

Potencial educativo de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para la educación superior. El reto de la innovación docente en los grados de ingenierías eléctrica e industrial

Potencial educatiu dels Sistemes d'Informació Geogràfica com a eina per a l'educació superior. El repte de la innovació docent en els graus d'enginyeria elèctrica i industrial

Potential educational of Geographic Information Systems as a tool for higher education. The challenge of teaching innovation in electrical and industrial engineering degrees

Virginia Alberdi Nieves

Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales, Lengua y Literatura,
Facultad de Educación y Psicología
Universidad de Extremadura
Avda. de Elvas s/n, 06006 Badajoz, España
<https://orcid.org/0000-0002-9223-8758>
virginiaan@unex.es

Recibido: 06/09/2023 | Aceptado: 22/12/2023 | Publicado: 01/2024

Resumen

El uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación superior se ha generalizado en los últimos años. Su presencia y utilización en la disciplina de Geografía está empezando a plantear nuevos retos y formas de acceder al conocimiento. La Geografía estudia un campo de conocimientos muy amplio que abarca desde el estudio de los fenómenos físicos, la economía, hasta los movimientos migratorios humanos. En este contexto se presenta una innovación docente basada en el aprendizaje de conceptos de Geografía, mediante la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el aula. En el estudio participaron 125 alumnos del Grado en Ingeniería Eléctrica y del Grado en Ingeniería Química Industrial. Previamente fue elaborado un cuestionario de conocimientos previos donde se identificaron las necesidades de aprendizaje del alumnado. La metodología utilizada fue cuantitativa y cualitativa organizada en diferentes sesiones de trabajo, en el marco de las asignaturas Topografía y Sistemas de Información Geográfica, y Expresión Gráfica. Los resultados obtenidos denotan una elevada satisfacción del alumnado ante el uso de los SIG (software libre QGIS v. 3.28) y de la herramienta tecnológica Kahoot mediante la cual se realizó el cuestionario de evaluación. Estos datos coinciden con la satisfacción del alumnado que reflejan otros estudios sobre Kahoot (Reynolds et al., 2021). También mostraron que el uso de los SIG resultó ser una herramienta muy ventajosa para el aprendizaje, mejorando el rendimiento académico, y transmitiendo un alto grado de satisfacción para más del 80% del alumnado que así lo identifica, y asegura su importancia para su futuro profesional.

Palabras clave: Innovación docente, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Educación superior, QGIS, MAXQDA, Profesorado.

Alberdi, V. (2024). Potencial educativo de los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para la educación superior. El reto de la innovación docente en los grados de ingenierías eléctrica e industrial. *RIDU. Revista d'Innovació Docent Universitària*, 16, 49-66. <https://doi.org/10.1344/RIDU2024.16.5>

© 2024 La autora. Este artículo es de acceso abierto sujeto a la licencia Reconocimiento 4.0 Internacional de Creative Commons, la cual permite utilizar, distribuir y reproducir por cualquier medio sin restricciones siempre que se cite adecuadamente la obra original. Para ver una copia de esta licencia, visite: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Resum

L'ús de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) en l'educació superior s'ha generalitzat en els darrers anys. La seva presència i utilització en la disciplina de Geografia està començant a plantejar nous reptes i formes d'accedir al coneixement. La Geografia estudia un camp de coneixements molt ampli que abasta des de l'estudi dels fenòmens físics, l'economia, fins als moviments migratoris humans. En aquest context es presenta una innovació docent basada en l'aprenentatge de conceptes de Geografia mitjançant la utilització dels Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG) a l'aula. En l'estudi van participar 125 alumnes del Grau en Enginyeria Elèctrica i del Grau en Enginyeria Química Industrial. Prèviament es va elaborar un qüestionari de coneixements previs on es van identificar les necessitats d'aprenentatge de l'alumnat. La metodologia utilitzada va ser quantitativa i qualitativa organitzada en diferents sessions de treball, dins del marc de les assignatures Topografia i Sistemes d'Informació Geogràfica, i Expressió Gràfica. Els resultats obtinguts denoten una elevada satisfacció de l'alumnat davant l'ús dels SIG (programari lliure QGIS v. 3.28) i de l'eina tecnològica Kahoot, mitjançant la qual es va realitzar el qüestionari d'avaluació. Aquests dades coincideixen amb la satisfacció de l'alumnat que reflecteixen altres estudis sobre Kahoot (Reynolds et al., 2021). També van mostrar que l'ús dels SIG va resultar ser una eina molt avantatjosa per a l'aprenentatge, millorant el rendiment acadèmic i transmetent un alt grau de satisfacció per a més del 80% de l'alumnat que ho identifica així, assegurant la seva importància pel seu futur professional.

Paraules clau: Innovació docent, Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Educació superior, QGIS, MAXQDA, Professorat.

Abstract

The use of information and communication technologies (ICT) in higher education has become widespread in recent years. Their presence and use in the discipline of Geography is beginning to pose new challenges and ways of accessing knowledge. Geography studies a very broad field of knowledge ranging from the study of physical phenomena, the economy, to human migratory movements. In this context, we present a teaching innovation based on the learning of Geography concepts through the use of Geographic Information Systems (GIS) in the classroom. The study involved 125 students from the Bachelor's Degree in Electrical Engineering and the Bachelor's Degree in Industrial Chemical Engineering. Prior to this, a questionnaire of prior knowledge was drawn up to identify the students' learning needs. The methodology used was quantitative and qualitative, organised in different work sessions, within the framework of the subjects Topography and Geographic Information Systems, and Graphic Expression. The results obtained show a high level of student satisfaction with the use of GIS (free software QGIS v. 3.28) and the technological tool Kahoot, which was used to carry out the evaluation questionnaire. These data coincide with the student satisfaction reported in other studies on Kahoot (Reynolds et al., 2021). They also showed that the use of GIS proved to be a very advantageous tool for learning, improving academic performance, and transmitting a high degree of satisfaction for more than 80% of the students who identify it as such, and assure its importance for their professional future.

Keywords: Teaching innovation, Geographic Information Systems (GIS), Higher education, QGIS, MAXQDA, Teachers.

1. Introducción

La educación universitaria se ha convertido en un pilar fundamental para los países europeos, cada vez más accesible para todos, permite a las personas expandir sus conocimientos y habilidades, mejorando su calidad de vida (United Nations, 2023). En este contexto se ha extendido rápidamente el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), donde su aplicación está experimentando un incremento exponencial durante los últimos años (Giménez y de Castro, 2020). La irrupción de las TICs ha supuesto un cambio paradigmático en el entorno universitario, donde los procesos de enseñanza y aprendizaje se desarrollaban de forma tradicional.

En la actualidad para el desarrollo de los procesos educativos en el ámbito universitario es cada vez más frecuente el uso de herramientas tecnológicas como Kahoot (González-Lorente et al., 2023; Nair y Mathew, 2021), debido al crecimiento y la demanda de nuevas formas de acceder al conocimiento. Sin

embargo, este uso generalizado no resulta tan frecuente en herramientas como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el ámbito educativo, el uso habitual de los SIG permite relacionar cualquier dato con una localización geográfica.

En este sentido las TICs presentan determinados aspectos muy interesantes para la educación superior, como es la realización de actividades con gran componente visual, novedoso y con enorme facilidad para realizar búsquedas de información (Lizcano-Dallos et al., 2019). El uso de estrategias didácticas metodológicas utilizando las TICs proporciona mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, además de establecer un vínculo entre las TICs y las personas relacionadas a dichas tecnologías (Alarcón-Díaz et al., 2020). Posibilitan procesos de aprendizaje innovadores, que a su vez también favorecen el cambio de rol del profesor pasando a convertirse en un guía, impulsando el trabajo colaborativo y el aprendizaje personalizado entre el alumnado (Kozma, 2011). Por ello surge la necesidad de mayores competencias en herramientas científicas para incrementar la fluidez en el uso de las TICs, y en la adquisición de competencias con la capacidad de resolver problemas complejos.

La herramienta Kahoot presenta enormes ventajas para el alumnado, relacionadas directamente con el impacto visual, con diversas formas de preguntas y variedad de opciones en las respuestas, además permite establecer límites de tiempo y puntuaciones en función de los aciertos y la rapidez en las respuestas. Esto genera un entorno competitivo y motivador en el alumnado (Cameron y Bizo, 2019; Pla et al., 2019), destacando la posibilidad de retroalimentación y posterior intervención docente sobre las respuestas en el desarrollo de la actividad.

Los docentes de la educación universitaria recurren con mayor frecuencia al uso de herramientas (Solé, 2020) que mejoren la motivación del alumnado (Adlakha et al., 2020), y capten la atención al conocimiento de forma sea sencilla y entretenida. Estas herramientas son caminos de acceso al conocimiento que permiten descubrir, explorar, comprender y consolidar (Álvaro-Tordesillas et al., 2020) una actividad de aproximación al mundo geográfico que les rodea a través de conceptos de geografía. La motivación se considera uno de los retos a los que se enfrentan los docentes en la actualidad en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y con este sencillo recurso Kahoot aumenta el interés de los alumnos (Ortiz-Colón et al., 2018).

Sin embargo, la utilización didáctica de las tecnologías geoespaciales como son los SIG para la enseñanza de conceptos geográficos no es tan común en los grados en los que se realiza el estudio ni podemos encontrar numerosos trabajos relacionados con la materia. Los SIG han sido aplicados como método de innovación docente, el cual proporciona la solución a problemas geográficos como es la visión espacial del territorio, el uso de datos espaciales y la adquisición de conocimientos físicos. Existen algunos ejemplos que respaldan el uso de estas aplicaciones en el aula (De Miguel y Donert, 2014), en las que se utiliza esta metodología (SIG) como un sistema diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y presentar todo tipo de datos espaciales (Clausen, 2020; Montes, 2019). Su potencialidad para el estudio de la realidad socio-espacial se orienta en la creación de estrategias didácticas que contemplen las TICs en la enseñanza de la Topografía y la Expresión Gráfica.

En el ámbito universitario no solo son importantes las competencias sino también los procesos que se desarrollan hasta llegar a los objetivos, como la indagación y la creación de algo nuevo (Valls, 2016). De esta forma el componente de investigación se centra en los alumnos. Educar desde la motivación requiere enfoques multidisciplinares como los que aporta la Geografía, numerosos autores sostienen que el estudio de esta materia en la universidad puede asumir un papel clave en el aprendizaje (Martins et al., 2020). Aunque resultan escasos los estudios que analicen el uso didáctico de los SIG, el aprendizaje a través de esta herramienta ha sido actualizado a la realidad de la disciplina, ganando en creatividad, motivación y con un carácter más competencial y menos memorístico (Blasco et al., 2019). El uso de expresiones menos formales y más gráficas en el estudio de grados con un componente técnico utilizando los SIG se ha convertido en una herramienta importante y relevante para la docencia en la educación superior (Crespo et al., 2021).

Son numerosos los beneficios de las herramientas TICs y los SIG para el profesorado en el ámbito universitario, tanto para el docente con formación científico técnica como para aquel de educación y de ciencias sociales (Nicolás-Robles y Belmonte-Almagro, 2023). La utilización de los SIG como técnica educativa novedosa podía ser una realidad para la enseñanza de asignaturas con menor contenido científico-técnico, y ser de gran utilidad como muestra este trabajo independientemente del grado o facultad donde sea impartida la docencia como recurso y herramienta para el aprendizaje.

Este proceso sin precedentes, nos conduce a la cuestión si el profesorado está realmente preparado para afrontar este reto y si dispone de la competencia digital y de la actitud ante el uso de las TIC requeridas para dar uso de la herramienta SIG en el proceso educativo. En algunas áreas, como en las ciencias sociales, la introducción de las TICs en la metodología de trabajo puede resultar una dificultad añadida (Martínez-Garcés y Garcés-Fuenmayor, 2020), en parte debido a una escasez de competencia tecnológica (Nicolás-Robles y Belmonte-Almagro, 2023).

El objetivo principal que se plantea en este trabajo trata de analizar y explorar las repercusiones educativas que presentan experiencias educativas relacionadas con las TICs. Se analiza si través de los SIG se produce la mejora en la efectividad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior, para ello se ha investigado la motivación, el rendimiento académico, y la satisfacción. A partir de este objetivo prioritario se extraen los siguientes objetivos específicos:

OS1. Identificar las principales ventajas del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como técnica educativa y su influencia en el aprendizaje.

OS2. Analizar la motivación y el rendimiento académico a través del uso de los SIG y las TICs como la herramienta Kahoot.

OS3. Determinar el potencial innovador de los SIG en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Para evaluar la consecución de los objetivos propuestos, fue aplicada la metodología que se desarrolla en el siguiente apartado, a partir de ella la obtención una serie de resultados que fueron analizados, combinados en el último apartado de discusión con el cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio.

2. Metodología

La presente investigación tiene un enfoque de carácter mixto, las concepciones, valoraciones y perspectivas se analizan mediante el componente cuantitativo y cualitativo de carácter exploratorio, con el objeto de identificar las principales ventajas en del uso de los SIG como técnica educativa.

La distribución de la muestra está compuesta por 125 estudiantes de cuarto y primer curso de la Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz, del Grado en Ingeniería Eléctrica y del Grado en Ingeniería Química Industrial de la Facultad de Ciencias, se observa que el 82,4% del alumnado pertenecen al género masculino y 17,6% al género femenino (Tabla 1). La muestra fue escogida por procedimiento de conveniencia, no aleatorio, en dos grados ubicados en edificios diferentes y con un alto grado en el uso de las TICs en las aulas.

La heterogeneidad de la muestra con respecto al origen del alumnado no supone una desventaja, tan solo podría suponerlo en relación al contexto académico y si los contenidos de las asignaturas de TS y EG de los grados presentarían claras diferencias. El muestreo aleatorio supone una clara ventaja en relación a la

sencillez, (Pajares y Usart, 2023) la fácil comprensión y los cálculos ágiles; y tan sólo el inconveniente de que se determinase pequeña la muestra.¹

El Grado en Ingeniería Eléctrica lo estaban cursando 42 alumnos (grupo 1), y el Grado en Ingeniería Química Industrial (grupo 2) 83 alumnos. Los alumnos del grupo 1, estaban cursando las materias de Topografía y Sistemas de Información Geográfica (TS), y los del grupo 2, la asignatura de Expresión Gráfica (EG). Ambos grupos compartían los mismos contenidos en las asignaturas. La elección de alumnos de primer curso en del grupo 1 permitió conocer los conocimientos de partida en relación a las TICs, al igual que el alumnado de cuarto curso del grupo 2, que podrían tener un mayor conocimiento de las TICs por el hecho de estar en unos cursos superiores y tener conocimientos de diferentes recursos tecnológicos y herramientas didácticas en el transcurso de las sesiones.

Grado		Asignatura	Curso	Mujer		Hombre		Total	
				nº	%	nº	%	nº	%
Grado en Ingeniería Eléctrica	Grupo 1	Topografía y Sistemas de Información Geográfica (TS)	4º	7	16.7	35	83.3	42	33.6
Grado en Ingeniería Química Industrial	Grupo 2	Expresión Gráfica (EG)	1º	15	18.1	68	81.9	83	66.4
Total				22	17.6	103	82.4	125	

Tabla 1: Distribución de la muestra por asignatura, grado y género

Con respecto a los contenidos que se imparten en cada una de las asignaturas comparten diferentes temas, en EG² (temas 10 y 12), de SIG, geometría descriptiva y superficies normalizadas. Y con respecto a la asignatura de TS³ (temas 8, 9 y 10), donde tratan los SIG, el modelo ráster y el modelo vectorial.

La agrupación de los alumnos en la realización de la experiencia se efectuó respetando los criterios seguidos por la Universidad de Extremadura durante el proceso de matriculación del alumnado en cada una de las asignaturas de TS y EG. La distribución por género denota un predominio de hombres en el alumnado, de forma generalizada el 82.4%, como en cada una de las asignaturas (83.3-81.9%) dónde se aplica esta metodología, siendo muy superior la representación masculina en la Escuela de Ingenierías Industriales, en cambio en la Facultad de Ciencias el porcentaje de mujeres llega al 18%.

2.1. Intervención

El estudio se desarrolló durante el curso 2021/2022, en el periodo lectivo del segundo semestre, durante los meses de enero a mayo, en la Escuela de Ingenierías Industriales y la Facultad de Ciencias de la Universidad de Extremadura. Para cada una de las asignaturas se desarrollaron tres seminarios de tres días de duración. La superación de los seminarios fue de gran interés ya que suponía el 30% de la calificación en la evaluación global. Los seminarios vienen reflejados entre los contenidos de ambas asignaturas en el plan docente.

En la realización de la experiencia fueron determinadas 3 fases de estudio.

¹ Si se considera tomar como referencia el número de plazas para cada uno de los grados, serían un total de 300 alumnos, como determina el Observatorio de Indicadores de la UEx, y se podría afirmar y concluir que la muestra resulta representativa para el estudio.

² Ficha 12a, código asignatura 501098, curso académico 2021/2022, obligatoria, 6 créditos ECTS. Grado en Ingeniería Química Industrial. Facultad de Ciencias de Badajoz.

³ Ficha 12a, código asignatura 501344, curso académico 2021/2022, optativa, 6 créditos ECTS. Grado en Ingeniería Eléctrica (rama industrial). Escuela de Ingenierías Industriales de Badajoz.

En la fase 1, se realizó la planificación, la elección de la temática y una revisión de estudios anteriores. Se formularon los objetivos de la investigación, y se llevó a cabo el cuestionario de contenidos previo. Para poner en situación los conocimientos previos del alumnado, a través de un cuestionario elaborado en la plataforma Moodle que constaba de 4 ítems. Las preguntas estaban relacionadas con cada uno de los temas de estudio y con los seminarios que se realizaron en la fase siguiente. La Figura 1, describe el flujo de trabajo y la intervención realizada.

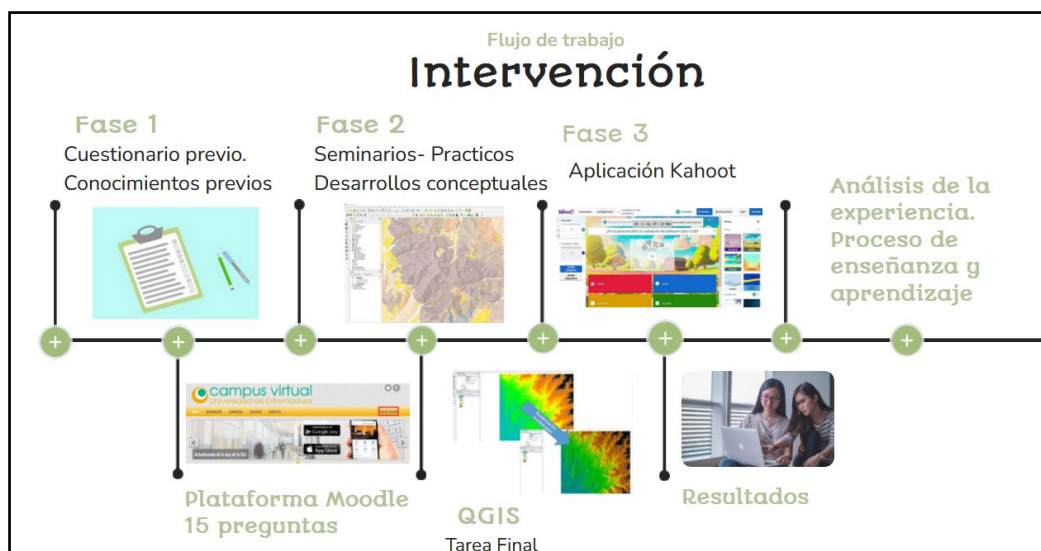


Figura 1: Flujo de Trabajo

En la fase 2, se realizaron los seminarios prácticos a la vez que se iban realizando las explicaciones conceptuales mediante con la visualización de material interactivo basado en vídeos ilustrativos sobre cada uno de los temas y contenidos estudiados (Tabla 2).

	Seminario 1	Seminario 2	Seminario 3
Duración	3h	3h	3h
Objetivos	Realizar un mapa temático de clima con el sistema de coordenadas, escala gráfica y leyenda.	Elaborar un Modelo Digital del Terreno (MDT).	Realizar la georreferenciación de una imagen de la comarca del Valle del Alagón.
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> Entrega de material, software e importar y visualizar capas en QGIS (limite_extremadura.shp; countries.shp; estaciones_ext.shp). Explicación tema 1. Introducción a los SIG, instalación y uso de QGIS. Representación de las capas en el SIG, visualización vídeo kriging ordinario. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicación y visualización de vídeos explicativos del tema 2. Características de los modelos de datos vectorial y ráster. Añadir capa ráster DEM50m.tif, Interpolación y generación de triángulos TIN. Delinear cuencas hidrográficas y calcular la dirección de flujo. Paleta de colores simbología: configuración de valores max y min. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicación a través de vídeo y presentación el tema 3. Sistemas de referencia, el elipsoide y geoide. Georreferenciación de una imagen con QGIS, añadir imagen (comarca_alagon.tif) y las dos ortofotos (123_45.ecw; 123_47.ecw) Se indicará en la configuración ETRS89 UTM zone 30N. Se introducen los puntos de control con el Georreferenciador

Tabla 2: Seminarios y contenidos realizados en la segunda fase de la intervención para las asignaturas de TS y EG

La metodología utilizada en los tres seminarios fue un Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia de enseñanza y aprendizaje (Molina-Patiño et al., 2023). Cada grupo debía resolver cada una de las prácticas que se planteaban en los seminarios con el objetivo de desarrollar el pensamiento crítico. El proceso de aprendizaje dentro del ABP comienza con la introducción del problema que se refiere a los objetivos de cada seminario, a continuación, la explicación teórica de cada uno de los contenidos a través de una presentación y de visualización de material audiovisual. El alumnado realizó lectura crítica del problema y en pequeños grupos de investigación se realizó una lluvia de ideas y propuestas de soluciones con el SIG. El profesor actuó de mediador entre los debates y las discusiones, además de orientador hacia los objetivos de cada seminario.

El seminario 1 tenía como objetivo realizar un mapa temático de clima con el sistema de coordenadas definido, escala gráfica y leyenda correspondiente, para ello se realizó la instalación del Software QGIS v.3.28, la entrega de material necesario para el seminario y las explicaciones pertinentes del tema introductorio a los sistemas de información geográfica.

El seminario 2 consistió en elaborar un Modelo Digital del Terreno (MDT), con la metodología de ABP, se realizaron las explicaciones del tema 2 relacionadas con los modelos de datos ráster y vectorial.

En el seminario 3 se planteó con el objetivo de realizar la georreferenciación de una imagen de la comarca extremeña del Valle del Alagón.

Y en la fase 3, se realizó un cuestionario, en este caso a través del software Kahoot, donde fueron incluidos 13 ítems relacionados con cada uno de los seminarios realizados para conocer el proceso enseñanza aprendizaje. Una vez recabados todos estos datos se llevó a cabo el análisis de los resultados obtenidos y la exposición de las conclusiones tras la interpretación de la información obtenida.

2.2. Instrumento y procedimiento

Fue elaborado un cuestionario previo (Tabla 3) que constaba de 4 ítems, las preguntas estaban directamente relacionadas con los seminarios realizados en la fase 2. Este cuestionario se elaboró a través de la plataforma Moodle donde los ítems cuentan con una escala de respuesta tipo Likert. Las cuatro opciones de respuesta comprendían 1 “nada”, 2 “poco”, 3 “bastante” y 4 “mucho”. Y una respuesta escrita.

Ítem	Cuestionario previo
1	¿Sabes que es un Sistema de Información Geográfica? ¿Podrías poner un ejemplo?
2	¿Sabes que en un Modelo Digital de Elevaciones (DEM)? ¿Podrías poner un ejemplo?
3	¿Sabes que es el Sistema de Referencia? ¿Podrías poner un ejemplo?
4	¿Sabes que es el análisis espacial en un SIG? ¿Podrías poner un ejemplo?

Tabla 3: Preguntas del cuestionario previo realizado

El cuestionario final (Kahoot) estaba compuesto por 13 ítems de diferente formato (Tabla 4). Las preguntas de 1 a 7, estaban relacionadas con el Seminario 1, de la 8 a la 11 con el Seminario 2 y la 12, 13 y 14 con el Seminario 3, y fueron realizadas a través de la plataforma Kahoot. Con respecto a los tipos de respuesta eran diferentes, los había con una escala de respuesta de tipo Likert, donde las cinco opciones de respuesta para expresar la satisfacción comprendían 0 “nada”, 1 “poco”, 2 “algo”, 3 “bastante” y 4 “mucho”. También había respuestas cerradas a las que se respondía con Sí/No/No sabe y aquellos en las que se medía el nivel de satisfacción con la experiencia, según la puntuación otorgada.

El procedimiento de análisis elegido para la investigación fue de carácter mixto, y se realizó en dos grupos de datos. En el primer grupo, los datos de carácter cuantitativo, obtenidos a partir del cuestionario previo recogidos en dos hojas de Excel de cada una de las materias TS y EG. Y en el segundo grupo los datos de carácter cualitativo, para los que fue utilizado el software de MAXQDA.

Ítem	Cuestionario Kahoot
1	Seminario 1. ¿Te ha parecido difícil la elaboración de mapas en QGIS v.3.28?
2	¿Sabrías realizar el seminario1 en casa?
3	¿Tenías alguna experiencia previa en el uso de los Sistemas de Información Geográfica?
4	Valora de 0 a 5 tu satisfacción con respecto al Seminario1
5	Seminario 2. ¿Te ha parecido difícil la realización del Modelo Digital del Terreno?
6	¿Sabrías realizar el seminario 2 en casa?
7	¿Tenías alguna experiencia previa en realizar estudios de MDT?
8	Valora de 0 a 5 tu satisfacción con respecto al Seminario 2
9	Seminario 3. ¿Te ha parecido difícil realizar una georreferenciación?
10	¿Sabrías realizar el seminario 3 en casa?
11	¿Tenías alguna experiencia previa en el uso de los sistemas de referencia?
12	Valora de 0 a 5 tu satisfacción con respecto al análisis espacial
13	¿Crees que el aprendizaje de los SIG te puede servir para tu desarrollo profesional?

Tabla 4: Preguntas del cuestionario realizado en Kahoot

Este software es una plataforma destinada al análisis descriptivo de contenidos. Utiliza datos cualitativos para el proceso de análisis (Caravantes y Botija, 2022; Virgós et al., 2023). Entre sus funciones, utiliza una codificación que asigna códigos a segmentos de los documentos, formando categorías de forma inductiva line-by-line a partir de los datos de análisis. En este caso para poder analizar dichos datos se procedió a establecer una codificación en forma de categorías inductivas, a través de tres parámetros (Figura 2): software, elementos y procesos.

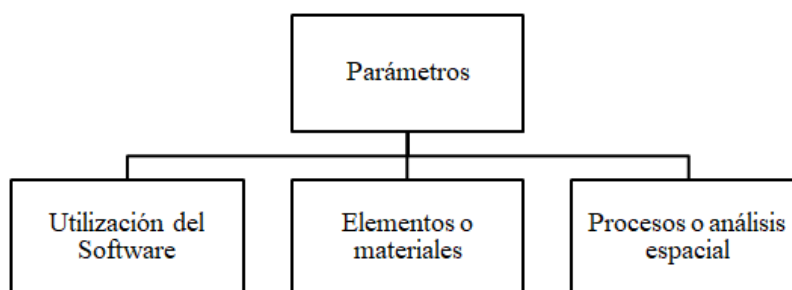


Figura 2: Parámetros utilizados en la categorización del Software MAXQDA

Por otro lado, en el segundo grupo también fueron analizados los resultados del cuestionario de la herramienta Kahoot, donde las preguntas estaban agrupadas en diferentes seminarios para las asignaturas de TS y EG.

3. Resultados

Los resultados obtenidos del estudio fueron divididos en dos ciclos, los relacionados con el cuestionario previo, que fueron analizados de forma cualitativa y cuantitativa; y los del segundo ciclo aquellos resultados obtenidos en la prueba Kahoot, para los tres seminarios, para cada grado y asignatura una vez realizada la experiencia.

En el segundo ciclo se analizaron los datos obtenidos de los seminarios, agrupados en bloques por temática de pregunta y por asignatura (TS y EG). El primer bloque aquellas preguntas (1-5-9) relacionadas con la percepción del alumno ante la dificultad de aplicación de conocimientos nuevos adquiridos. El segundo bloque las preguntas (2-6-10) que describen el aprendizaje adquirido fuera del aula. Y el tercer bloque las preguntas (3-7-11) relacionadas con alguna experiencia previa sobre el software SIG y el bloque cuatro las preguntas (4-8-12 y 13) referidas a la satisfacción del alumnado ante los seminarios realizados.

3.1. Resultados del primer ciclo

Se realizó un análisis cuantitativo de los datos obtenidos del cuestionario previo. Los cuatro ítems hacían referencia a los conocimientos y la experiencia previa de todos los alumnos de la muestra en la Tabla 3, como son los SIG, los MDT, el proceso de georreferenciación, el sistema de referencia y de método de análisis espacial.

El nivel de conocimientos previos detectados nos muestra grandes diferencias entre los dos grupos estudiados. El 38% del alumnado de 4º curso, de la asignatura de TS del grupo 1 nos indica que no presentan conocimientos previos ante la pregunta 1 sobre los SIG, y para los alumnos de EG grupo 2 el 65% indica no saber nada acerca de los SIG, en este sentido habría que tener en cuenta que en este grupo los alumnos son de 1º curso (Figura 3).

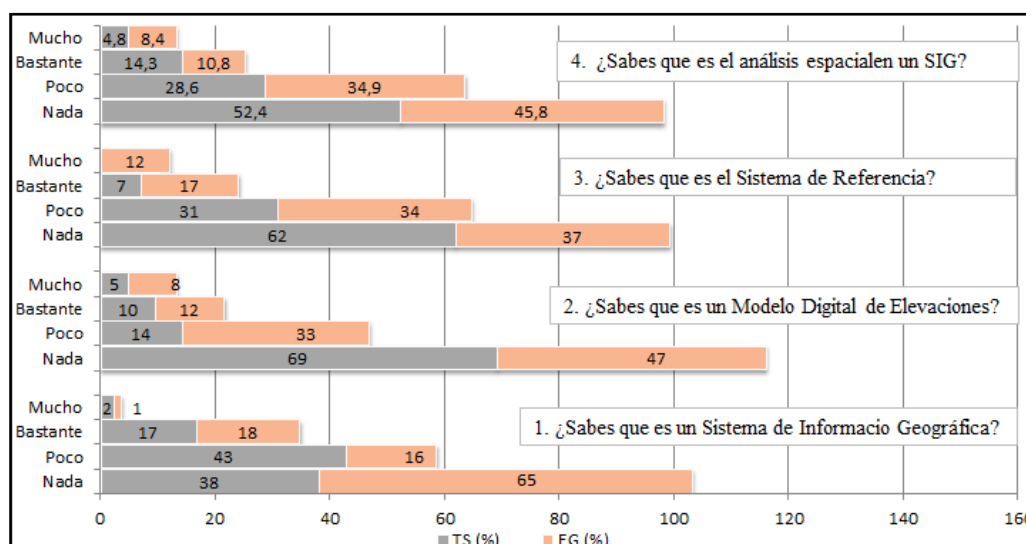


Figura 3: Preguntas de conocimientos del cuestionario previo

Se observó también que más del 60% de los alumnos de TS aseguran no saber nada sobre las preguntas 2 y 3, lo que podría ser debido a la necesidad de tener conocimientos más amplios sobre los SIG y los MDT a pesar de ser de 4º curso. En cambio, para el grupo 2 estos conocimientos se situaban en torno al 47% y 37% de los alumnos que no sabe nada acerca de los MDT y de los sistemas de referencia, y con respecto a la pregunta 4 el valor llega al 46%. Estos datos nos arrojan una clara heterogeneidad en las respuestas, que parece indicar que los alumnos de 1º curso saben bastante o mucho sobre la pregunta 4, el 19%, sobre la pregunta 3, el 29% sobre los SIG y sobre la pregunta 2. El 20% sabe que es un MDT, ello parece indicar que en el semestre anterior pudieron cursar alguna asignatura que tratase algunos de estos contenidos.

Estas respuestas permitieron una mejor comprensión sobre los conocimientos que partían cada uno de los grupos de alumnos y sobre las implicaciones para los docentes en el momento de la planificación de los seminarios. Hubo que reforzar la explicación de los tres temas introductorios, en contenidos y material de apoyo para los alumnos del grupo 1 de la asignatura TS, ya que eran los que presentaban mayores porcentajes de poco o nada conocimientos para los cuatro ítems.

A continuació, se llevó a cabo el análisis cualitativo, y se puso en relación estas respuestas con los resultados anteriores. Fueron respondidos los cuatro ítems de modo textual. Para analizar la información de esta información, se procedió al análisis de tipo cualitativo, empleando el software MAXQDA, especializado en análisis de datos textuales. La Tabla 5 muestra la codificación de fuentes utilizadas para el análisis y los resultados en cada caso.

	Ítems	No pone ejemplo	%	Pone ejemplo	%	Tipo de sugerencia
Asignatura Topografía y Sistemas de Información Geográfica (TS)	1	22	52	20	48	Software (12)
						Elementos (3)
						Procesos (5)
	2	22	52	20	48	Software (3)
						Elementos (8)
						Procesos (9)
	3	26	62	16	38	Software (5)
						Elementos (8)
						Procesos (3)
	4	21	50	21	50	Software (1)
						Elementos (3)
						Procesos (17)
	Ítems	No pone ejemplo	%	Pone ejemplo	%	Tipo de sugerencia
Asignatura Expresión Gráfica (EG)	1	51	61	32	39	Software (29)
						Elementos (1)
						Procesos (2)
	2	51	61	32	39	Software (1)
						Elementos (28)
						Procesos (3)
	3	52	63	31	37	Software (4)
						Elementos (26)
						Procesos (1)
	4	52	63	31	37	Software (1)
						Elementos (28)
						Procesos (2)

Tabla 5: Codificación de fuentes textuales

El 52% del alumnado de TS no pone ejemplos en los ítems 1 y 2. Los que si podemos observar con veinte respuestas se codificaron en relación a tres núcleos conceptuales principales: proporcionar mayor variedad de software para el aprendizaje de los SIG, mejorar y facilitar el acceso a materiales (capas) relacionados con los SIG y conocer posibles aplicaciones prácticas. El 39% del alumnado de EG si puso ejemplos, y se observa como son acertadas las respuestas abarcando un amplio abanico de sugerencias.

Los textos extraídos de las fuentes sirven de pauta para realizar la categorización. Con respecto a las fuentes sobre variedad de software, las sugerencias son variadas llegando hasta doce, y coincidentes en los softwares QGIS y ArcGIS para realización de los seminarios. En este sentido también podrían haber incluido otros como GvSIG. En cambio, el 30% del alumnado del grupo 2 de EG, se centró en veintinueve

ejemplos para facilitar el aprendizaje relacionado con el modelo conceptual de la realidad geográfica, y a partir de esa realidad que modelo de datos ráster o vectorial será representado, se obtuvieron respuestas numerosas y acertadas.

Las fuentes sobre el acceso a elementos, que se refieren a materiales, se obtuvieron respuestas relacionadas con la necesidad de mayor variedad de webs, con acceso abierto para la descarga de materiales. Las sugerencias para ambos grupos fueron escasas pero acertadas. Las fuentes de datos de Sistemas Globales de Navegación para el grupo 1, GPS, Glonass y Galileo.

Sobre los procesos, incluyen cinco sugerencias para TS y dos para EG, de cómo facilitar el aprendizaje de los diferentes procesos que se pueden realizarse con un SIG. En este sentido las respuestas muestran un gran vacío en torno a los conocimientos sobre el análisis espacial.

Se centraron en fuentes de información como la teledetección a través de sensores que miden la radiación electromagnética. Con ejemplos de programas como LANDSAT. Sin embargo, desconocen SPOT, NOAA-AVHRR y Copernicus. Tampoco ponen ejemplos basados en la creación de modelos ráster a través de métodos de ponderación de distancias, curvas adaptativas y kriging ordinario, y ejemplos de creación de modelos de datos vectoriales a partir de la creación de triángulos TIN en el análisis espacial.

En relación a los ítems 3 y 4 más el 60% del alumnado no pone ejemplo. Las respuestas de media el 38% de los grupos están relacionadas con los tres núcleos conceptuales principales. Las fuentes sobre variedad de software, con pocas sugerencias del grupo 1 entre 5-1, ponen de manifiesto ejemplos de Sistemas de Referencia Geodésicos Globales como WGS84 o Locales ED50, sin embargo, no mencionan ETRS89. Y para el grupo 2, una única respuesta poco acertada, donde indican que el análisis espacial solo depende de capas y omiten tablas de datos y valores.

Con respecto a elementos el grupo 1 se centra en las proyecciones equivalentes, equidistantes y conformes. En cambio, el grupo 2 ejemplifica Infraestructuras de Datos Espacial (IDE), mediante servidores como OGC. En este sentido llama la atención las respuestas favorables relacionadas con el análisis espacial al que responden entre el 29-38% de los alumnos de TS y el 20-46% de EG que presentan conocimientos sobre el análisis espacial.

Sobre los procesos el grupo 1 de TS realizó diecisiete sugerencias, que ponen de manifiesto ejemplos sobre el Elipsoide de Referencia y el Geoide como superficie tridimensional. Sin embargo, sólo dos sugerencias para EG relacionadas con operaciones de análisis espacial como el caso del buffer e intersección, las cuales podrían ampliarse a clipping y dissolve.

3.2. Resultados del segundo ciclo

Estos resultados están organizados en diferentes bloques. El bloque 1 (Figura 4) muestran la dificultad del alumnado en cada una de las asignaturas y en los diferentes seminarios (Figura 5). En el seminario 1 el alumnado muestra poca dificultad el 55% de TS y 65% de EG. En el seminario 2 los alumnos de TS, les ha parecido entre bastante y mucho al 50% y 28% el grado de dificultad. Y para el alumnado de EG el 45,8-8,4%. Sin embargo, en el seminario 3 los alumnos de EG no llegan al 37,3% de percepción de dificultad, puede deberse a que el concepto de georreferenciación ha sido tratado en otras asignaturas del grado, además un porcentaje muy similar de alumnos de esa asignatura en el cuestionario previo habían respondido que conocen el análisis espacial en SIG, aproximadamente el 45,8%.

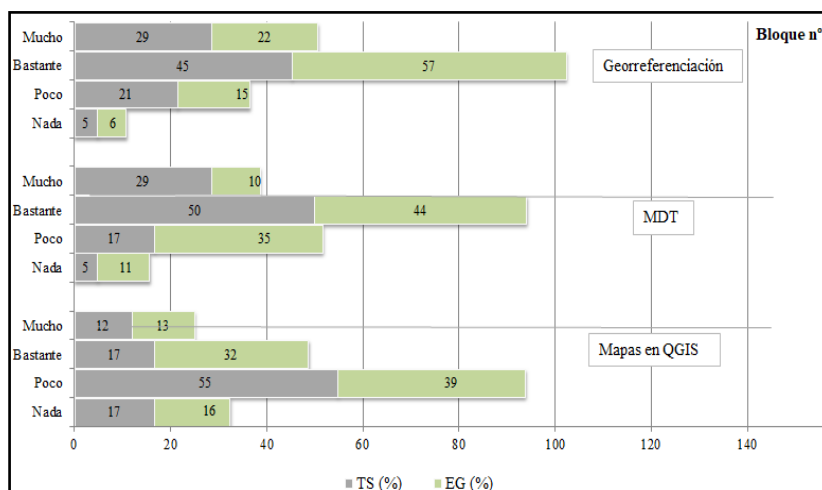


Figura 4: Preguntas del bloque 1 relativas a la dificultad percibida en cada seminario práctico

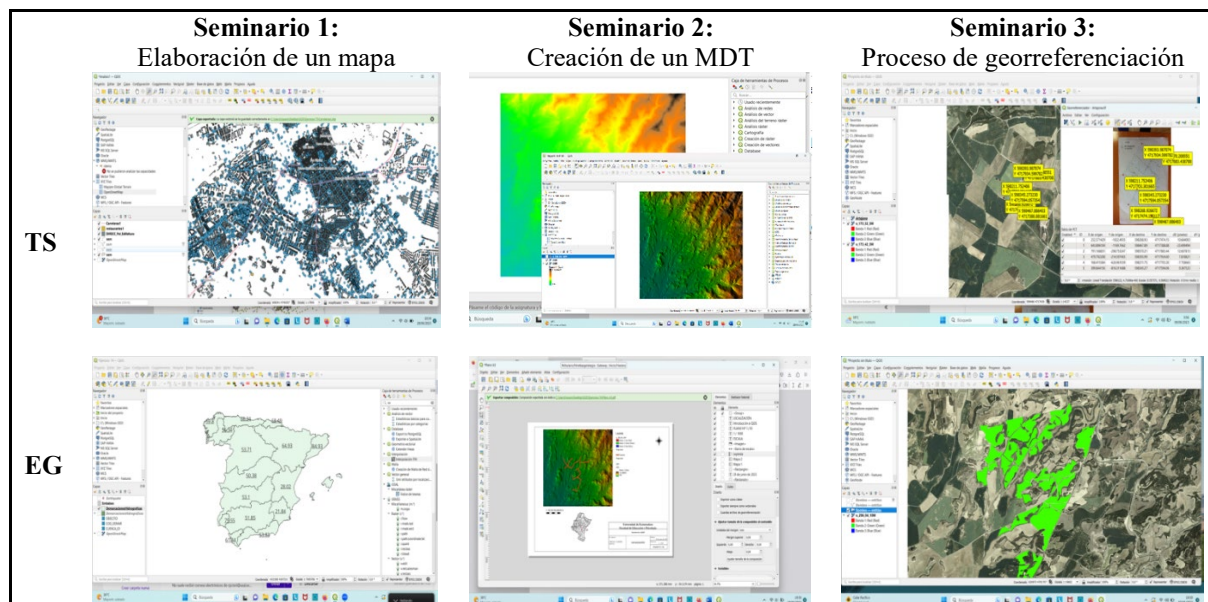


Figura 5: Seminarios realizados en la experiencia didáctica

En el bloque 2 (Figura 6), más del 50% del alumnado afirman saber realizar los tres seminarios en su casa. En el seminario 1, se relacionaron conceptos y conocimientos del ámbito espacial, como el software, la escala, los formatos de las capas, y la leyenda. Sin embargo, no tenían experiencia previa en el uso de los SIG entre el 40 y 60% del alumnado como se indica en las preguntas del bloque 3 (Figura 7). El 25% del alumnado de TS indicaban alguna experiencia previa en estudios de MDT y sistemas de referencia.

En el bloque 4 se analizaron las preguntas del ámbito de la satisfacción (Figura 8) en cada seminario. En el seminario 1, más del 82% de los alumnos de EG se muestran satisfechos, bastantes y muy satisfechos, y el 74% para TS. Estos resultados demuestran que la metodología de enseñanza empleada ha resultado satisfactoria y adecuada, como indican los porcentajes de satisfacción.

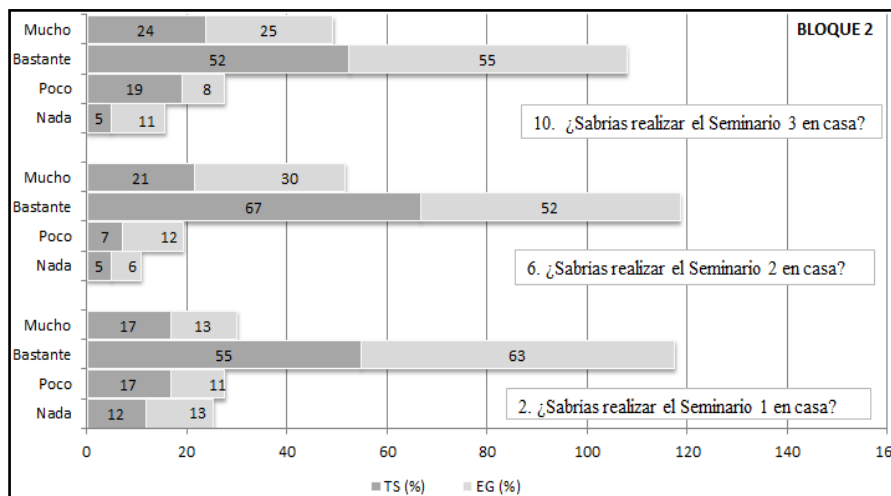


Figura 6: Preguntas del bloque 2 relativas a poder realizar los diferentes seminarios fuera del aula

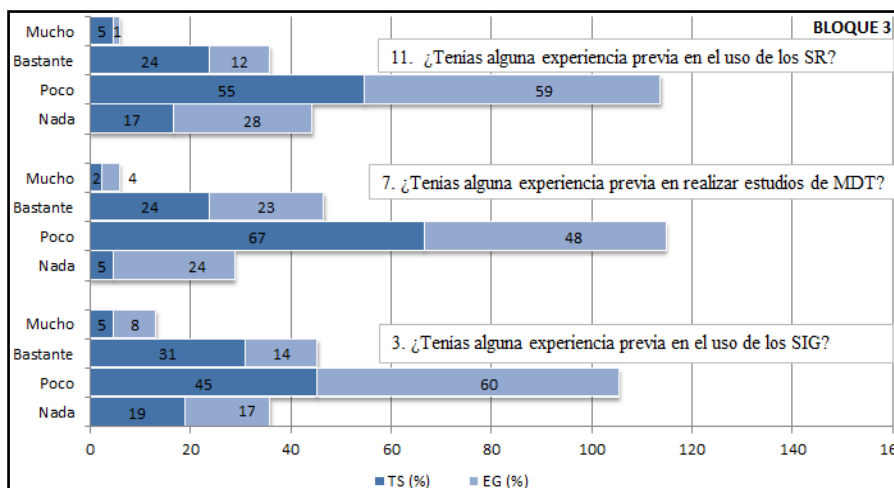


Figura 7: Preguntas del bloque 3 relacionadas con la experiencia previa en cada temática

En el caso del seminario 2, el 71% del alumnado de TS se muestran satisfechos, bastante y muy satisfechos, y para el alumnado de EG el 55%. En este caso habría que señalar que el 34% está algo satisfecho y el 11% poco satisfecho. Estos datos nos arrojan que pueda deberse al grado de dificultad de los contenidos establecidos en el seminario como es la creación de un MDT, en el que el alumnado de 1º curso pueda tener mayor dificultad; en cambio en TS los porcentajes de algo satisfecho y poco satisfecho llegan al 21% y 7%.

En el seminario 3, es el seminario donde manifiestan un 8% de EG y 2% de TS del alumnado estar nada satisfechos, y poco satisfechos el 10 y 5%. Estos datos pueden relacionarse con que el 55% de no sabrían realizar el seminario en casa y que el tema sobre los contenidos de georreferenciación fue percibido con dificultad para el 57% del alumnado de EG. El 18% se expresan poco y nada satisfechos, y piensan que el aprendizaje de los SIG les puede servir para su desarrollo profesional el 74%, mientras que el 20% no lo tiene muy claro.

En cambio, el 83% de los alumnos de TS cree que los SIG le pueden ayudar en su desarrollo profesional, con porcentajes de satisfacción más elevados, el 33, 38 y 19% algo satisfecho, satisfechos y bastante satisfechos, además el 52% sabría realizar el seminario 3 fuera del aula.

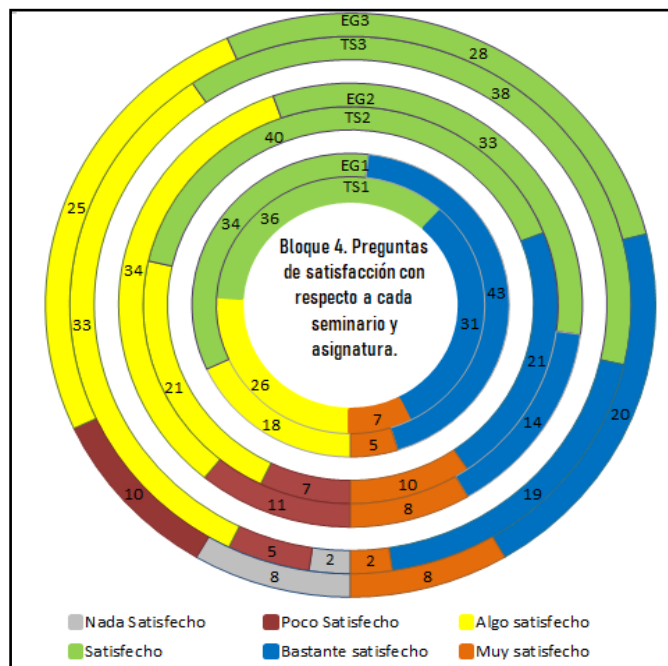


Figura 8: Preguntas de satisfacción de los seminarios en cada asignatura

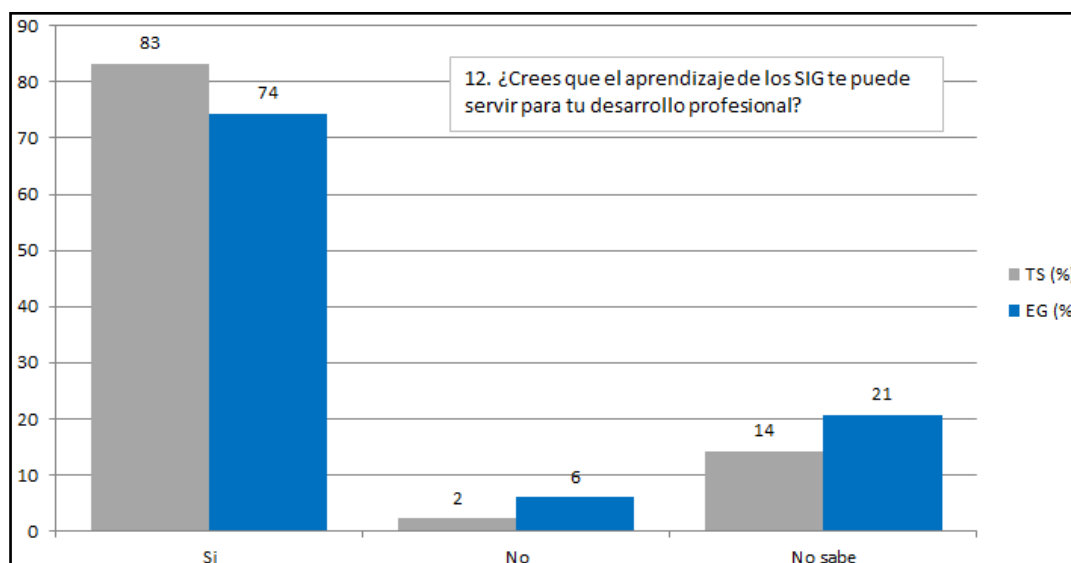


Figura 9: Pregunta relacionada con el aprendizaje de los Sistemas de Información Geográfica en su desarrollo profesional

Del análisis cualitativo llevado a cabo se confirman algunos de los resultados obtenidos por la vía cuantitativa. Por un lado, se constata que la elaboración de mapas en QGIS llevada a cabo en la intervención didáctica ha resultado poco difícil para la mayoría del alumnado de la muestra en ambas asignaturas, con menor dificultad en EG (Figura 5).

En relación a la valoración que el alumnado realiza sobre los seminarios y su capacidad de realización en casa, pensar que la menor satisfacción mostrada en el seminario 3 de EG llegando al 36% puede ser motivada por el desconocimiento del procedimiento de análisis espacial en la pregunta 4.

En lo que se refiere a los resultados obtenidos en la valoración si los conocimientos de SIG le puede servir en su vida profesional (Figura 9), permiten interpretar que el procedimiento didáctico ha sido adecuado y que mayoritariamente el alumnado ha entendido que es un Sistema de Información Geográfica como muestran los resultados cuantitativos. Además, las sugerencias relacionadas proponen ampliar las explicaciones sobre el software utilizado y utilizar alguno más.

4. Discusión y conclusiones

El uso de las TIC en la educación superior y la utilización de los SIG en el aula como técnica educativa nos proporciona conclusiones muy relevantes que se manifiestan en los diferentes bloques estudiados, además de conocer su influencia en el aprendizaje.

Los resultados del primer ciclo nos indican que entre el 70 y 80% de los alumnos no presentaban conocimientos previos ante los cuatro ítems utilizados en las asignaturas estudiadas. Cada grupo pertenecía a diferente curso, aunque no se observan diferencias sustanciales para el grupo 1 de la asignatura de TS de 4º curso, y el grupo 2 de EG de 1er curso, ambos manifiestan alrededor del 70% de saber poco o nada sobre los SIG y el MDT.

Entre el 14-69% de los alumnos de TS respondió saber poco o nada sobre un DEM, y entre el 33-47% de los alumnos de EG, muy relacionados con sus respuestas en el bloque 1 que les ha parecido bastante difícil al 50% la realización de un DEM. Además, muestran que entre el 31-62% de los alumnos de TS caben poco o nada de que es un sistema de referencia, y entre el 28-45% les ha parecido bastante y muy difícil la realización del proceso de georreferenciación donde resultan necesarios los conocimientos previos de los sistemas de referencia.

Una vez realizados los seminarios, han conseguido superar el proceso de aprendizaje y realizar los seminarios en su casa el 88% de los alumnos de TS y el 82% de los alumnos de EG. Con respecto al aprendizaje de los conceptos de georreferenciación, les parecía bastante y muy difícil al 74% de los alumnos de TS y 49% de los alumnos de EG, porcentaje claramente inferior al resto como puede comprobarse en la adquisición de conocimientos y en el proceso de aprendizaje que estos alumnos el 75% estaban convencidos de que podrían realizar el seminario en casa frente al 52% de los alumnos de TS.

Estos resultados manifiestan que el uso de los Sistemas de Información Geográfica como técnica educativa es claramente una ventaja como muestran las respuestas analizadas (OS1), a pesar de la dificultad entre bastante y muy difícil la realización del Modelo Digital de Elevaciones (DEM) al 79% del alumnado de TS y al 54% de EG.

A través de los resultados del bloque 4 comprobamos como se ha conseguido el OS2, la motivación asociada a la realización de una actividad para lograr ciertos objetivos externos. En base a esto se ha comprobado que con el uso de la herramienta Kahoot para la motivación se encuentra asociada a las consecuencias positivas como el esfuerzo, la competición, la concentración, vitalidad y el desarrollo positivo en la rápida recompensa que se obtiene de la actividad, ante las rápidas respuestas que proporciona al alumnado. Se pueden comprobar a través de los resultados de este bloque, donde el alumnado de los tres seminarios se muestran satisfechos en el seminario 1 más del 50%, para ambas asignaturas. En el seminario 2 en torno al 70% del alumnado de TS y 80% los alumnos de EG en el seminario 3, se muestran bastante y muy satisfechos. En este sentido el recurso Kahoot fomenta la motivación ya que permite colaborar, crear y compartir conocimientos, investigar y manifestarse en el aula, siendo una TICs interactiva y dinámica.

Con respecto al OS3 se consiguió determinar el potencial innovador de los SIG en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que resultaron fundamentales las conclusiones obtenidas sobre la percepción de los estudiantes ante el uso de los SIG. Teniendo en cuenta que el 64% y el 77% del alumnado no habían experimentado ninguna experiencia previa y se comprobó como la utilización de esta tecnología potencia y dinamiza el proceso de enseñanza y aprendizaje, logrando así que el alumnado tenga una actitud positiva hacia el aprendizaje utilizando los SIG como revelan los datos de satisfacción. Indicando que más del 60% del alumnado de los tres seminarios aseguran estar satisfechos, bastante y muy satisfechos con el desarrollo de estas prácticas educativas innovadoras. El 80% de los alumnos de TS creen que les puede servir para su desarrollo profesional.

Todo lo dicho hasta ahora permite afirmar que se ha conseguido el objetivo principal de esta investigación, de analizar las repercusiones educativas ante el uso de las TICs y determinar el potencial innovador de los SIG en el proceso de enseñanza y aprendizaje. El reto para los futuros docentes es conseguir que los centros educativos pongan a disposición este tipo de software para su uso en el aula y que los SIG se conviertan en una TICs atractiva en su uso para los diferentes grados, de esta forma podría convertirse en un software básico para el aprendizaje del alumnado.

En futuras líneas de investigación este equipo se plantea utilizar otros Sistemas de Información Geográfica como GvSIG o ArcGIS para poder valorar su eficacia didáctica y comparar los resultados que se obtengan en el uso de diferente software.

Referencias

- Adlakha, S., Chhabra, D., Shukla, P. (2020). Effectiveness of gamification for the rehabilitation of neurodegenerative disorders. *Chaos, Solitons & Fractals*, 140, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110192>
- Alarcón-Díaz, M. A., Alarcón-Díaz, H. H., Rodríguez-Baca, L. S., y Alcas-Zapata, N. (2020). Intervención educativa basada en la gamificación: experiencia en el contexto universitario. *Revista Eleuthera*, 22(2), 117-131. <https://doi.org/10.17151/elev.2020.22.2.8>
- Álvaro-Tordesillas, A., Alonso-Rodríguez, M., Poza-Casado, I., y Galván-Desvaux, N. (2020). Gamification experience in the subject of descriptive geometry for architecture. *Educación XXI*, 23(1), 373-408. <https://doi.org/10.5944/educxx1.23591>
- Blasco, Y., Ibarz, J., Lo Cascio, P., Monterde, O., y Maynou, M. (2019). Desarrollo de competencias y docencia de conocimientos históricos en grados universitarios fuera del ámbito de la Historia. *RIDU. Revista d'Innovació Docent Universitària*, 11, 77-90. <https://doi.org/10.1344/RIDU2019.11.7>
- Cameron, K. E., y Bizo, L. A. (2019). Use of the game-based learning platform KAHOOT! to facilitate learner engagement in Animal Science students. *Research in Learning Technology*, 27, 1-14. <https://doi.org/10.25304/rlt.v27.2225>
- Clausen, J. M. (2020). Leadership for technology infusion: Guiding change and sustaining progress in teacher preparation. En A. C. Borthwick, T. S. Foulger, y K. J. Graziano (Eds.), *Championing technology infusion in teacher preparation: A framework for supporting future educators* (pp. 171-187). International Society for Technology in Education.
- Caravantes, G. M., y Botija, M. M. (2022). MAXQDA y su aplicación a las Ciencias Sociales: un estudio de caso comparado sobre vulnerabilidad territorial. *Alternativas. Cuadernos de Trabajo Social*, 29(1), 48-83. <https://doi.org/10.14198/ALTERN.19435>
- Crespo, J. M., Rodríguez, A., y Mateo, M. R. (2021). Trends and perspectives in education for sustainable development in the teaching of geography in Spain. *Sustainability*, 13(23), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su132313118>

- De Miguel, R., y Donert, K. (Eds.). (2014). *Innovative learning geography in Europe: New challenges for the 21st Century*. Cambridge Scholars Publishing.
- Giménez, G., y de Castro, R. (2020). Dispositivos móviles en Educación Superior: la experiencia con Kahoot!. *Revista Dirección y Organización*, 70, 5-18. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i70.565>
- Kozma, R. B. (2011). A framework for ICT policies to transform education. En R. B. Kozma, y S. Isaacs (Eds.), *Transforming education: the power of ICT policies* (pp.19-36). UNESCO.
- Lizcano-Dallos, A. R., Barbosa-Chacón, J. W., y Villamizar-Escobar, J. D. (2019). Aprendizaje colaborativo con apoyo en TIC: concepto, metodología y recursos. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 12(24), 5-24. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m12-24.acat>
- Martins, R. E. M. W., Mauricio, S. S., y Michielin, C. A. (2022). Estágio curricular supervisionado em geografia: desafios da aprendizagem docente em tempos de pandemia. *Ensino Em Re-Vista*, 29, 1-25. <https://doi.org/10.14393/ER-v29a2022-32>
- Martínez-Garcés, J., y Garcés-Fuenmayor, J. (2020). Competencias digitales docentes y el reto de la educación virtual derivado de la covid-19. *Educación y Humanismo*, 22(39), 1-16. <https://doi.org/10.17081/eduhum.22.39.4114>
- Molina-Patiño, E. K., Hernández-Martínez, M. A., Mayanquer-Barreto, J. C., Montenegro, M. I., y Mora, M. M. (2023). La metodología de aprendizaje activo “aprendizaje basado en problemas” en la formación de futuros maestros de matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1276-1292. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6271
- Montes, E. (2016). Los Sistemas de Información Geográfica y la educación geográfica actual. *Boletín Red GESIG*, 3, 4-5.
- Nair, S., y Mathew, J. (2021). Evaluation of a Gamified Learning Experience: Analysis of factors that impact the effectiveness of a gamified experience. *Revista Conhecimento Online*, 2, 4-20. <https://doi.org/10.25112/rco.v2i0.2518>
- Nicolás-Robles, M. J., y Belmonte-Almagro, M. L. (2023). Evaluación de las actitudes ante el uso de las TIC en el profesorado universitario. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 25, 29-52. <https://doi.org/10.51302/tce.2023.1424>
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44(23), 1-17. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>
- Pajares, V., y Usart, M. (2023). Los estereotipos de género y las TIC en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO): un estudio realizado mediante una metodología mixta. *Communication Papers. Media Literacy and Gender Studies*, 12(24), 22-40. https://doi.org/10.33115/udg_bib/cp.v12i24.22900
- Pla, C., Jodar-Abellán, A., Pardo, M. A., Benavente, D., y Valdés-Abellán, J. (2019). Prácticas docentes con SIG: material docente para su aplicación a la Ingeniería Ambiental. *Xarxes-Innovaestic 2019. Llibre d'actes*, 174, 229. <http://hdl.handle.net/10045/92187>
- Reynolds, E. D., Fuchs, R. W., y Johnson, P. (2021). Game on with kahoot! effects on vocabulary learning and motivation. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching*, 11(4), 40-53. <https://doi.org/10.4018/IJCALLT.2021100103>
- Solé, J. (2020). El cambio educativo ante la innovación tecnológica, la pedagogía de las competencias y el discurso de la educación emocional. Una mirada crítica. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 32(1), 101-121. <https://doi.org/10.14201/teri.20945>
- United Nations (2023). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023. Edición especial*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU.

- Valls, S. (2016). *La enseñanza basada en el aprendizaje digital por proyectos. Estudio de caso: New Teach Odessa High School, Texas* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. <http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Svalls>
- Virgós, M., Pérez, M. del H., y Burguera, J. L. (2023). Necesidades formativas detectadas por los tutores y tutoras de empresa de Formación Profesional Dual en Asturias. *Revista de Investigación Educativa*, 41(2), 399-415. <https://doi.org/10.6018/rie.518591>