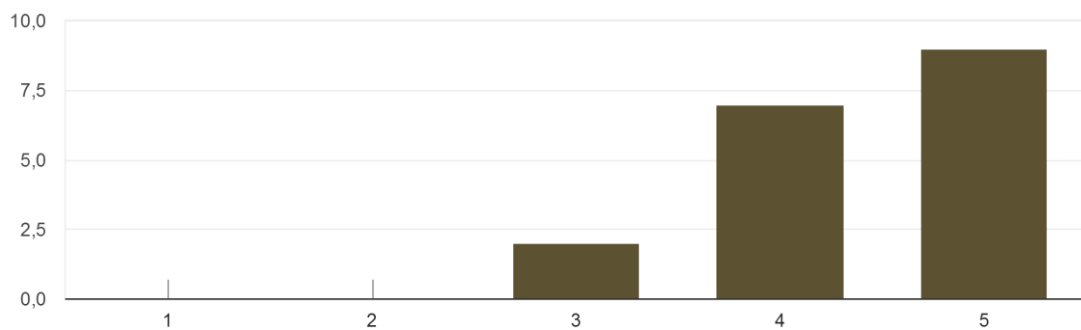
1. d) El uso del SIG permite fomentar en el alumnado una visión multicausal de los fenómenos geográficos.

18 respuestas



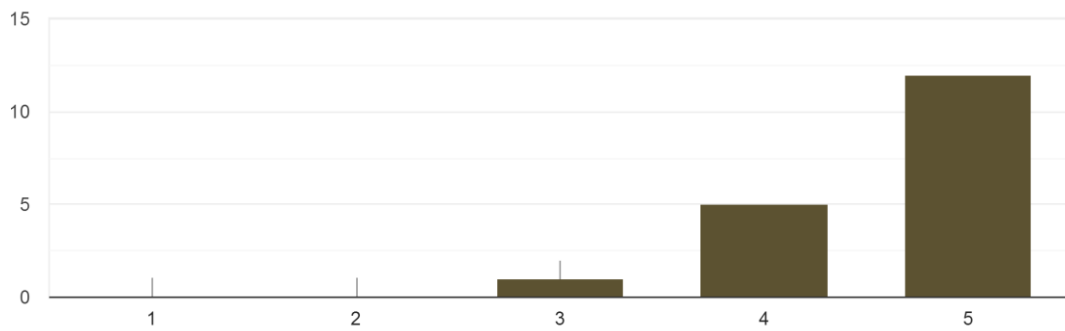
1. e) El uso del SIG permite el trabajo colaborativo entre varios estudiantes.

18 respuestas



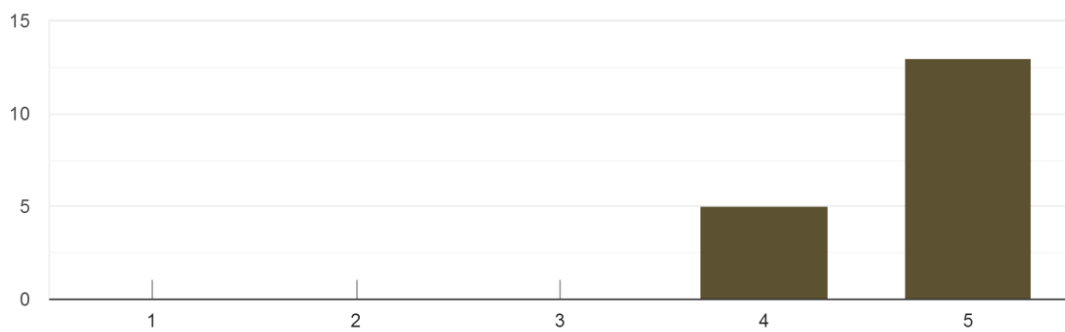
1. f) El uso del SIG permite el desarrollo del pensamiento espacial y abstracto en el alumnado.

18 respuestas



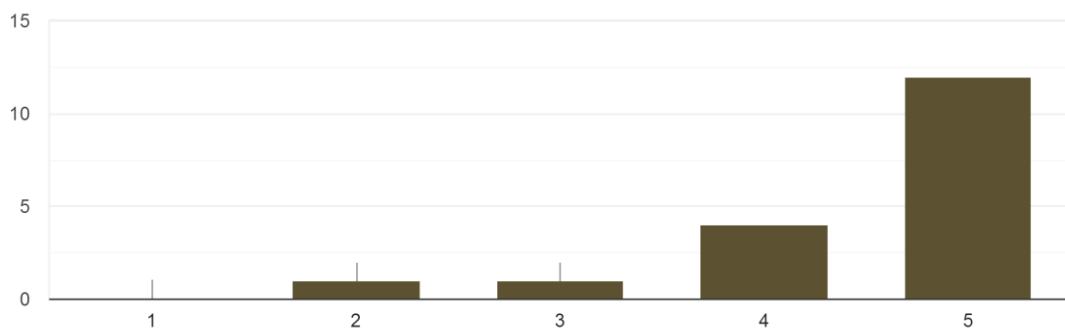
1. g) El uso del SIG desarrolla la competencia digital desde el punto de vista geográfico.

18 respuestas



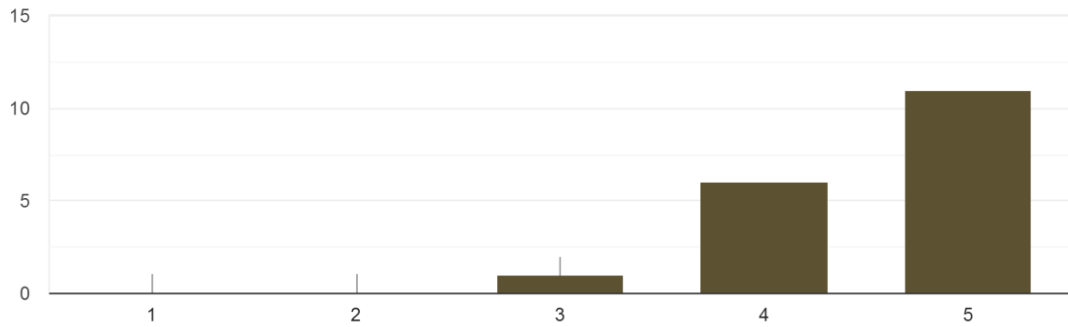
1. h) La aplicación didáctica de los SIG se puede realizar desde otras asignaturas del curriculum.

18 respuestas



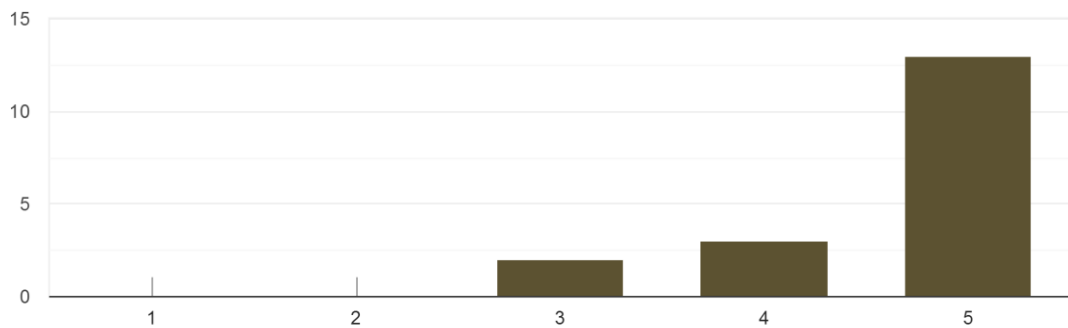
1. i) El uso didáctico de los SIG facilita trasladar conceptos abstractos y desconocidos a realidades tangibles y reconocibles.

18 respuestas



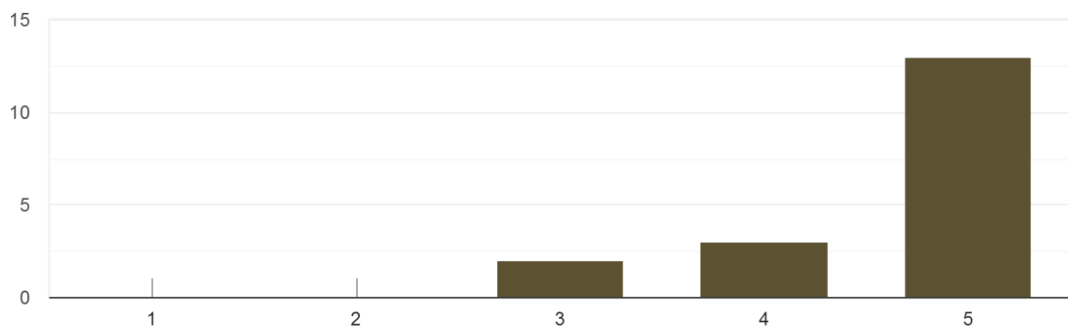
1. j) El uso didáctico de los SIG facilita el acceso al alumnado de gran cantidad de cartografía y datos oficiales de calidad.

18 respuestas



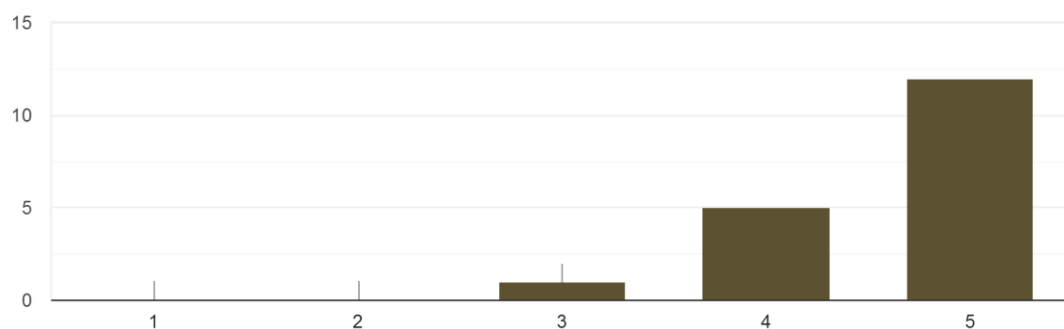
1. k) El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite el análisis de las relaciones de diferentes elementos geográficos.

18 respuestas



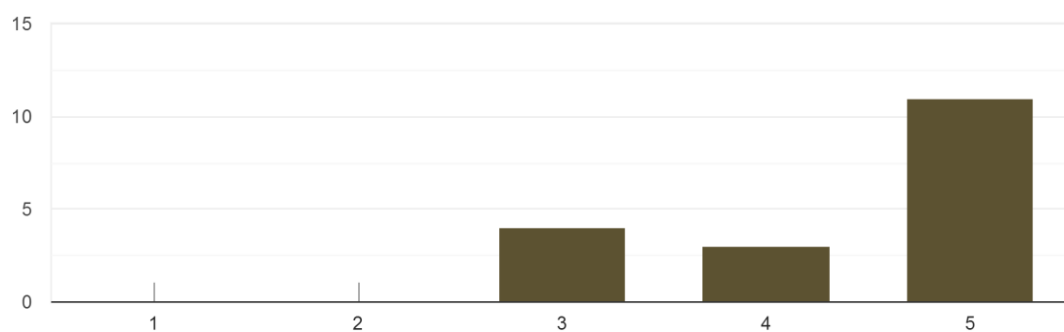
1. l) El uso didáctico de los SIG mediante el trabajo con capas permite concluir los factores que intervienen en un proceso geográfico.

18 respuestas



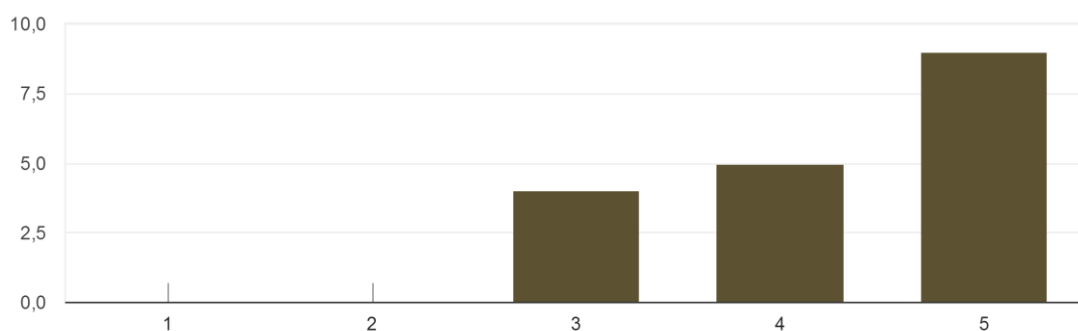
1. m) El uso de los SIG favorece la participación del alumnado en su propio aprendizaje.

18 respuestas



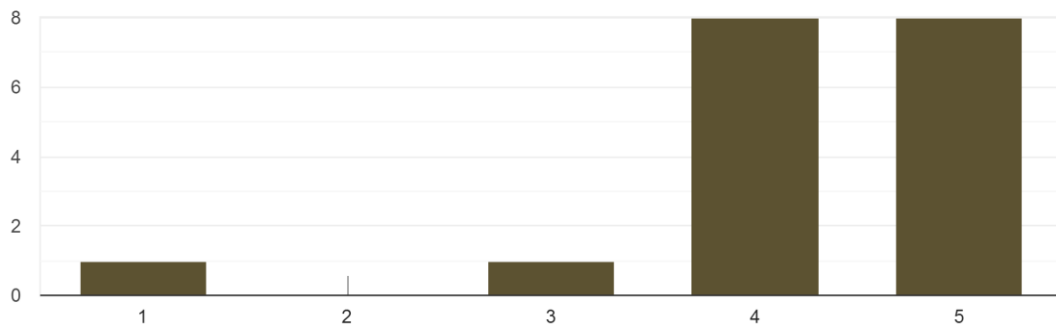
1. n) La metodología activa es la más adecuada para el uso didáctico de los SIG.

18 respuestas



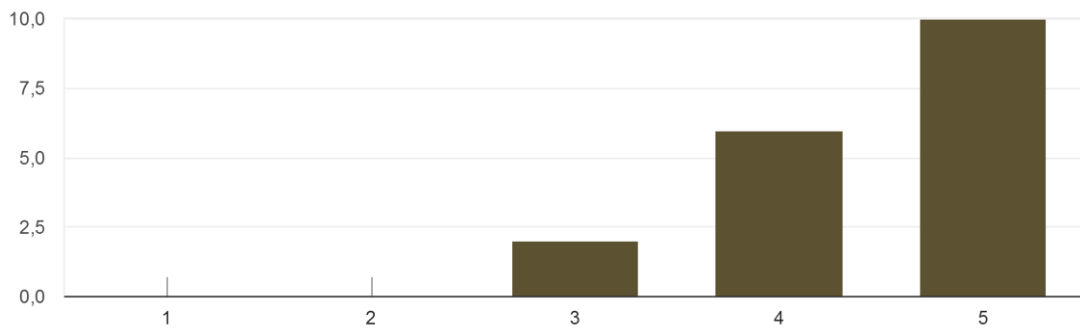
1. ñ) Los SIG son una herramienta que sirven para el aprendizaje geográfico, no es el objetivo del aprendizaje en sí.

18 respuestas



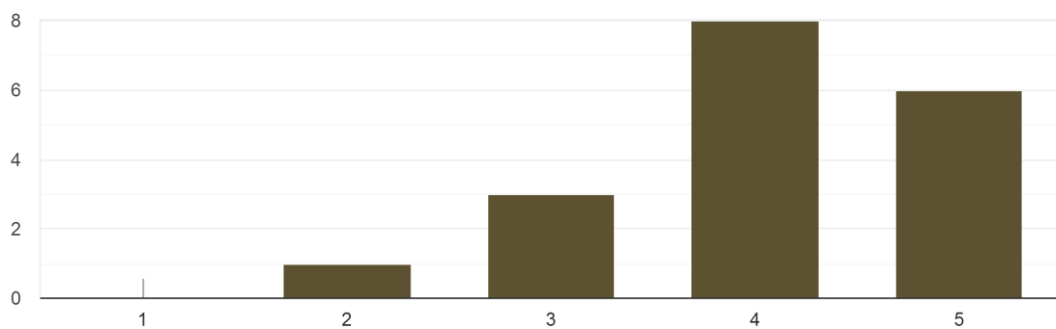
1. o) Mediante metodología expositiva, los SIG sirven para explicar fenómenos geográficos, análisis espacial y realizar propuestas geoespaciales.

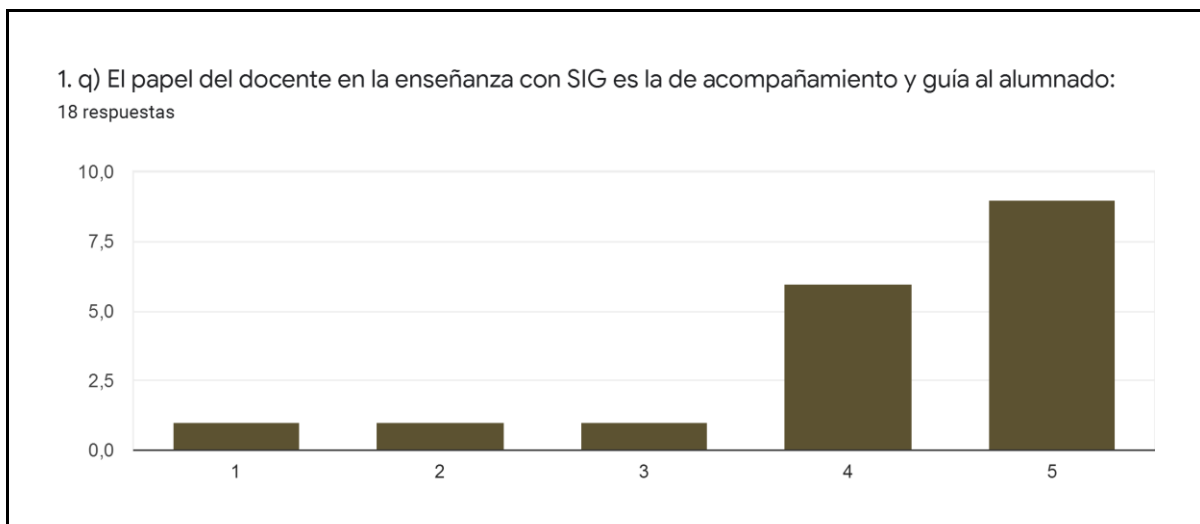
18 respuestas



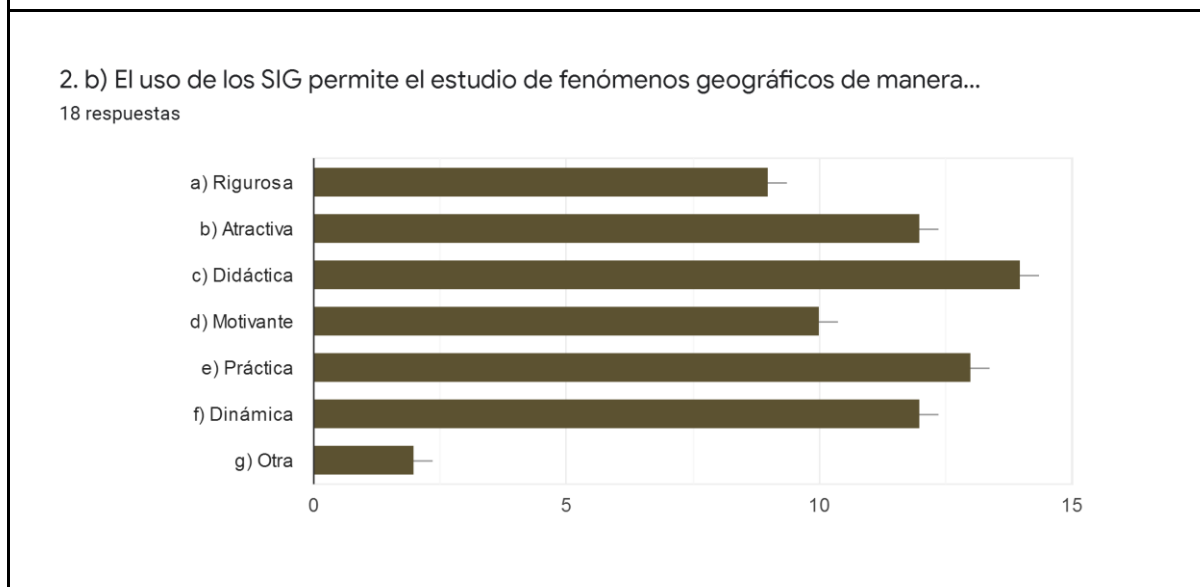
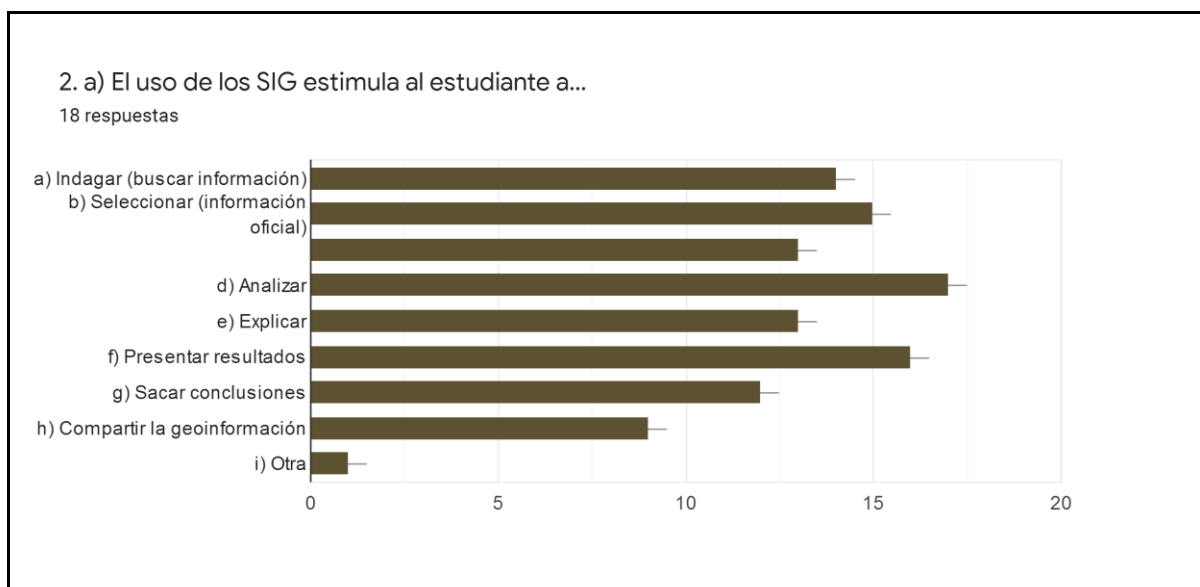
1. p) El objetivo final de cualquier producto elaborado con SIG debe ser el desarrollo de las habilidades y destrezas en comunicación oral, pensamiento crítico en el alumnado.

18 respuestas



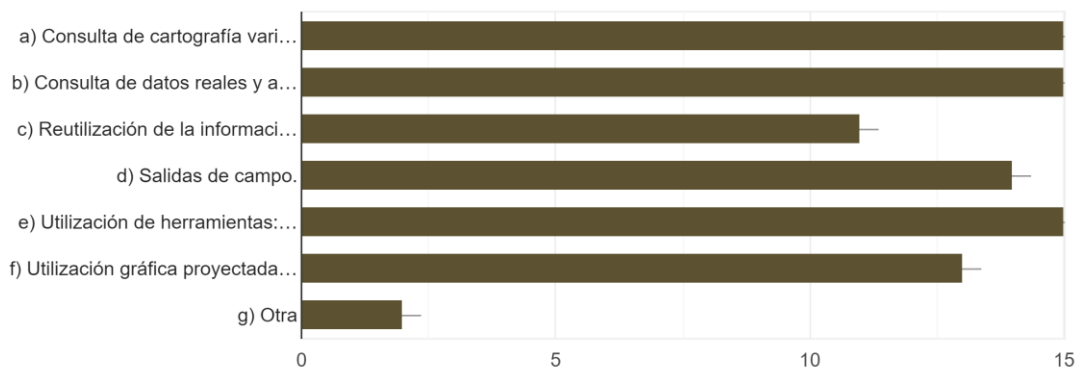


2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones sobre el uso de los SIG.



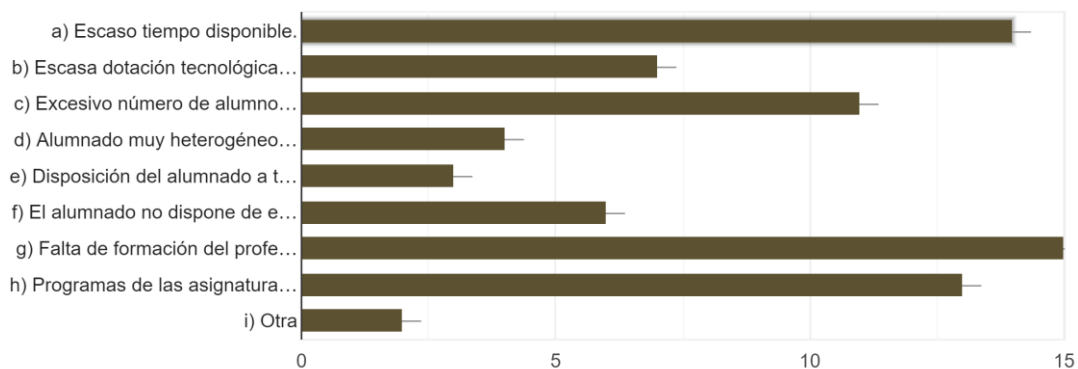
2. c) ¿Qué usos concretos y puntuales pueden tener los SIG?

18 respuestas



2. d) ¿Qué dificultades existen para trabajar con SIG en la Educación Secundaria?

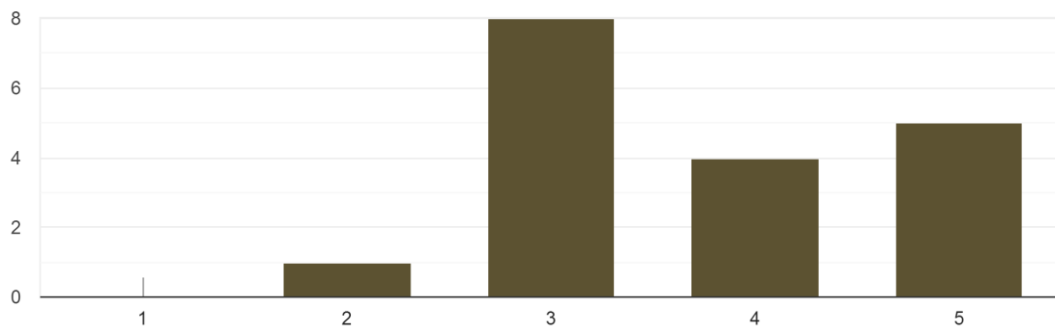
18 respuestas



3. Valore las siguientes estrategias metodológicas según crea que se adaptan mejor o peor a la enseñanza geográfica mediante SIG

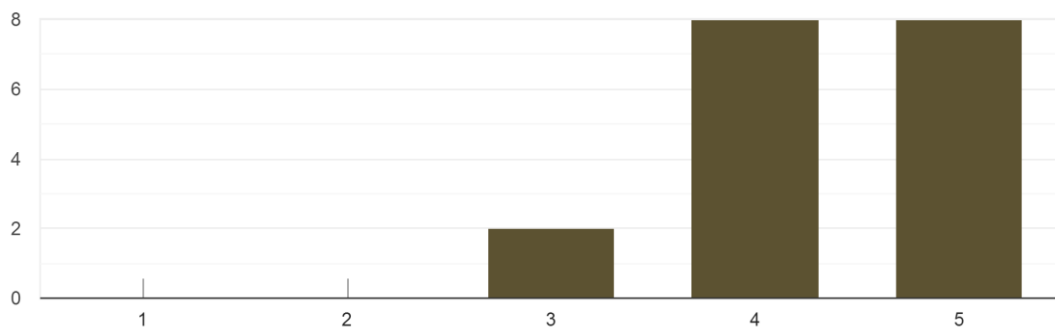
3. a) Clase invertida: el estudiante aprende a usar la herramienta a través de videos y a continuación desarrollar proyectos propios siguiendo las instrucciones dadas por el docente.

18 respuestas



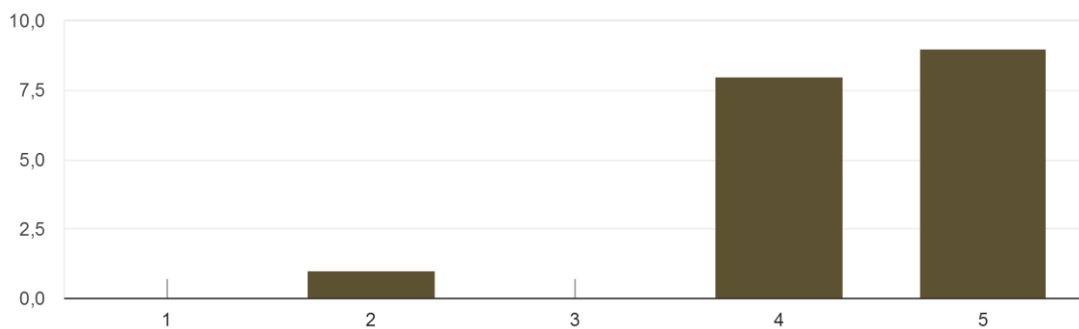
3. b) Trabajo cooperativo: el estudiante participa junto a otros estudiantes en la elaboración de cartografía.

18 respuestas



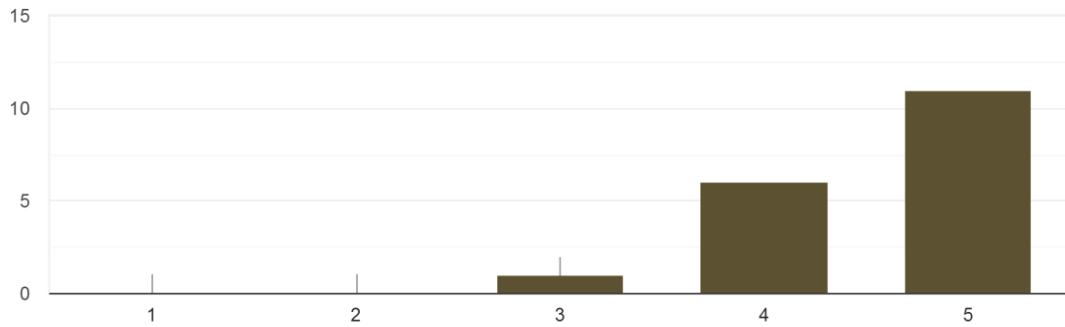
3. c) El trabajo basado en problemas: el docente plantea un problema geográfico que se resuelve mediante la utilización de los SIG.

18 respuestas



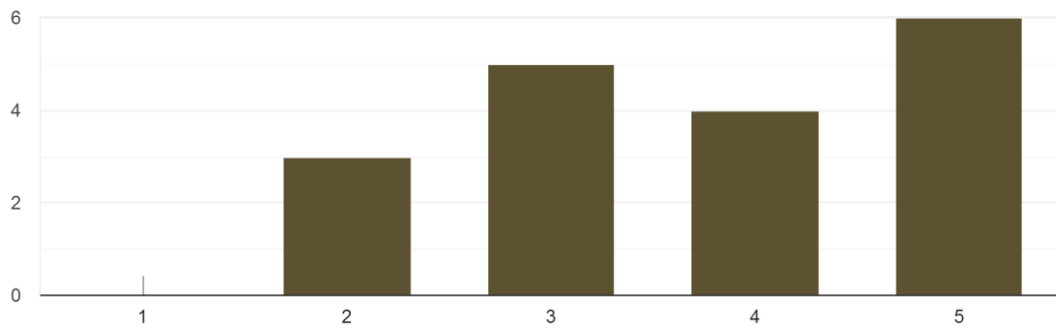
3. d) El trabajo basado en proyectos: El estudiante (o grupo de estudiantes) desarrolla un proyecto geográfico utilizando los SIG.

18 respuestas



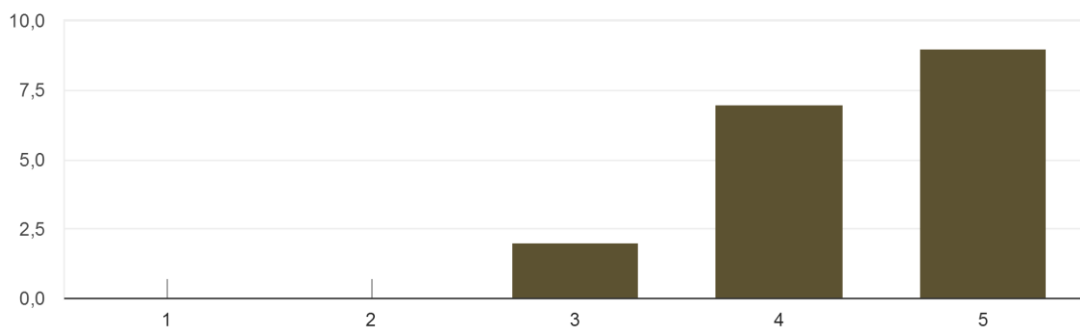
3. e) Aprendizaje basado en juegos: el uso del SIG está incorporado en una estrategia lúdica para el aprendizaje geográfico.

18 respuestas



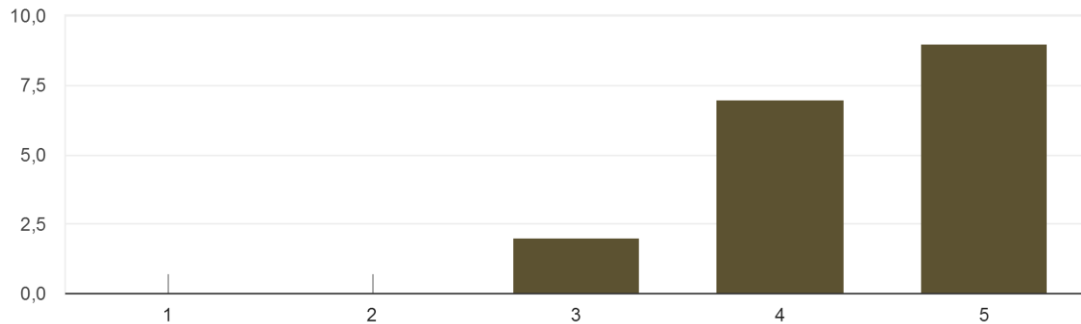
3. f) Aprendizaje por descubrimiento: tras unas explicaciones previas sobre el funcionamiento de la herramienta, el grupo de alumnos selecciona un te... quién sirve de guía ante las dudas del alumnado.

18 respuestas



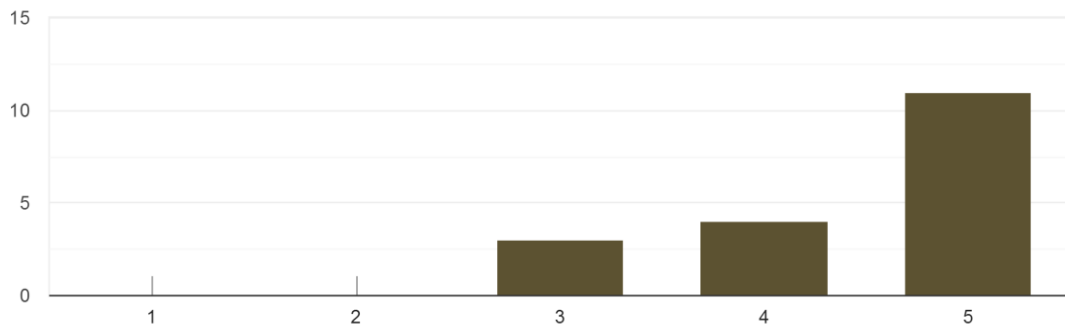
3. g) Aprendizaje servicio: Realizar propuestas para resolver un problema geográfico real que tenga algún beneficio para la sociedad.

18 respuestas



3. h) Salidas didácticas, en la que con el SIG se puede analizar el espacio a recorrer previamente, realizar actividades online durante el recorrido y a...ras finalizar añadiendo la ruta grabada en gps, etc.

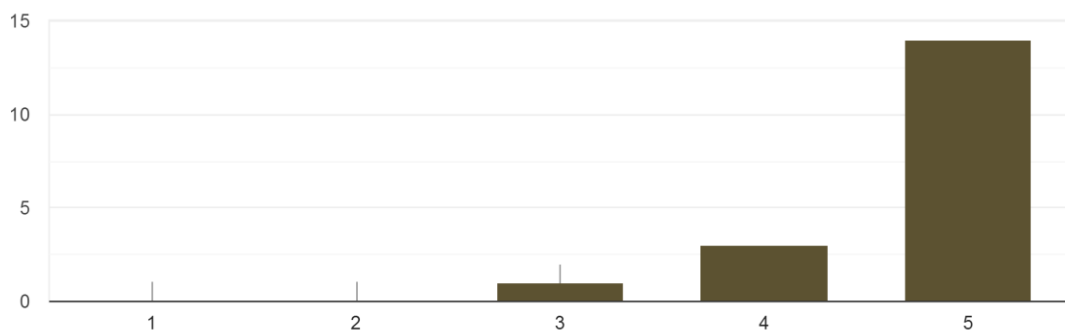
18 respuestas



4. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones acerca del uso didáctico de los SIG?

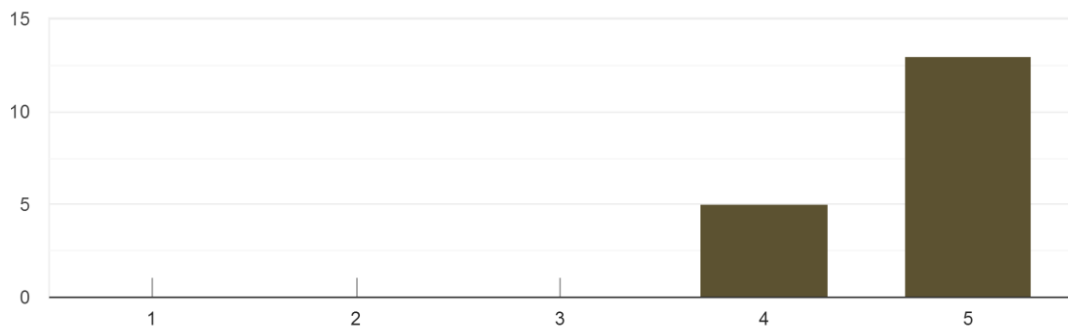
4. a) Los SIG sirven para estudiar problemas geográficos actuales.

18 respuestas



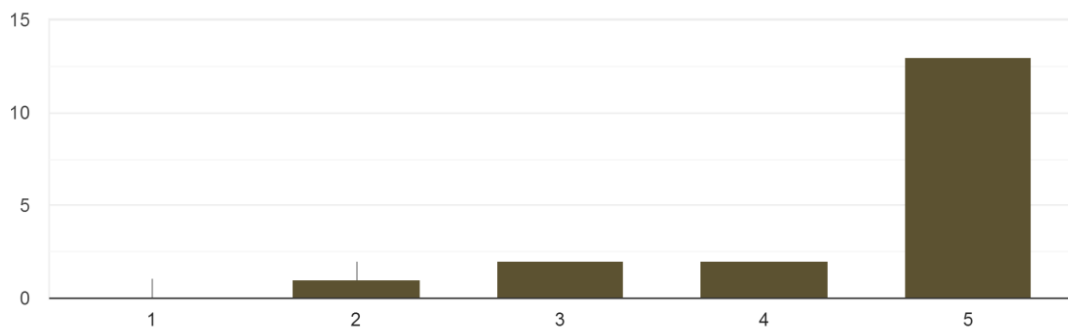
4. b) Con los SIG se pueden trabajar una gran variedad de contenidos.

18 respuestas



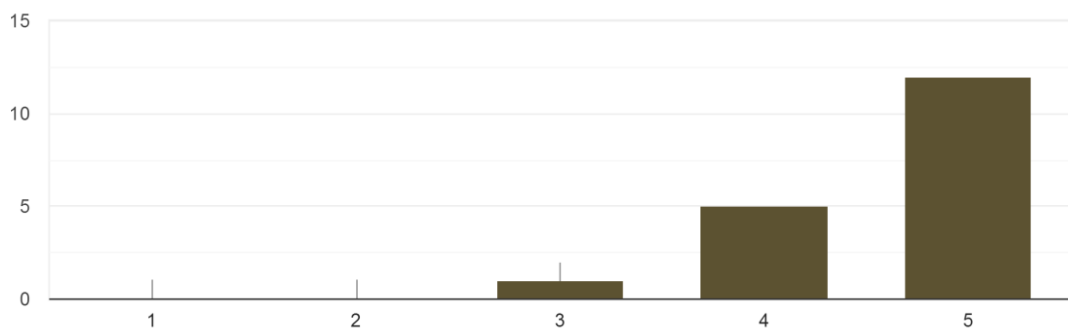
4. c) Los SIG permiten ofrecer clases más activas.

18 respuestas



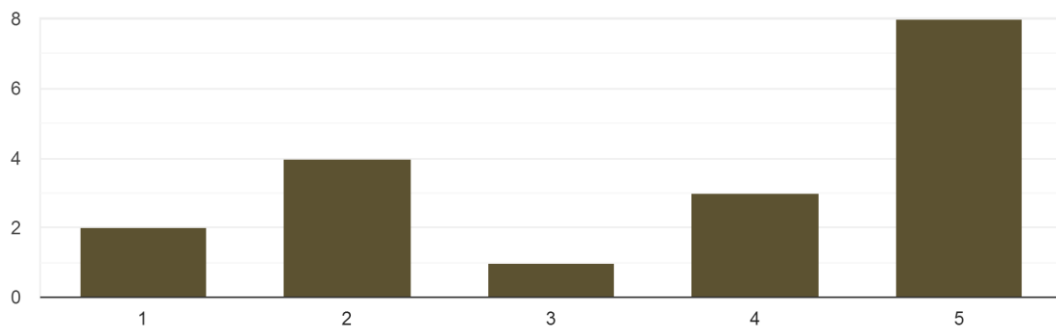
4. d) Los SIG permiten descubrir interrelaciones entre los elementos geográficos

18 respuestas



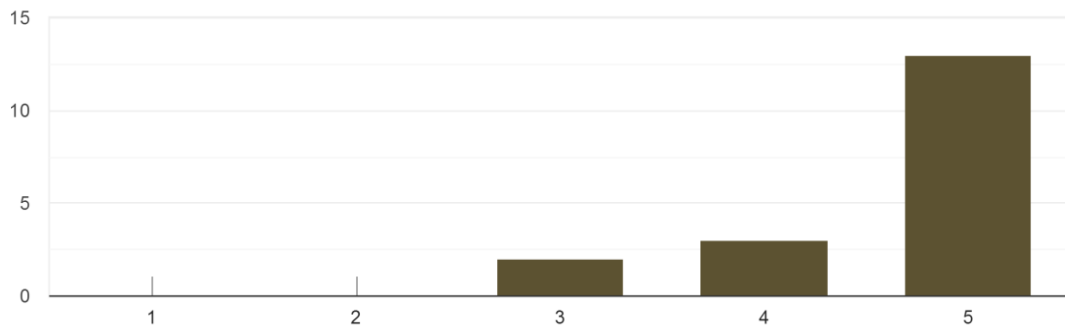
4. e) El uso didáctico de los SIG permite el abandono de metodologías con finalidad memorística.

18 respuestas



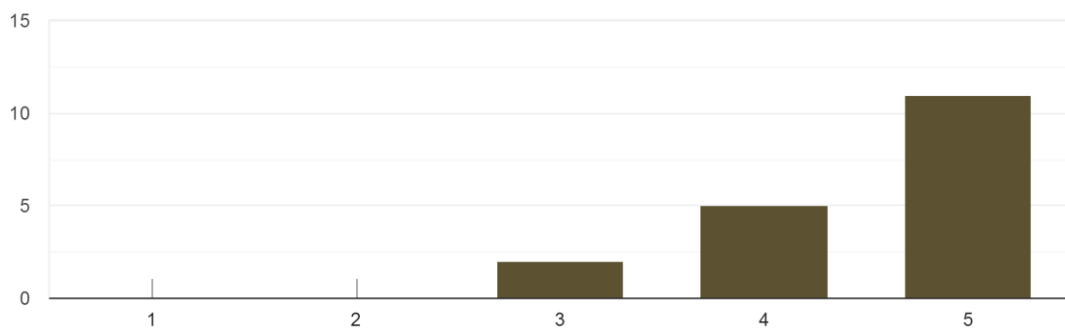
4. f) El uso didáctico del SIG permite el estudio de ejemplos reales.

18 respuestas



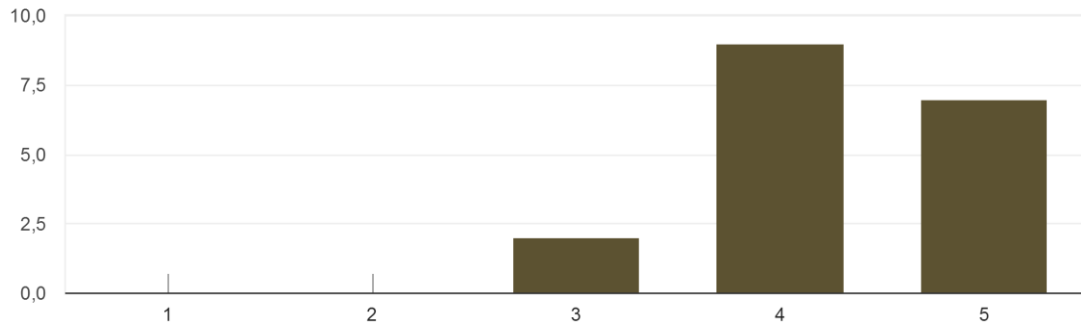
4. g) Con los SIG se permite realizar diferentes usos didácticos, desde despertar el interés del alumnado por la asignatura, hasta trabajar el pensamiento abstracto y espacial en los estudiantes.

18 respuestas



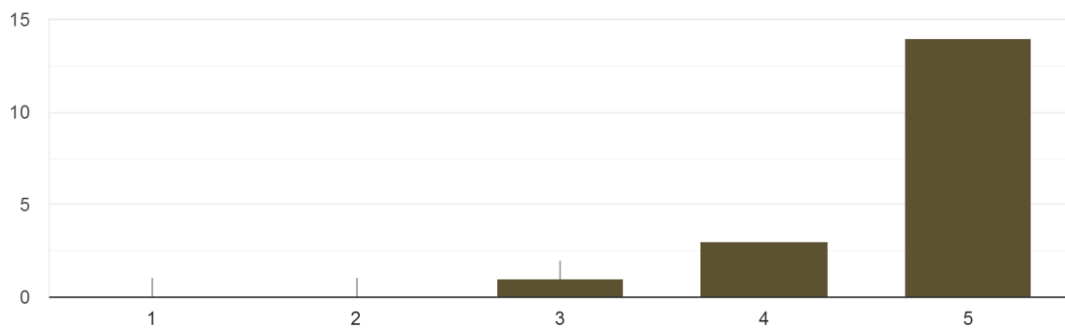
4. h) El uso didáctico de los SIG, permite al alumnado más avanzado, crear contenidos geográficos en proyectos y resolución de problemas.

18 respuestas



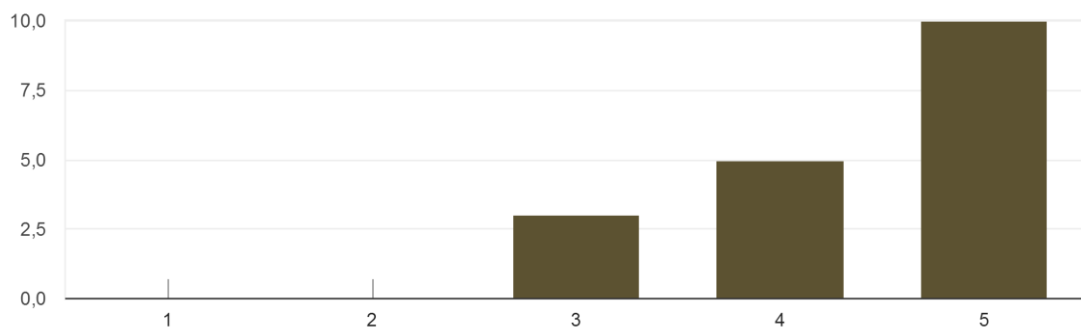
4. i) El uso didáctico del SIG permite no solo el aprendizaje de los contenidos geográficos, sino que como valor añadido, se desarrollan las competencias digitales y espaciales del alumnado.

18 respuestas



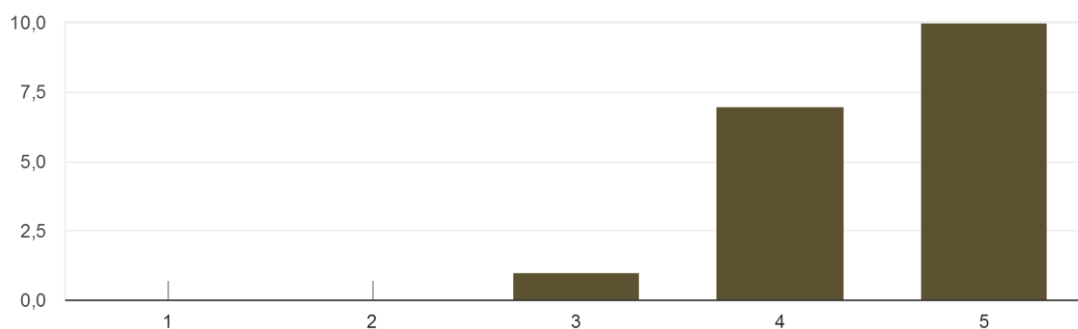
4. j) El uso didáctico de los SIG no solo permite el análisis del territorio, sino que además permite la intervención del alumnado realizando propuestas de mejora.

18 respuestas



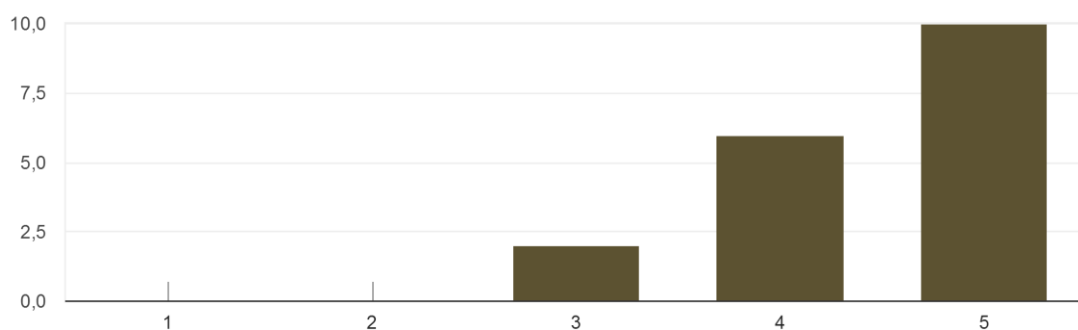
4. k) La utilización de los SIG, permite desarrollar en el alumnado la capacidad de compartir sus resultados digitalmente y fomentar la reutilización de la cartografía y los datos.

18 respuestas



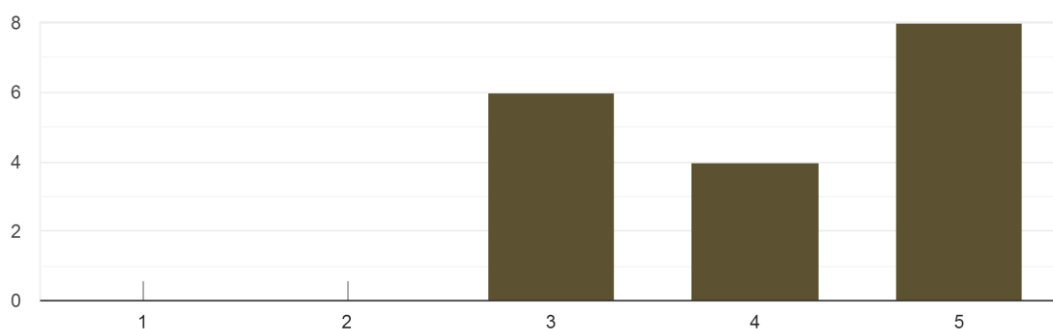
4. l) El uso de los SIG potencia la creatividad del alumnado, al poder elaborar cartografía visualmente atractiva, elevando su autoestima.

18 respuestas



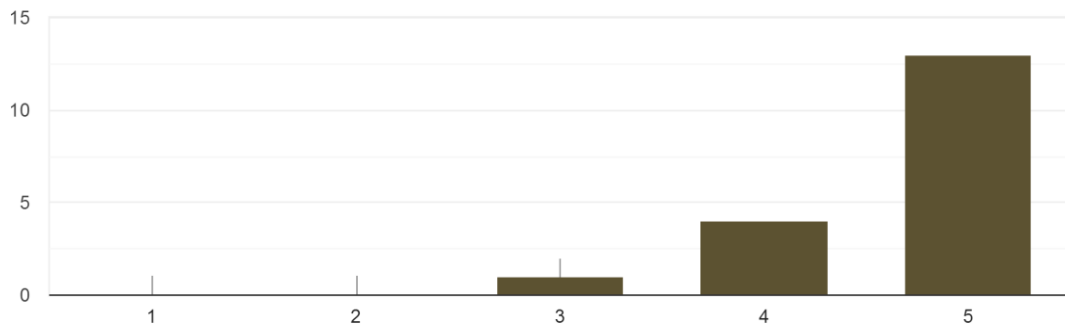
4. m) El empleo de los SIG en el aula obliga al docente a cambiar la forma tradicional de impartir clase.

18 respuestas



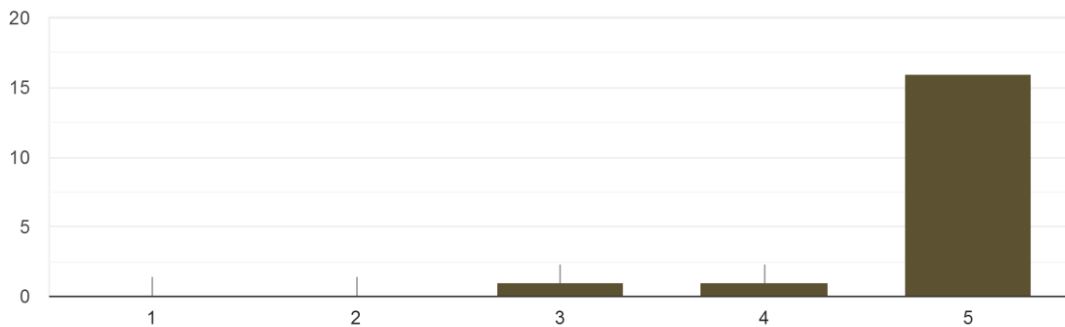
4. n) El uso de los SIG, junto con otras tecnologías emergentes (Realidad Aumentada, Realidad Virtual, etc) son herramientas tecnológicas con gran proyección de futuro.

18 respuestas



4. ñ) Todavía hace falta potenciar el uso didáctico de los SIG

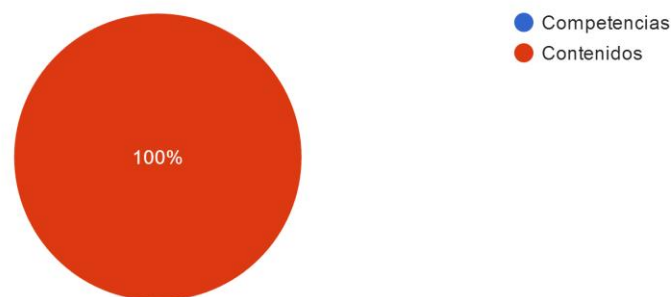
18 respuestas



## 5. Cuestiones sobre el Sistema Educativo

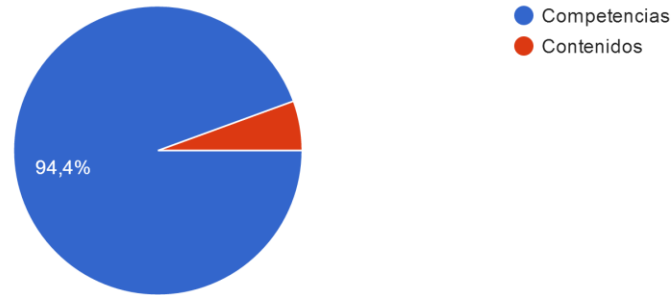
5.1 Cree que el sistema educativo en la actualidad se basa en...

18 respuestas



5.2 Cree que para hacer un uso continuado de los SIG Didáctico habría que basar el Sistema Educativo en:...

18 respuestas

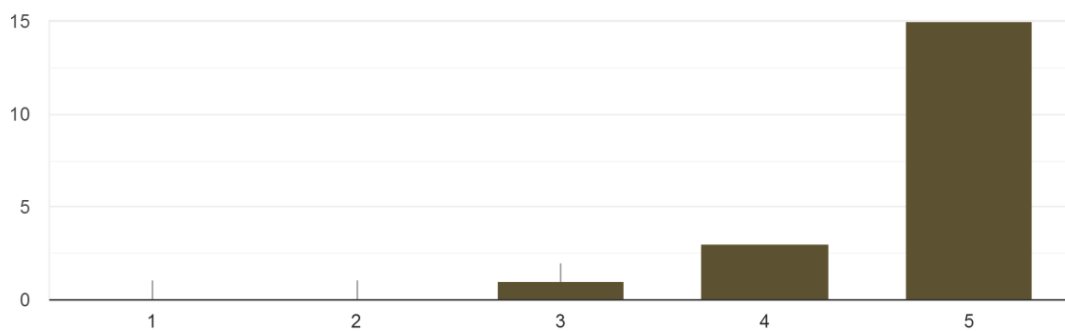


## 2. Docentes de Universidad

1. ¿Está de acuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el uso del SIG?

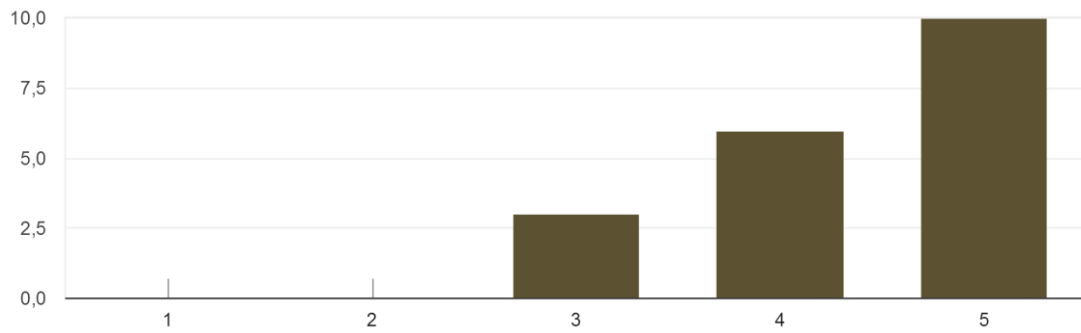
1. a) Antes de la utilización de los SIG en clase es necesario hacer una reflexión teórica sólida previa para saber para qué, por qué y cómo utilizarlos

19 respuestas



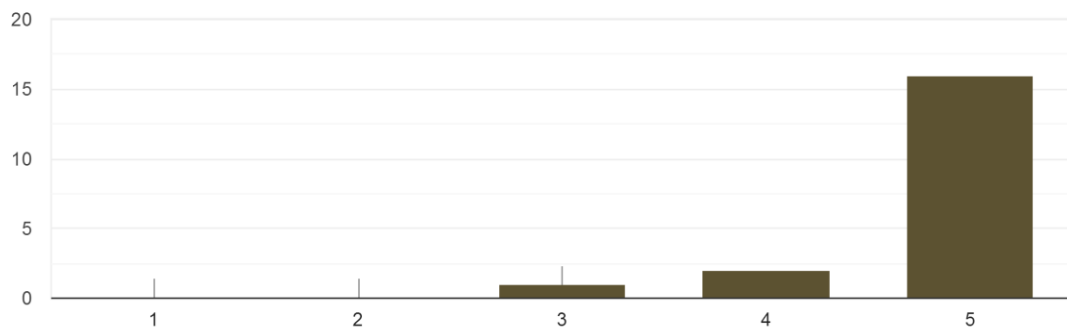
1. b) Los SIG son fundamentales para saber cómo se analiza el espacio desde la geografía

19 respuestas



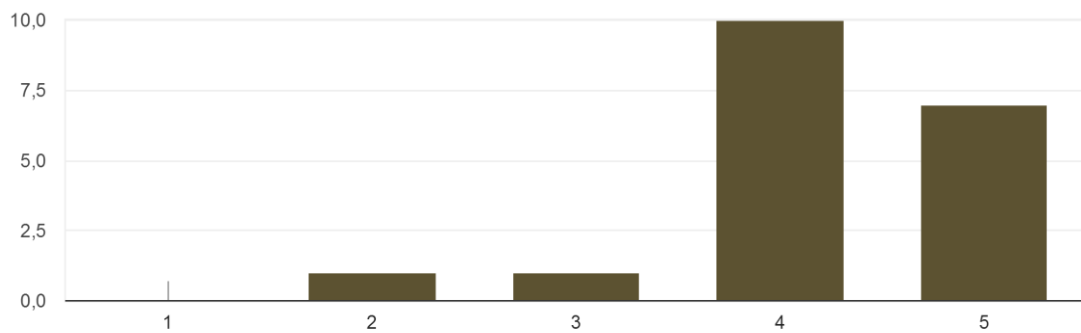
1. c) Los SIG favorecen el trabajo de los principios metodológicos de la Geografía: localización, relación, comparación y evolución

19 respuestas



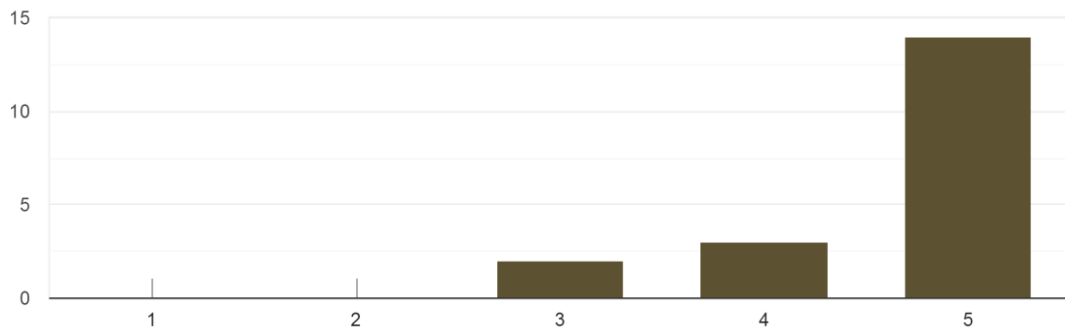
1. d) Los SIG son fundamentales para la interpretación del territorio y la modelización de la realidad

19 respuestas



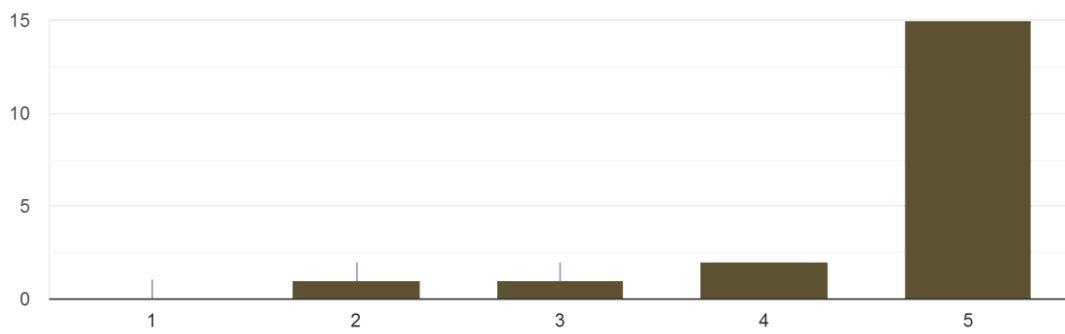
1. e) El conocimiento de los SIG es fundamental como salida profesional de los geógrafos

19 respuestas



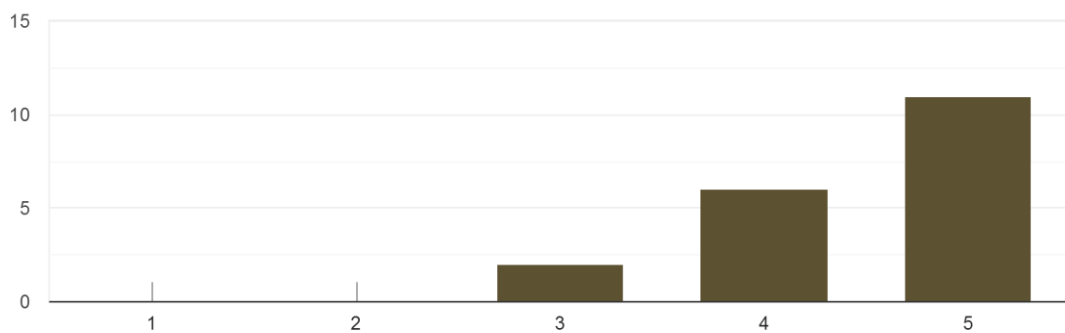
1. f) Los SIG permiten aplicar la teoría explicada en clase, la comprensión de los contenidos y la conexión entre conceptos

19 respuestas



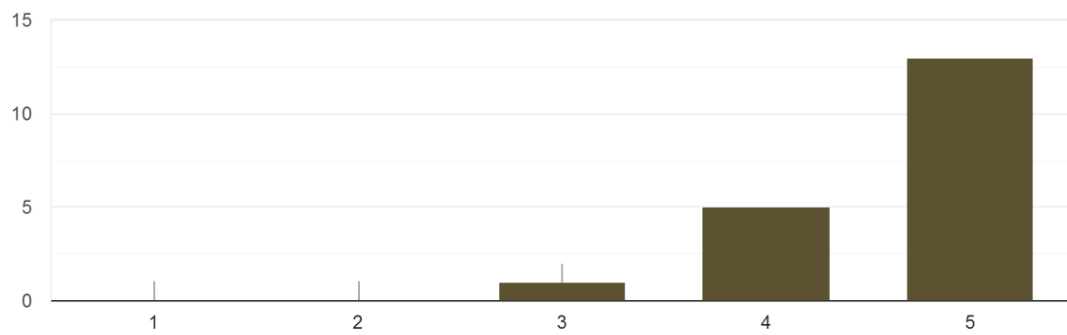
1. g) Los SIG permiten cartografiar cualquier hecho geográfico y su evolución

19 respuestas



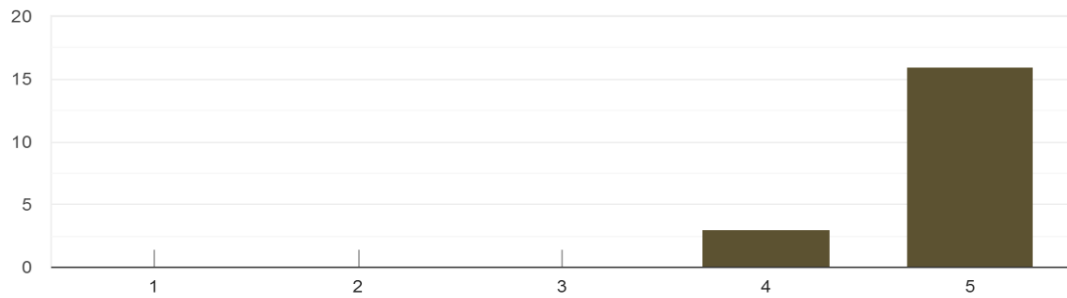
1. h) Los SIG permiten poder abarcar un gran número de datos y hacer posible su manejo

19 respuestas



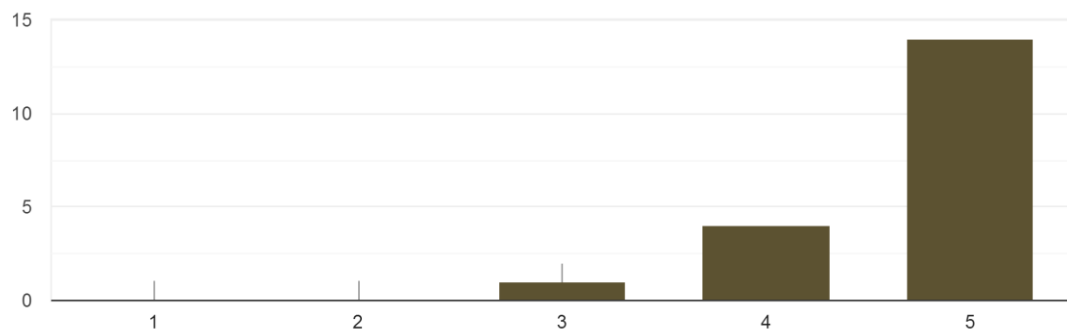
1. i) Los SIG permiten realizar análisis complejos

19 respuestas



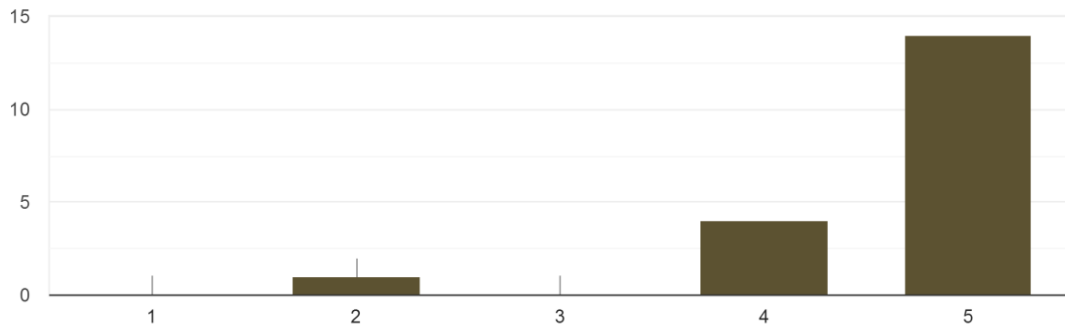
1. j) Los SIG permiten realizar análisis predictivos

19 respuestas



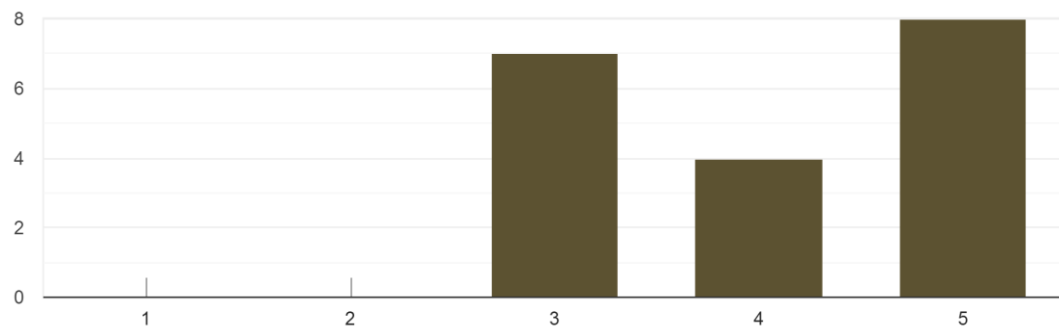
1. k) La disciplina geográfica actual no se podría entender sin el uso de los SIG como herramienta de análisis

19 respuestas



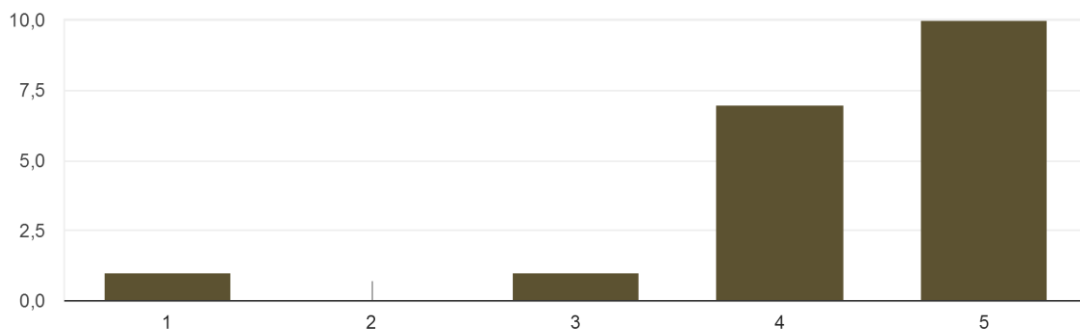
1. l) El uso de los SIG fomenta en el alumnado un aprendizaje lúdico

19 respuestas



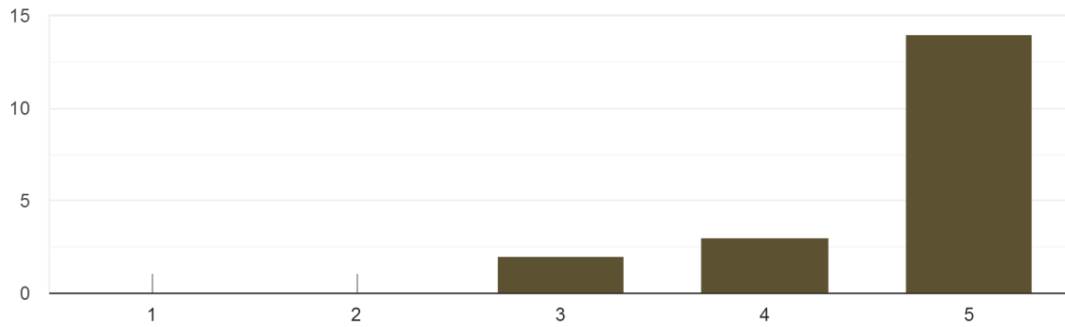
1. m) El uso de los SIG aumenta la motivación y la creatividad en el alumnado

19 respuestas



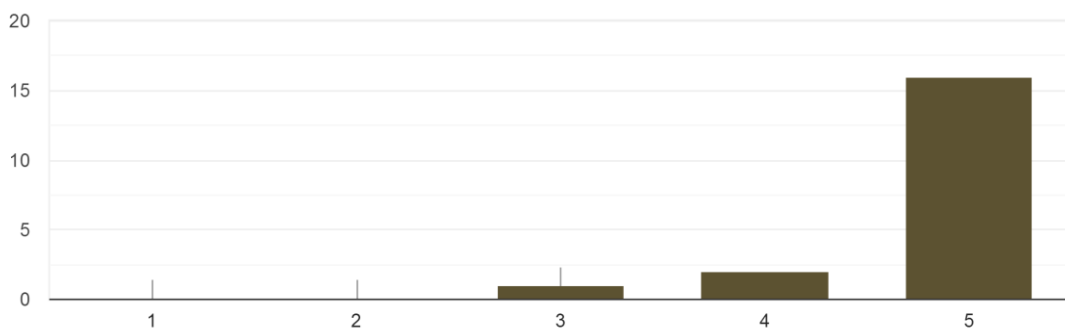
1. n) La enseñanza con los SIG va dirigida al desarrollo de competencias y habilidades geográficas más que al aprendizaje memorístico

19 respuestas



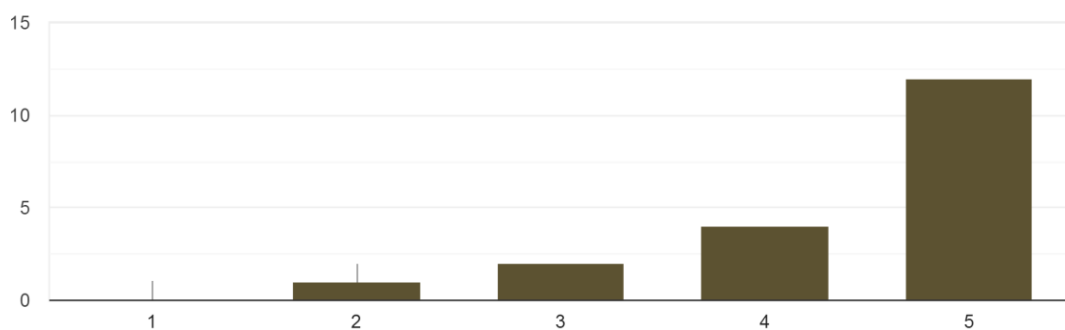
1. ñ) La utilización de los SIG desarrolla el pensamiento espacial en el alumnado

19 respuestas



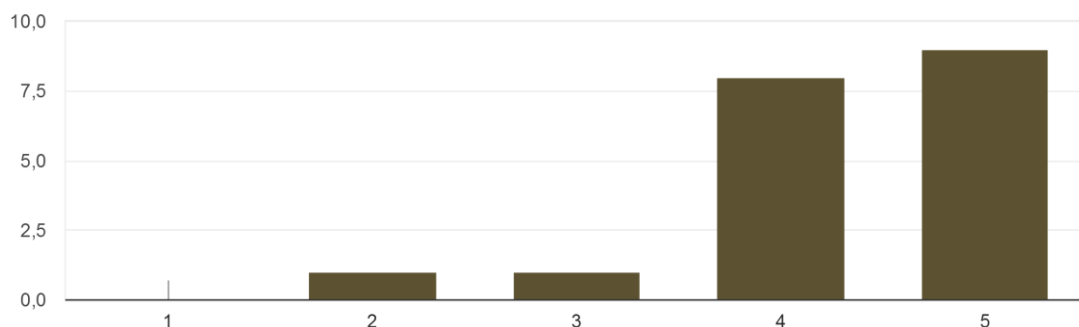
1. o) El uso didáctico de los SIG contribuye a adquirir y consolidar conocimientos geográficos de forma integrada y transversal

19 respuestas



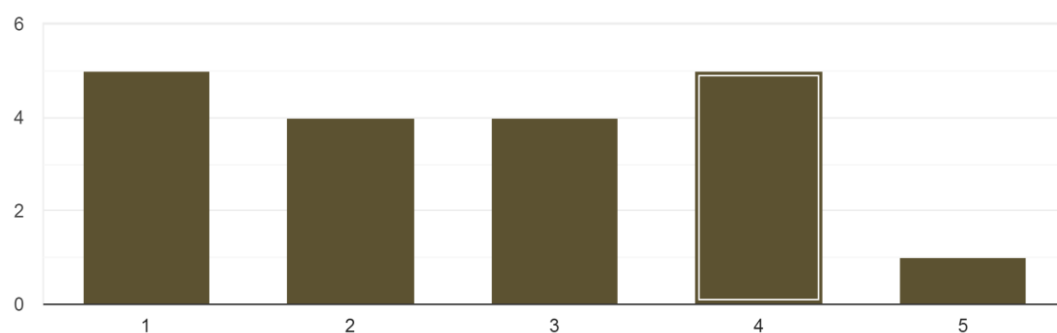
1. p) Los SIG son fundamentales para entender el análisis multicausal y su repercusión en el espacio

19 respuestas



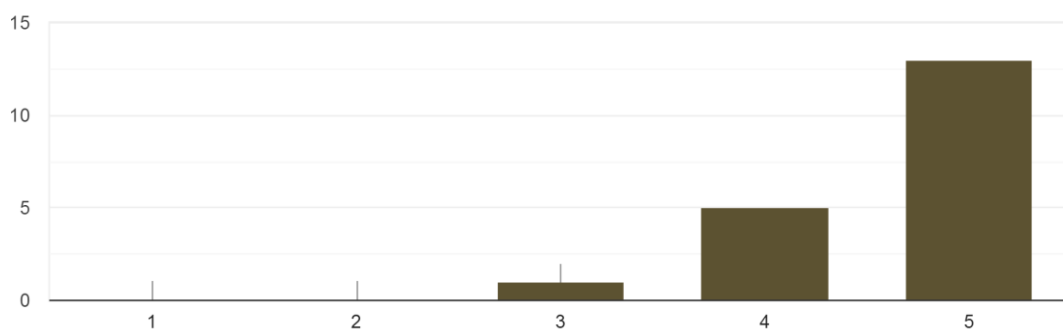
1. q) Los SIG son una disciplina en sí misma más que una herramienta geográfica

19 respuestas



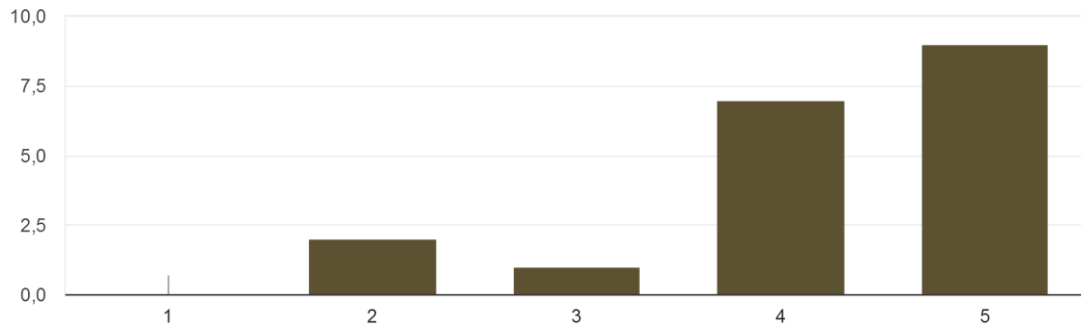
1. r) Los SIG pueden utilizarse como herramienta didáctica en otras muchas asignaturas, no solo en la geografía

19 respuestas



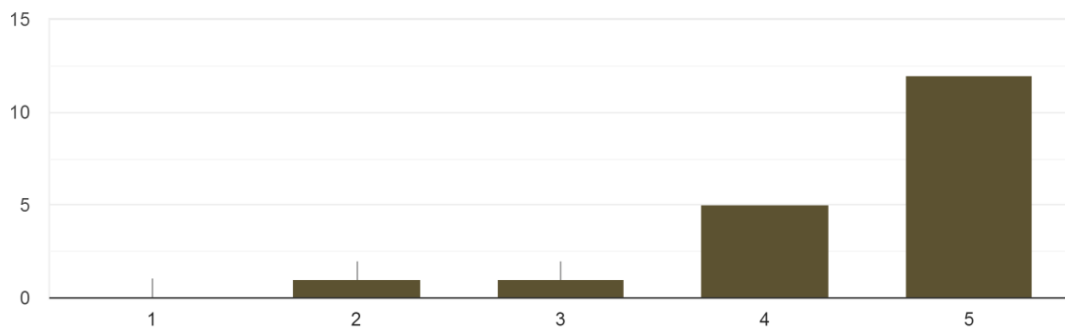
1. s) La enseñanza con SIG se debería incluir en los currículos educativos de Educación Secundaria para asegurar una competencia básica en cartografía digital

19 respuestas



1. t) El uso de SIG mejora la percepción de los estudiantes en asignaturas impartidas tradicionalmente de manera descriptiva como la geografía

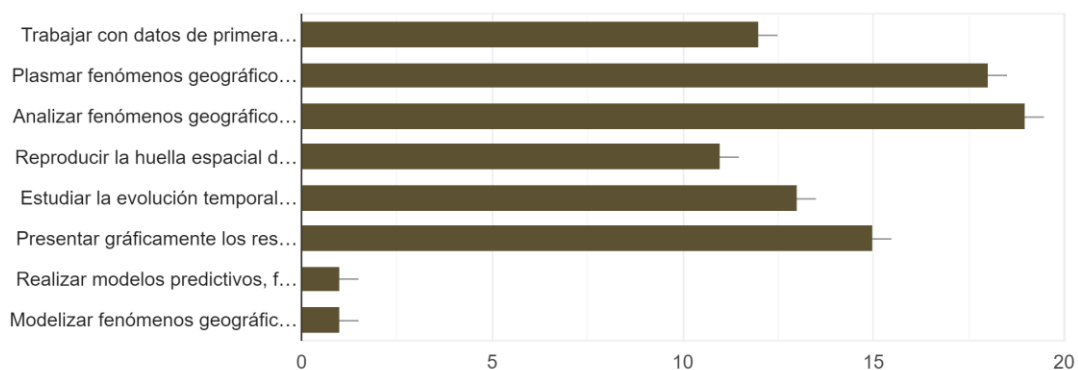
19 respuestas



2. Señale las respuestas que considere oportunas en las siguientes cuestiones sobre el uso de los SIG.

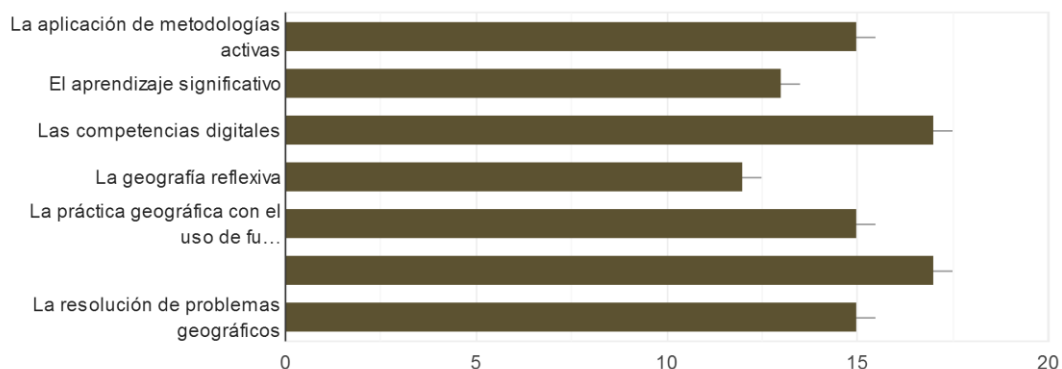
2. a) El uso de los SIG permite al estudiante...

19 respuestas



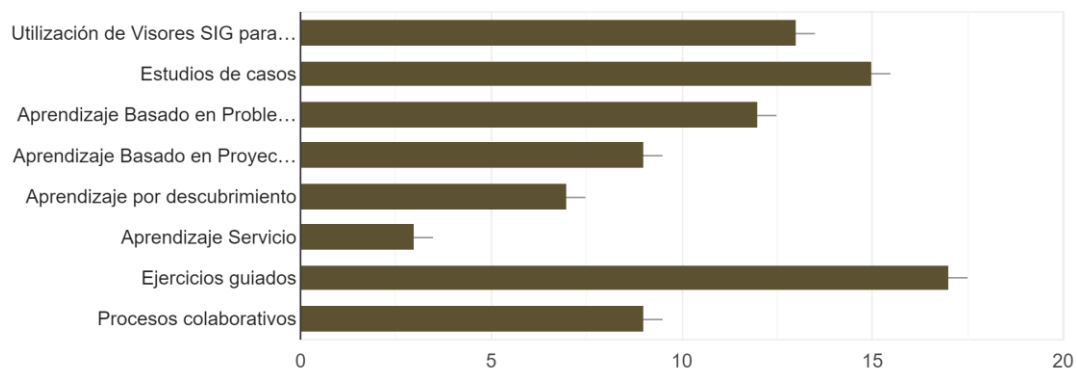
2. b) El uso de los SIG favorece...

19 respuestas



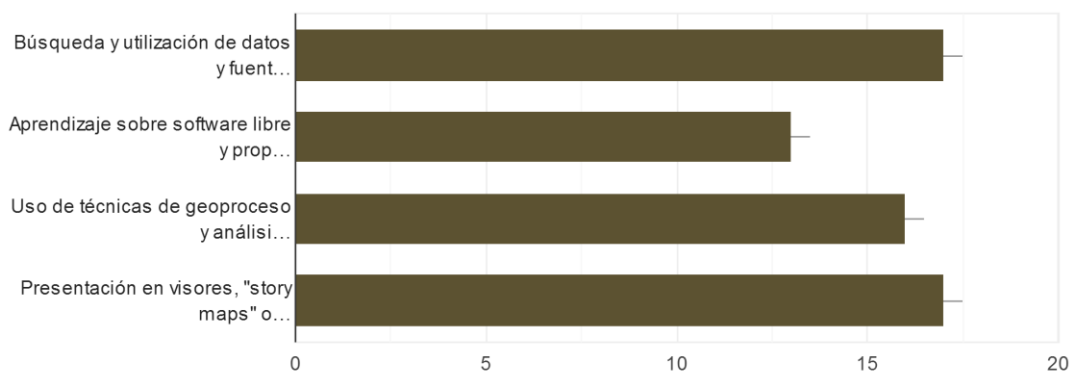
2. c) ¿Qué metodología aplica para enseñar con SIG?

19 respuestas



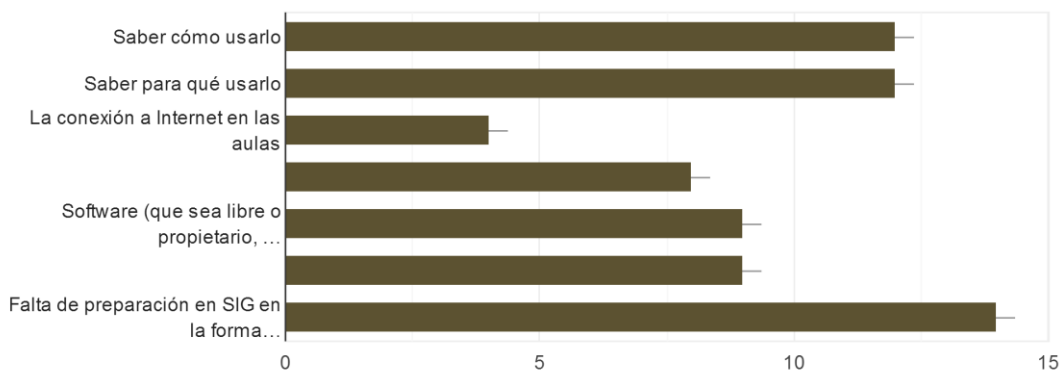
2. d) ¿Qué actividades pueden ser complementarias al uso de los SIG?

19 respuestas



2. e) ¿Qué problemas tiene el uso de los SIG en la enseñanza?

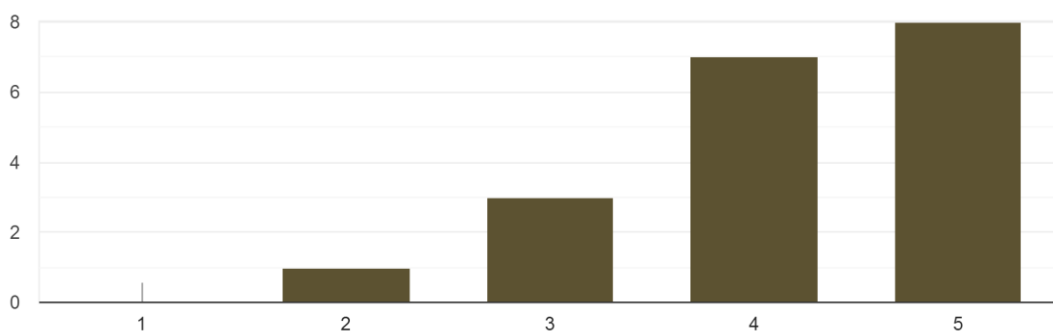
19 respuestas



3. Utilidad del uso de los SIG en las siguientes actividades didácticas

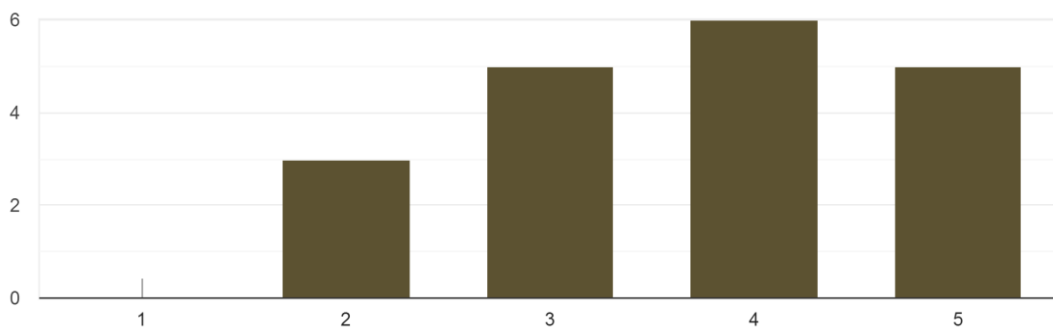
3. a) Observación y reflexión sobre elementos y factores geográficos

19 respuestas



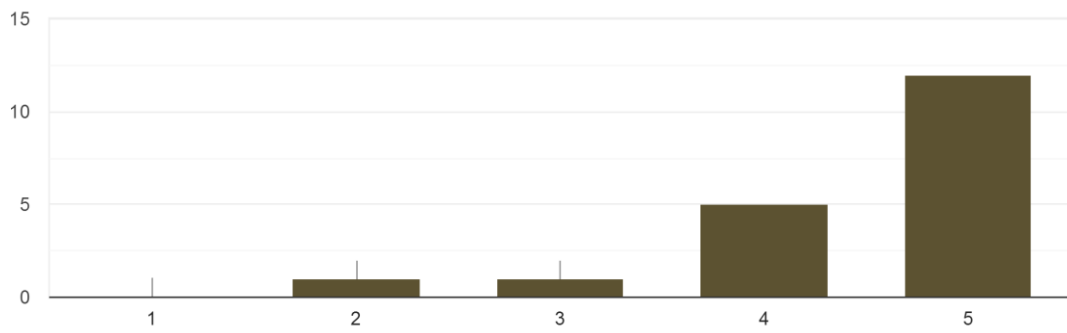
3. b) Salidas de campo

19 respuestas



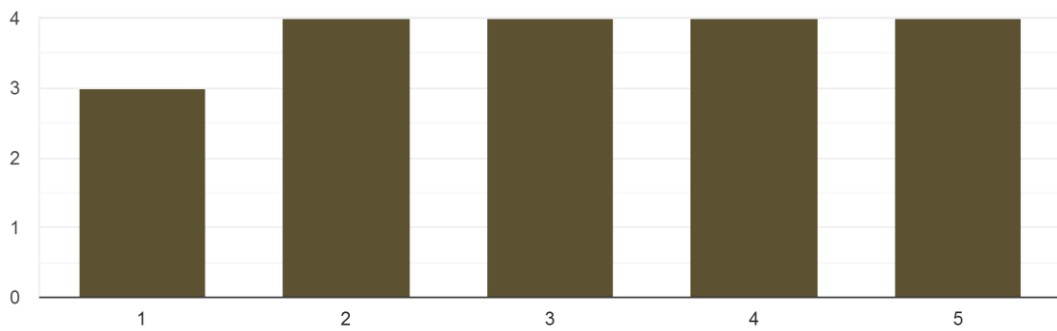
3. c) Cartografía colaborativa.

19 respuestas



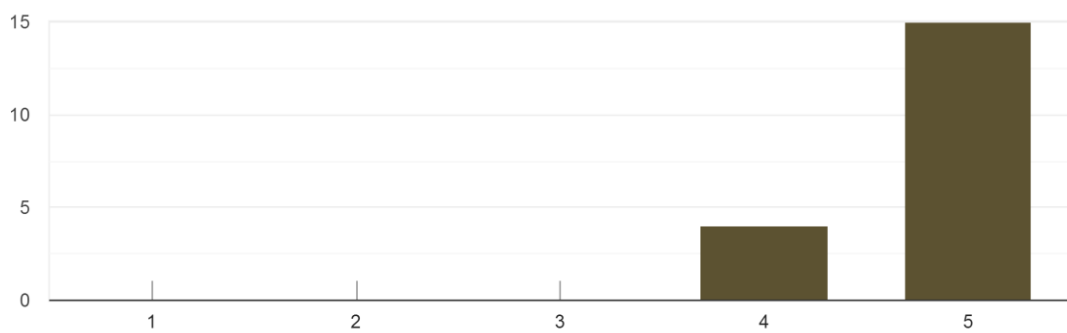
3. d) Lecturas geográficas

19 respuestas



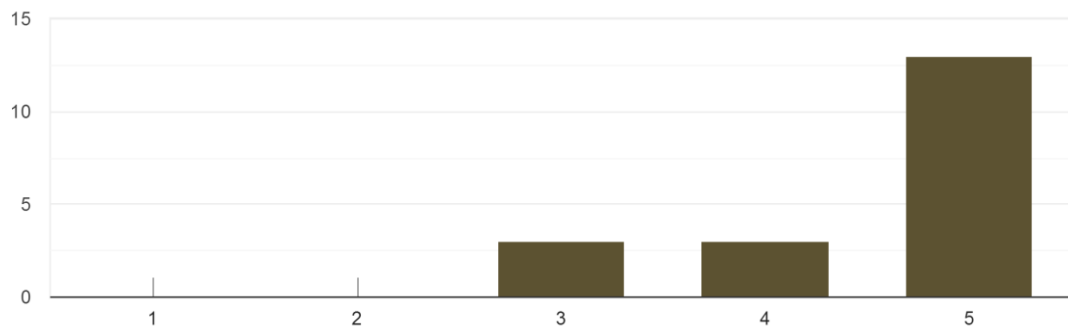
3. e) Realización de prácticas por el alumnado

19 respuestas



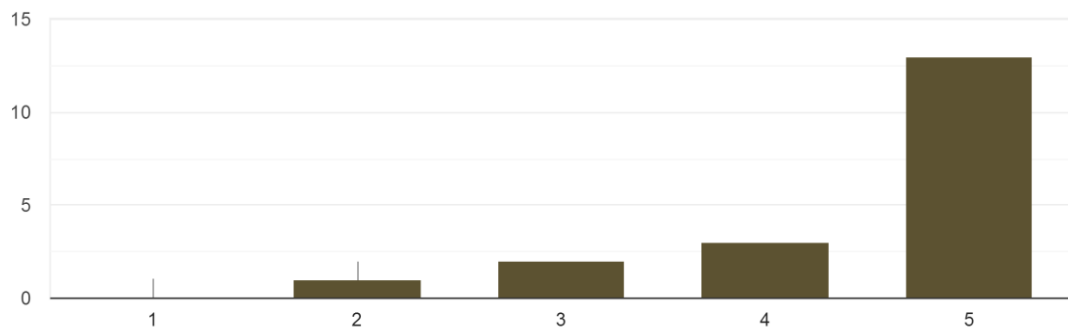
### 3. f) Realización de itinerarios virtuales

19 respuestas



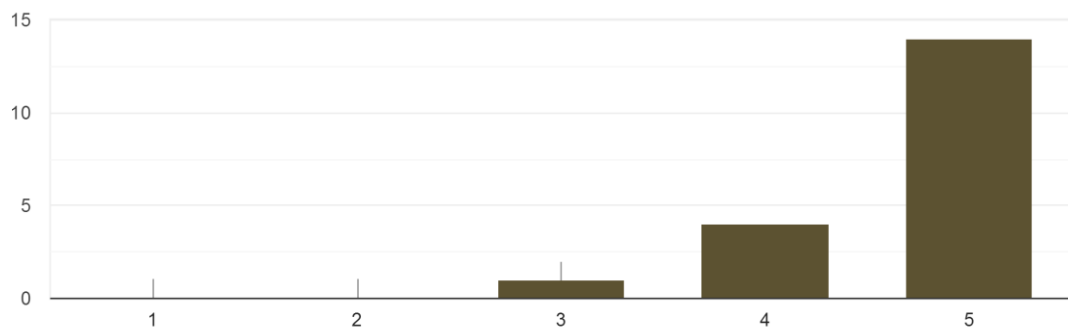
### 3. h) Interpretación de paisajes

19 respuestas



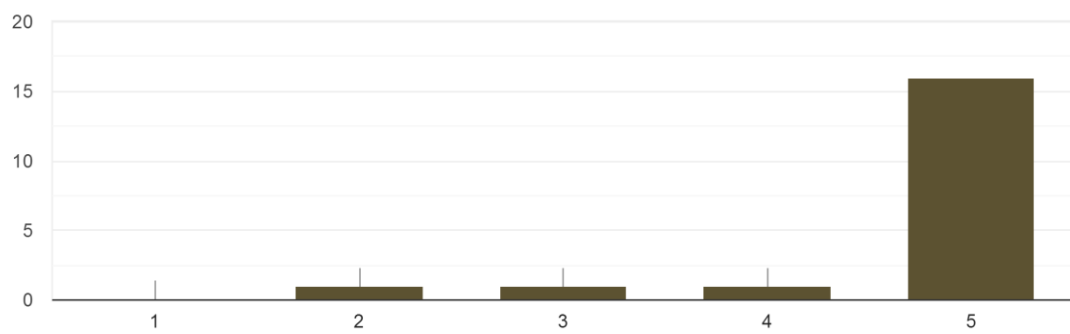
### 3. i) Análisis y prevención de riesgos naturales

19 respuestas



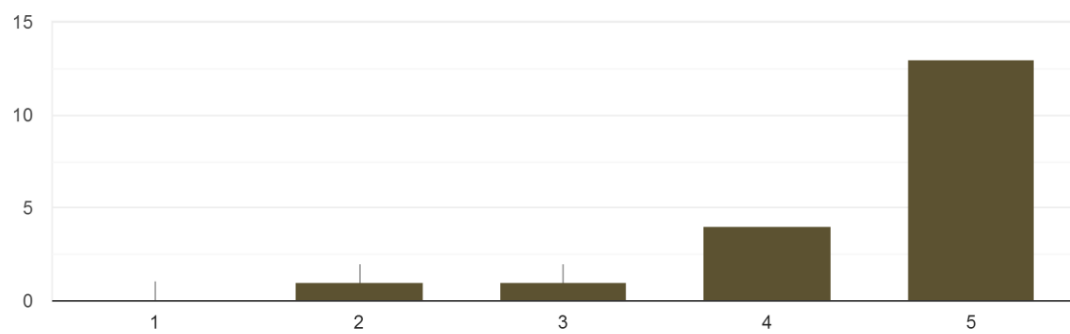
### 3. j) Creación de cartografía digital temática (atlas digitales)

19 respuestas



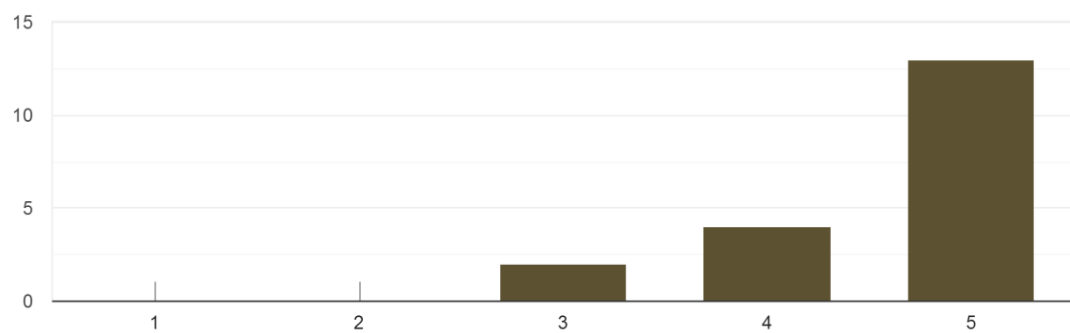
### 3. k) Proyectos de investigación

19 respuestas



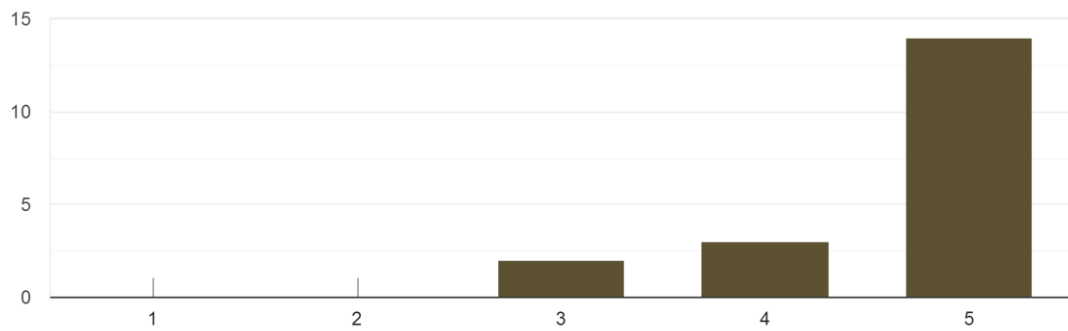
### 3. l) Estudios de correlación espacial

19 respuestas



### 3. m) Aprendizaje en técnicas de geoprocetos y análisis espacial

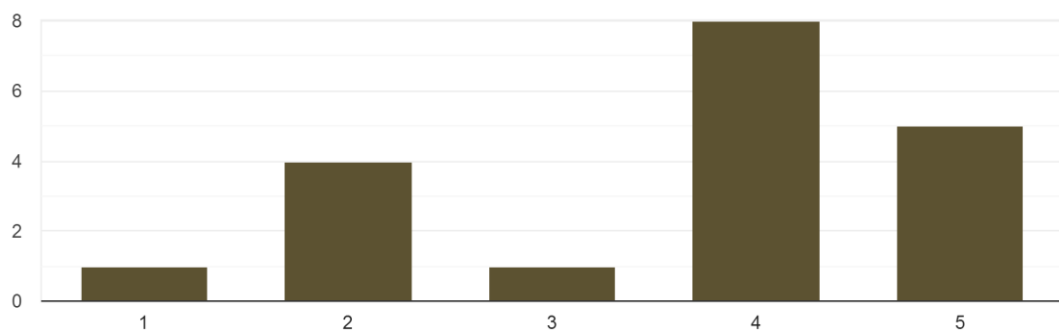
19 respuestas



## 4. Aportación del SIG al aprendizaje de la Geografía

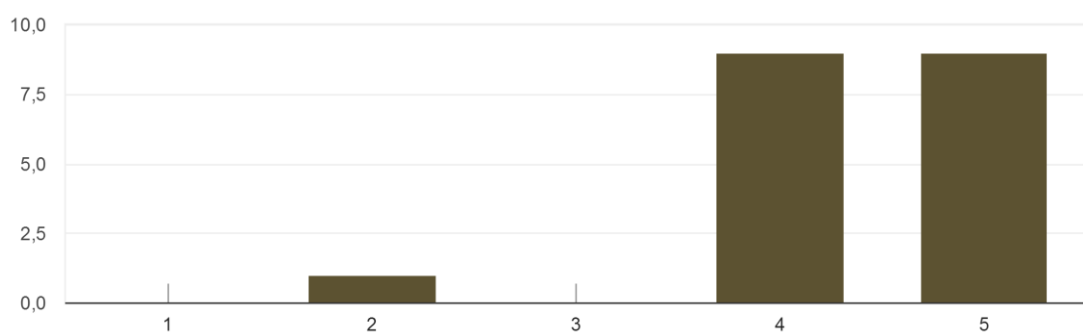
### 4. a) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el poder trabajar el territorio sin salir del aula.

19 respuestas



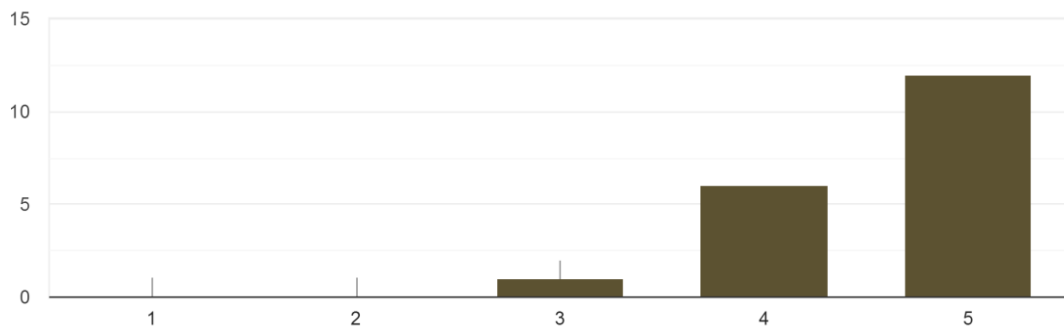
### 4. b) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el poder complementar las salidas de campo

19 respuestas



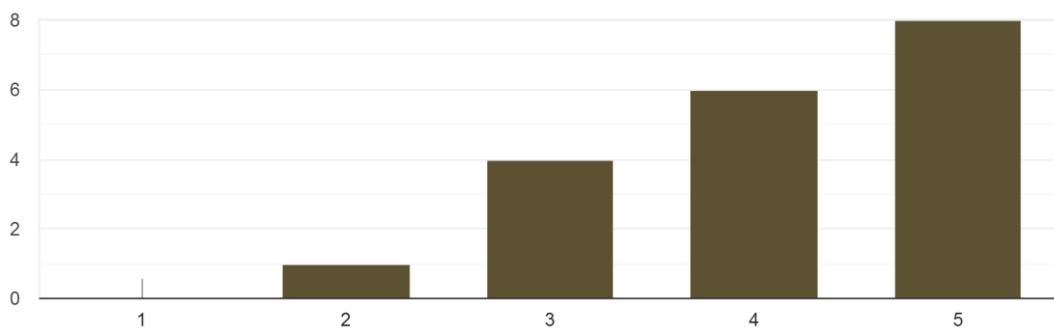
4. c) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el facilitar análisis y la síntesis geográficas

19 respuestas



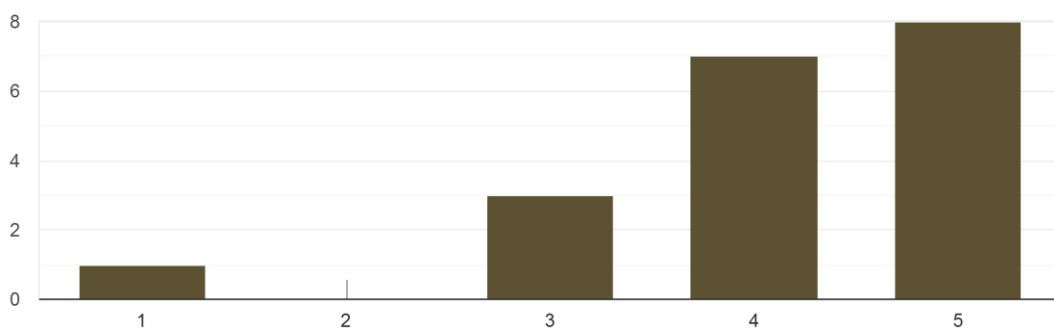
4. d) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de acceder a espacios lejanos difíciles de estudiar de otra manera

19 respuestas



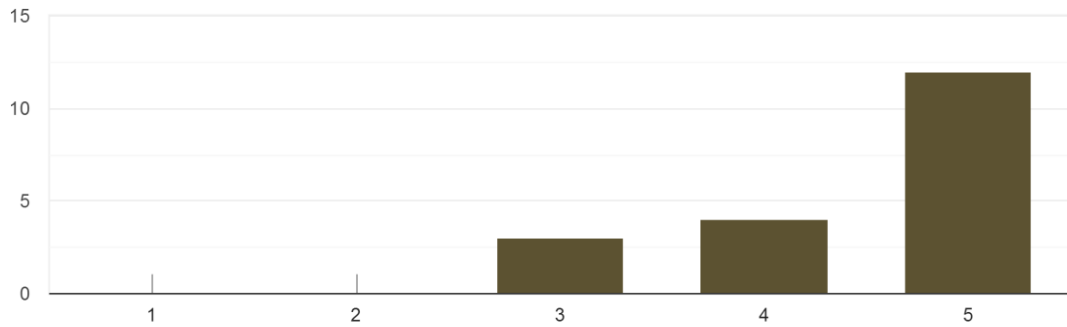
4. e) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía una visión interpretativa y creativa en el mundo actual

19 respuestas



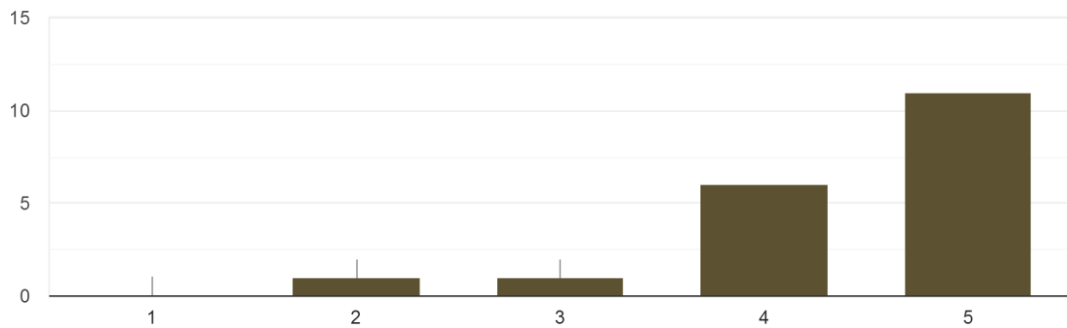
4. f) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la interrelación entre elementos, factores y procesos geográficos

19 respuestas



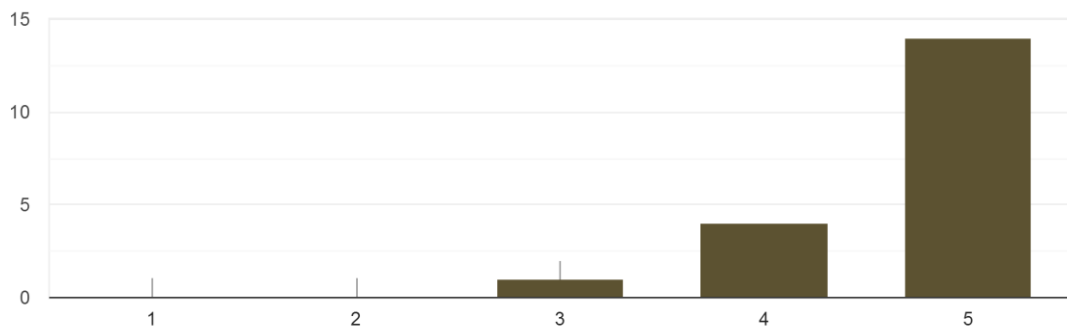
4. g) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la modelización de la realidad

19 respuestas



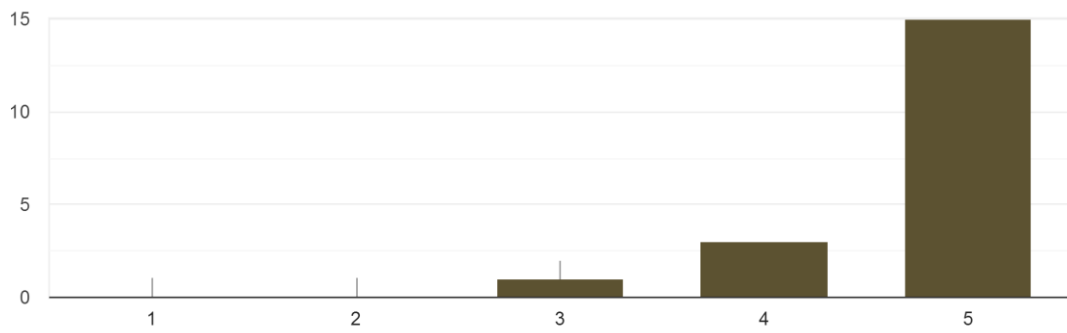
4. h) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad abordar problemas territoriales complejos

19 respuestas



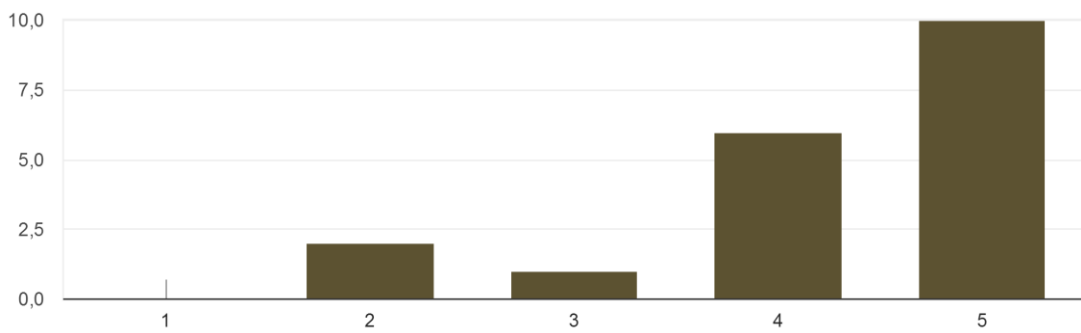
4. i) Los SIG aportan un aprendizaje práctico y aplicado de la Geografía

19 respuestas



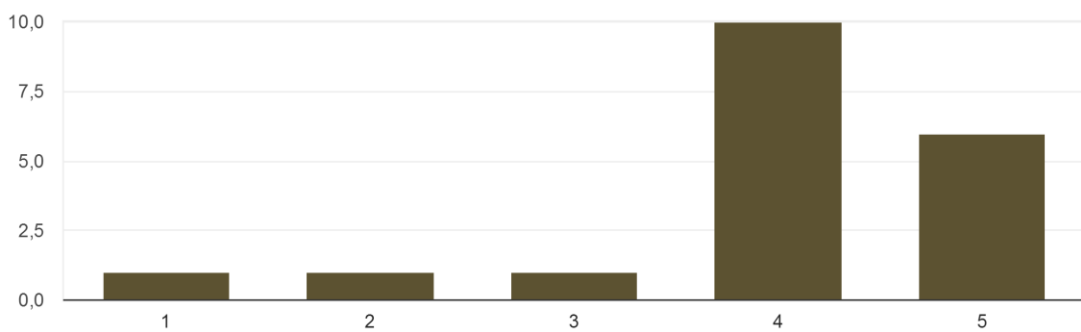
4. j) Los SIG aportan un aprendizaje significativo de la Geografía

19 respuestas



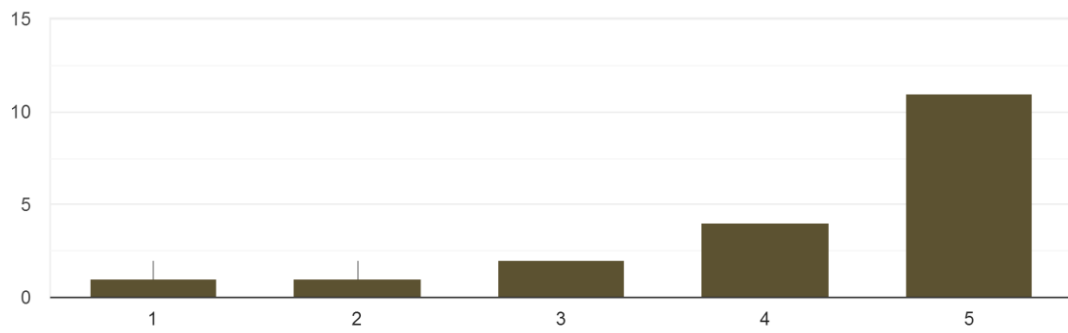
4. k) Los SIG aportan un aprendizaje experiencial de la Geografía

19 respuestas



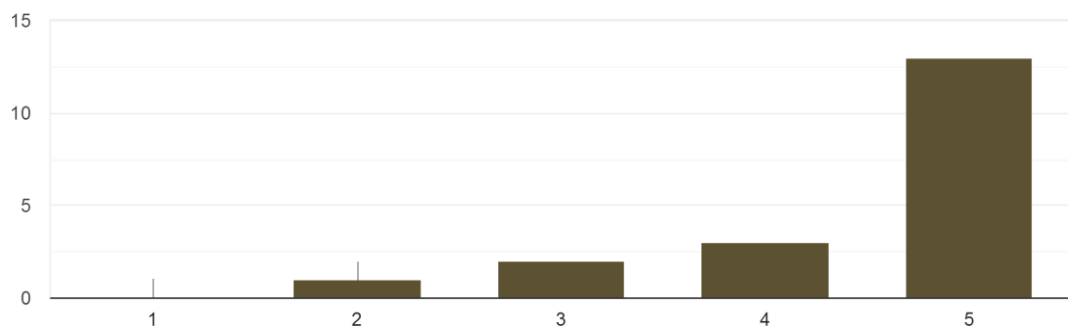
4. l) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía visión global del territorio

19 respuestas



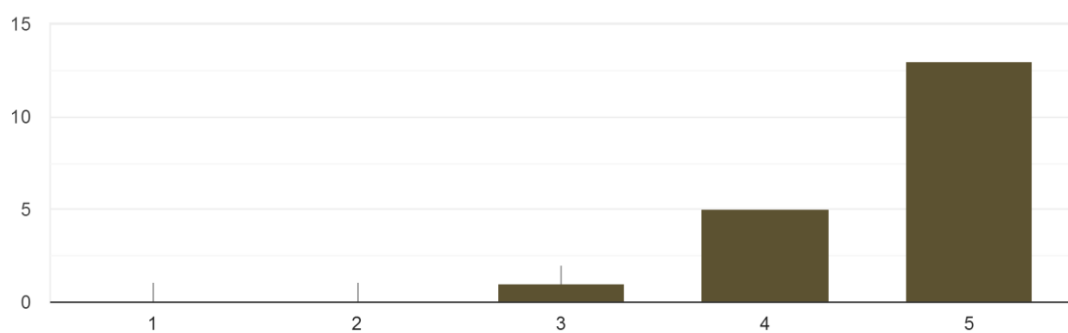
4. m) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el mostrar la utilidad de la Geografía en el mundo actual

19 respuestas



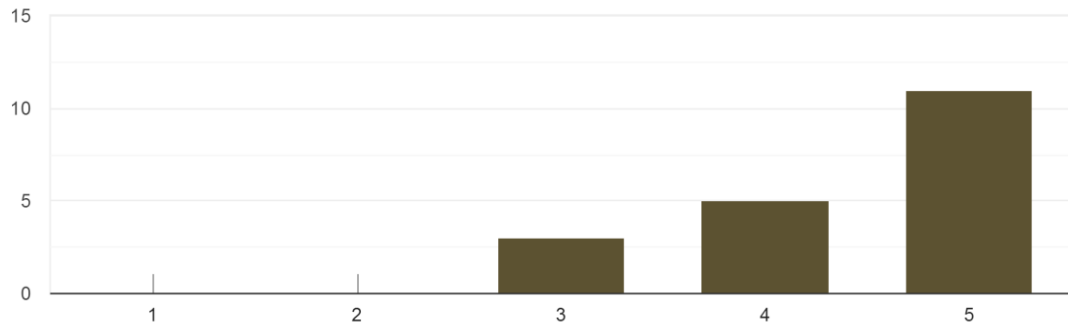
4. n) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la orientación hacia una nueva salida profesional

19 respuestas



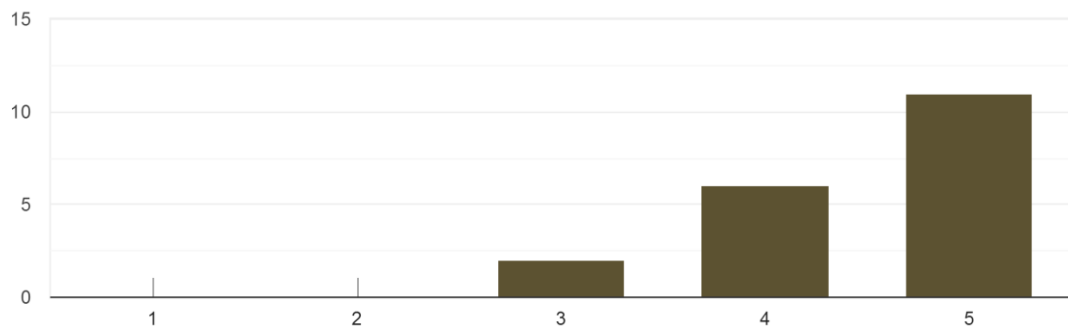
4. ñ) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de conocer, comprender, analizar y predecir procesos geográficos

19 respuestas



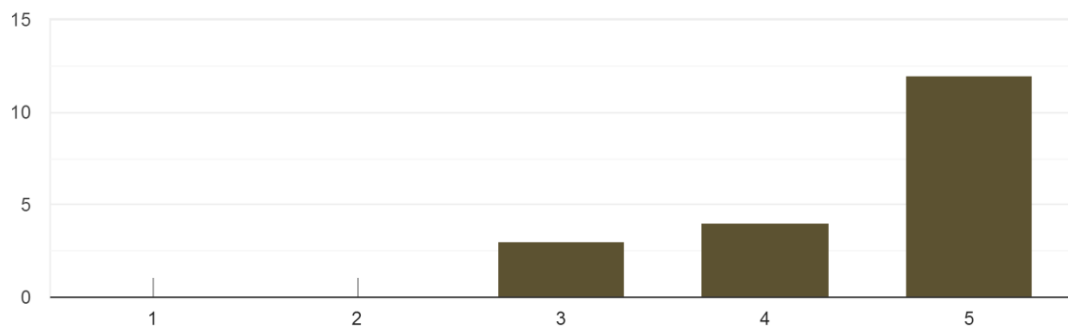
4. o) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía el favorecer el desarrollo del pensamiento espacial en el alumnado

19 respuestas



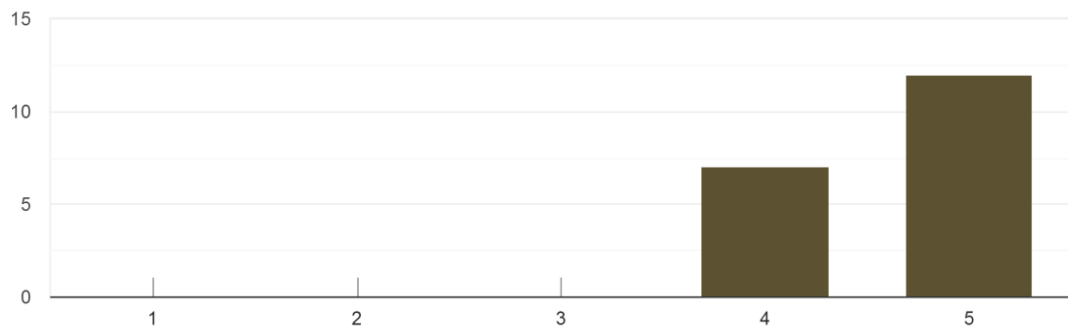
4. p) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la posibilidad de resolver problemas geográficos reales

19 respuestas



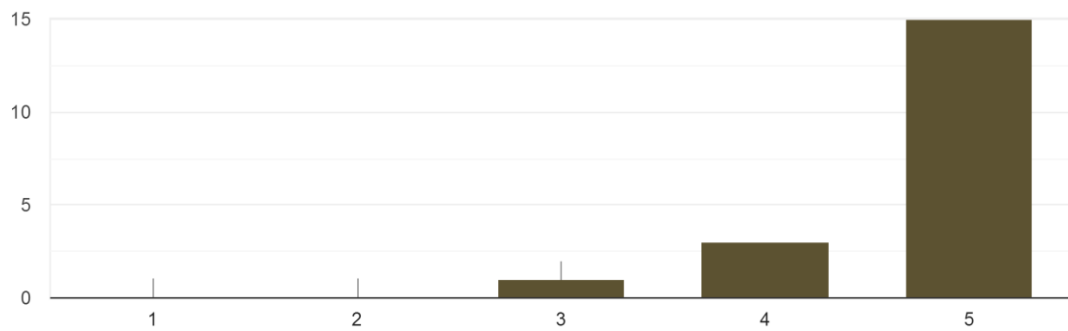
4. q) Los SIG aportan al aprendizaje de la Geografía la motivación del alumnado

19 respuestas



4. r) Los SIG aportan un aprendizaje competencial de la Geografía

19 respuestas



### ANEXO III. PROYECTOS COORDINADOS EN IES SAN ROQUE

<b>Curso</b>	<b>13/14</b>	<b>14/15</b>	<b>15/16</b>	<b>16/17</b>	<b>17/18</b>	<b>18/19</b>	<b>19/20</b>	<b>20/21</b>	<b>21/22</b>
<b>Proyecto de Innovación Educativa (Consejería de Educación Junta de Extremadura)</b>	Incorporación de un SIG Web a la enseñanza de la Geografía en 3º de ESO	Desarrollo del pensamiento espacial a través del Aprendizaje Basado en Proyectos en la materia de Geografía de 2º de Bachillerato.	Introducción de la cartografía colaborativa en la Educación Secundaria						
<b>Programa de Escuelas de I+D+i (Consejería de Educación Junta de Extremadura)</b>	Análisis de la realidad ambiental de la ciudad de Badajoz y propuestas de mejora.	Ejercicio físico en espacios públicos de Badajoz.							
<b>Proyectos Erasmus + (Comisión Europea)</b>				Utilización de un SIG WEB para diseño de rutas en Espacios Naturales Protegidos europeos (2016-1-ES01-KA219-025550)	El patrimonio hidrológico en mapas digitales (2018-1-ES01-KA229-050278)				
								Cartoteca biográfica de autores europeos (2020-1-ES01-KA201-082590)	



## ANEXO IV. EJEMPLOS DE *STORY MAPS* PARA APRENDER GEOGRAFÍA

### ❖ Relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- United Nations SDG storymaps
  - <https://undesa.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=1efad55abece4e35b59d17e1b0364125> (2018)
  - <https://undesa.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=48248a6f94604ab98f6ad29fa182efbd> (2019)
  - <https://undesa.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=49119ad4fb9845469f7270acc5380a19> (2020)
- SDG
  - <http://the-sdgs.opendata.arcgis.com/>
  - <https://storymaps.arcgis.com/stories/e873b217ee4a47a48fb9c823ab9df267>
  - <https://sdgacademy.org/>
- Navarra (España) Agenda 2030 ODS
  - <https://ods-agenda2030.navarra.es/>
- The Human Reach Atlas
  - <https://storymaps.esri.com/stories/2018/anthropocene-atlas/1-human-reach.html>
- SDG material useful to create new storymaps
  - <https://www.esri.com/en-us/solutions/industries/sustainability/overview>
- Sustainable Development Goals Champions 2019-2020
  - <https://storymaps.arcgis.com/stories/0649f3af1e1d48d7abfc4b060ce5c1cf>
- Cambridge University. Sustainable Development Report 2020 and COVID-19
  - <https://storymaps.arcgis.com/stories/cac7505de9974f8c99b532071042d6dd>
- SDGs Open Data
  - <http://unstats-undesa.opendata.arcgis.com/>

### ❖ Océanos

- Is the sea level raising?
  - <https://arcg.is/4uP9q>
- How Ocean Currents Impact the world
  - <https://apl.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=862af890c7ff49bd89402a53cea0e362>
- Submarine cables
  - <https://maps.esri.com/rc/cable/index.html>

## ❖ Gallery of the new story maps ap

- Urban África
  - <https://storymaps.arcgis.com/stories/73a4b40120b44a3fb9d6935d53d49330>
- South Africa story maps (climate change and others)
  - <https://greenbook.co.za/story-maps.html> (Engelbrecht, F., Le Roux, A., Arnold, K. & Malherbe, J. 2019. Green Book).
- Detailed projections of future climate change over South Africa. Pretoria: CSIR.
  - <https://pta-gis-2-web1.csir.co.za/portal/apps/GBCascade/index.html?appid=b161b2f892194ed5938374fe2192e537>

## ❖ Bosques, cambio climático y naturaleza

- Climate refugee sites
  - <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=e13a32a7e45a47549cfe4b507689a852>
- Instituto for Sustainable Solutions. Portland State University. Canopy Stories
  - <https://canopystory.org/post>
- A World of Forest Atlas
  - <https://storymaps.esri.com/stories/2019/anthropocene-atlas/3-forests.html>
- Flight of the Honey Bees
  - <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=21c21e4768e442ad99ed96ca42c3761c>
- La seca, el cáncer de la dehesa
  - <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=041b6273f1204e2ea326351e83029417>
- California drought (2011-2017)
  - <https://www.drought.gov/drought/california-no-stranger-dry-conditions-drought-2011-2017-was-exceptional>
- Vendimia:
  - <https://geogeeks.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=e7daa329e914ef38cc5c31c159297bf>

## ❖ Población

- Demographic Transition Model (DTM)
  - <https://www.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=1553c2f234b74879b29b0f823df85196>
- Population Reference Bureau. 2020 World Population Data Sheet
  - <https://interactives.prb.org/2020-wpds/storymap/>

### ❖ Ciudades sostenibles

- De Lázaro Torres, María Luisa (2021) Paisajes Culturales Urbanos
  - <https://arcg.is/1541nPO>
- Sprenger, Sandra – Hamburg
  - <https://storymaps.arcgis.com/stories/35b54e0f06ef496e90398a228b46efab>
- Caroline Leininger - Paris
  - <https://arcg.is/1mXfbT>
- Caroline Leininger - Bretigny (paris's suburbs)
  - <https://arcg.is/1mXfbT>
- Megacities:
  - <https://storymaps.esri.com/stories/2014/growth-of-cities/?adbsc=social2309461&adbid=990667046940651520&adbpl=tw&adbpr=615300761>
- Urban expansion:
  - <https://mcmaster.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=850a80117ad546f39959aa21d1fcca95>
- Madrid in maps:
  - <https://geogeeks.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=8b231feca657437e91b1d4d944445996>

### ❖ Arqueología, patrimonio y humanidades digitales

- World Heritage in Danger
  - <https://storymaps.arcgis.com/stories/5fa1c58788394468a06e85349271e421>
- Pons Izquierdo, J.J.; Armendáriz Martija J. y Andreu Pintado, J. Yacimiento arqueológico de La Custodia (Viana, Navarra)
  - <http://arcg.is/0frOXW>
- Valero Tocoñulat, P. (2021) Cultural Heritage: Toledo.
  - <https://storymaps.arcgis.com/stories/b4c901592bb34825ba6f796a3b2d57af>
- Gallery of the new story maps app
  - <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/arcgis-storymaps/albums/digital-humanities>
- BioFederico García Lorca:
  - <https://ies-sanroque.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=bc21af1a1bb64ebabc1202b508e0666c>

❖ **Otros**

- Including charts in story
  - <https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=fa3d49d41d654ab89d7b08852ec99f4a>
- The World in 1812 and 2013
  - <https://story.maps.arcgis.com/apps/StorytellingSwipe/index.html?appid=b8ece5952db443858442f122984602ba&webmap=8ea34ba9a4f843e08a468595d8d91188>
- Terrorists attacks
  - <http://storymaps.esri.com/stories/terrorist-attacks/>

## ANEXO V. PROPUESTA DE RÚBRICA

ITEM	No aplica	No realiza	No consigue			Alcanza básico		Alcanza superior			Completo	Total
			Bajo	Medio	Casi	Míni	Máx	Bajo	Medio	Casi		
<b>Valoración ITEM</b>	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. Busca y encuentra información adecuada sobre el tema (Acceso a la Información)												
2. Toma datos adecuadamente en campo (Acceso a la Información)												
3. Ordena información adecuadamente (tablas, imágenes...) (Organiza la Información)												
4. Selecciona y prepara los datos en archivos para crear capas (Organiza la Información)												
5. Examina y analiza la información para su presentación (Analiza la Información)												
6. Crea mapas empleando adecuadamente las capas (Analiza la Información)												
7. Enriquece los mapas con elementos multimedia (Analiza la Información)												
8. Elabora <i>story maps</i> a partir de <i>web maps</i> (Analiza la Información)												
9. Responde adecuadamente a las preguntas de las Arclesson (Conocimientos adquiridos)												
10. Adquiere los conocimientos geográficos (Conocimientos adquiridos)												
<b>Suma total</b>												
<b>nº item</b>												
<b>Nota final <math>[\sum(\text{notas cada item})/n^\circ \text{ item}]</math></b>												

