

Sistemas de Información Geográfica para arquitectos. Aprendizaje en la «nube» de cartografías geotécnicas para la asignatura de Complementos de Mecánica del Suelo

Geographic Information Systems for architects. «Cloud» learning of geotechnical mapping in the Soil Mechanics Complements course

Emilio J. Mascort-Albea

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5737-9969>

Universidad de Sevilla

Departamento de Estructuras e Ingeniería de la Edificación

emascort@us.es

DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447222865.007>

Pp.: 131-147



Resumen

A través de este trabajo se ha realizado la aplicación de un nuevo Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA) para la asignatura de Complementos de Mecánica del Suelo (CMS) durante el primer cuatrimestre del curso 2021-22. Esta asignatura optativa del Grado de Fundamentos de Arquitectura se imparte dentro del Departamento de Estructuras e Ingeniería del Terreno, y tiene como principales objetivos competenciales la profesionalización y la digitalización de los estudiantes. En esta ocasión este CIMA parcial se ha enfocado hacia el fomento del aprendizaje colaborativo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el diseño de cartografías geotécnicas en la nube (Cloud-learning). Todo ello a través del uso de la plataforma Arc Gis On Line (AGOL), mediante el empleo de las licencias académicas proporcionadas por la empresa ESRI. Esta actividad ha sido coordinada de modo conjunto con el CIMA desarrollado por la profesora Rocío Romero-Hernández para la misma asignatura, en el marco del presente curso académico.

Palabras clave: Complementos de mecánica del suelo, grado en fundamentos de arquitectura, docencia universitaria, desarrollo profesional docente, asignaturas técnicas en arquitectura.

Abstract

Through this work, a new Cycle of Improvement in the Classroom (CIMA) has been implemented for the subject of Complementary Soil Mechanics (CMS) during the first term of the 2021-22 academic year. This optional subject of the Fundamentals of Architecture Degree is taught within the Department of Structures and Soil Engineering and its main competence objectives are the professionalisation and digitalisation of students. On this occasion, this partial CIMA has focused on the promotion of collaborative learning of Geographic Information Systems through the design of geotechnical cartographies (Cloud-learning). All this through the use of the Arc Gis On Line (AGOL) platform, using the academic licences provided by the company ESRI. This activity has been coordinated together with the CIMA developed by lecturer Rocío Romero-Hernández for the same subject, within the framework of the current academic year.

Keywords: Soil mechanics complements, degree in fundamentals of architecture, university education, teacher professional development, technical subjects in architecture.



Introducción

El presente *Ciclo de Mejora en el Aula* (CIMA) se ha planteado en el primer cuatrimestre del curso 2021-22 como parte del Programa de Formación e Innovación Docente del Profesorado (FIDOP) 2021, organizado por el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Sevilla (US). Este trabajo se corresponde con el cuarto CIMA realizado por el autor, desde su primera participación en el programa FIDOP durante el curso 2013-14.

Aportando continuidad a los trabajos realizados durante el curso precedente, se ha repetido la aplicación en la misma asignatura, planteando un diseño correspondiente a veinte horas lectivas distribuidas en cuatro sesiones desarrolladas en la materia optativa titulada *Complementos de Mecánica del Suelo* (CMS). Esta materia pertenece al quinto y último curso del Grado en Fundamentos de Arquitectura (Plan 2012), que se cursa íntegramente en la ETS de Arquitectura de Sevilla. Dicha asignatura del área de Ingeniería del Terreno (IT) se imparte durante el primer cuatrimestre del curso, y se encuentra en un momento clave de la trayectoria curricular de los estudiantes, de cara a la realización de su Proyecto Final de Carrera dentro del Master Habilitante de Arquitectura (Mascort-Albea, 2020). Por las citadas razones, y debido a las problemáticas enunciadas en el CIMA correspondiente al año 2020 (Mascort-Albea, 2021), la asignatura vuelve a ser objeto de aplicación de distintos CIMAs en el presente curso 2021-22. Todo ello, atendiendo al aprendizaje obtenido de las aportaciones de otros profesores del área (Romero-Hernández, 2020, 2021), y con objeto de mejorar la calidad de las experiencias académicas desarrolladas en la misma. En este sentido, es necesario indicar que la profesora Rocío Romero Hernández ha realizado la aplicación complementaria de un CIMA para la misma asignatura durante el presente curso. Dado el carácter coordinando de ambos CIMAs, las actividades desarrolladas en los mismos han resultado complementarias, orientadas a un objetivo común (Delord, Hamed y otros, 2020).

Ambos CIMAs 2021 organizan los contenidos de CMS en tres grandes bloques: (A) *Profesionalización*, (B) *Métodos de cálculo* y (C) *Cartografía digital geotécnica* (figura 1). Aunque los contenidos de los bloques suelen interconectarse, es cierto que anteriormente los conocimientos relativos a la cartografía geotécnica digital aparecían en último lugar y no se desarrollaban con cierta plenitud y madurez hasta los momentos finales del cuatrimestre. Por ello, para el presente curso 2021-22 se ha revisado el orden y la jerarquía de los bloques.

Gracias a la aplicación del CIMA 2020, se pudieron obtener una serie de conclusiones y valoraciones específicas que fundamentan las decisiones tomadas para los CIMAs del 2021. De la citada experiencia se pudieron





Figura 1. Mapa de contenidos general para los CIMAs de la asignatura de CMS en el curso 2021-22.

extraer las siguientes conclusiones positivas: (+) *el fuerte vínculo «natural» que existe entre los estudiantes y las herramientas digitales*; (+) *el interés que suscitan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como una disciplina novedosa y útil para los arquitectos, pero desconocida para los estudiantes de grado*; y (+) *la valoración de enfoques transversales y aplicados para los contenidos de aprendizaje*. Asimismo, se detectaron las carencias y necesidades de mejora que se exponen a continuación: (-) *excesivo número de actividades incluidas en la programación*; (-) *escasa productividad fuera de las horas de clase*; y (-) *necesidad de más tiempo para el aprendizaje de nuevos paradigmas*.

Todo lo anterior ha conducido a señalar al bloque C como el más atractivo y novedoso por su vínculo directo con el aprendizaje de los SIG. Esta cuestión ha conducido a un mayor desarrollo del mismo, que este curso ha comenzado a impartirse desde el inicio de la asignatura, intensificando sus contenidos de la manera que se muestra a continuación (figura 2).

Definición de los contenidos esenciales

En cursos anteriores, con la aplicación de CIMAs orientados al aprendizaje de contenidos vinculados a los métodos de cálculo (Bloque B), los conocimientos se clasificaban por grados de complejidad. Sin embargo, el diseño de los CIMAs del 2021 propone una evolución en la clasificación de los contenidos esenciales que los estudiantes deben asimilar en su aplicación. Asumiendo el doble interés de la aplicación del bloque C, orientado



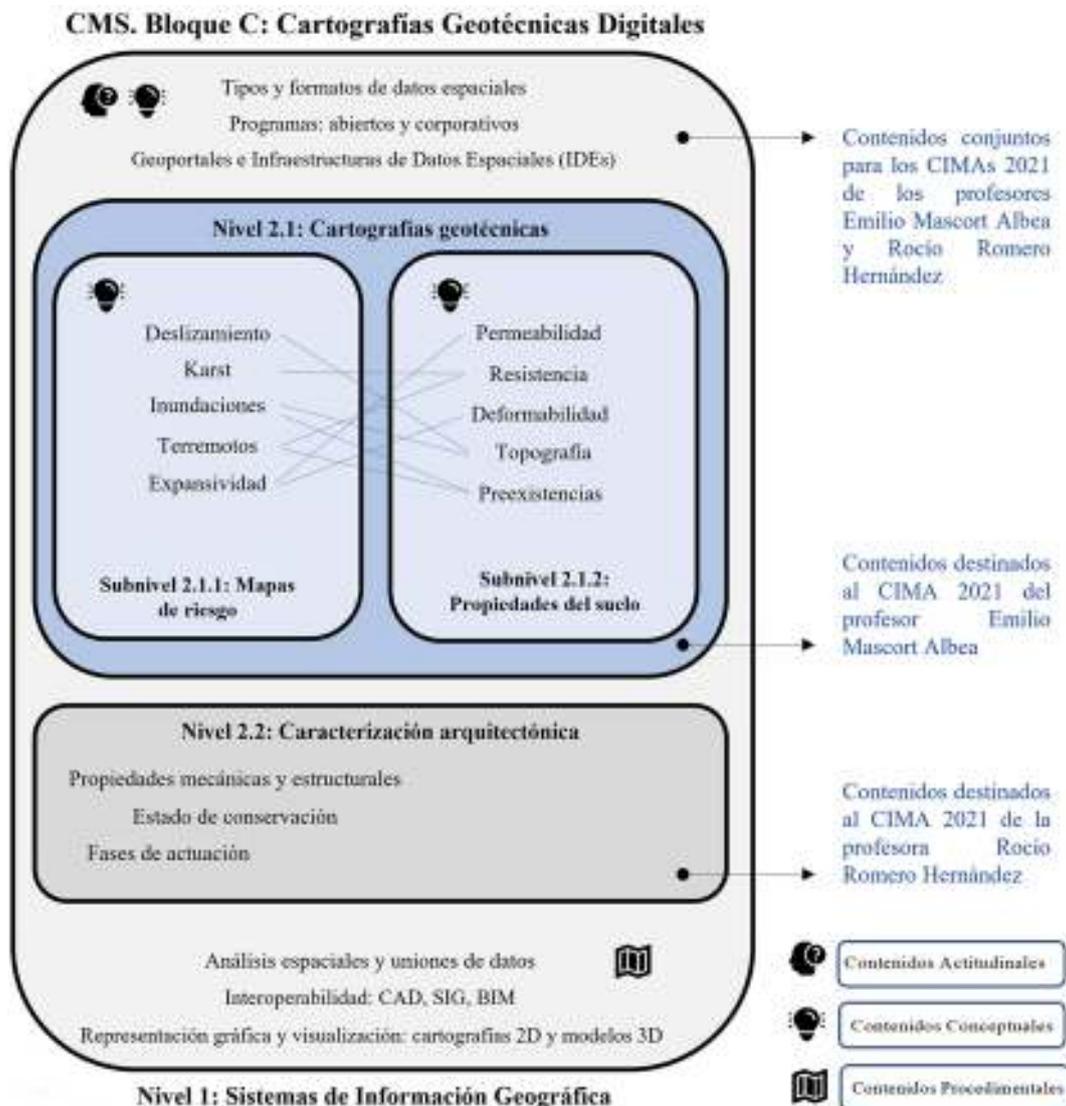


Figura 2. Mapa de contenidos del Bloque C para el CIMA la asignatura de CMS en el curso 2021-22.

al aprendizaje de cartografías geotécnicas digitales, se plantean los siguientes niveles de contenidos esenciales:

- *Nivel 1. Contenidos Transversales:* Se hace referencia a contenidos principalmente procedimentales, vinculados al aprendizaje de los fundamentos que permiten la utilización de los SIG. Estos contenidos serán de carácter vehicular, con una carga añadida de cuestiones actitudinales y procedimentales, a lo largo del desarrollo de todo el bloque C desde el principio al final de su impartición. Todo ello, con el fin de fomentar un período de maduración suficiente y necesario para que el estudiante sea capaz de asumir paradigmas y fundamentos disciplinares alejados de los enfoques habitualmente recibidos a lo largo de la

titulación. De este modo, todos los CIMAs que se apliquen durante el curso 2021-22, el presente y el de la profesora Rocío Romero-Hernández, se vincularán de forma continua a este nivel de contenidos.

- *Nivel 2. Contenidos Específicos:* En este nivel se plantean aquellos aprendizajes específicos que han permitido concretar el programa de la asignatura. Para tal fin, se plantean dos subniveles que se desarrollarán a lo largo del curso, a través de la aplicación de dos diferentes CIMAS que se han desarrollado dentro del presente curso 2021-22.
 - *Nivel 2.1. Cartografía geotécnica:* En este nivel se profundizará en el análisis de las fuentes y recursos geográficos disponibles para un mejor conocimiento de la realidad del subsuelo. Todo ello a través del aprendizaje de la consulta, descarga y edición de datos espaciales de carácter geotécnico. Este nivel es el que ha sido específicamente desarrollado en el presente CIMA 2021. Dentro del mismo, se establecen dos subniveles que marcan los contenidos específicos con los que han de trabajar los estudiantes.
 - *Subnivel 2.1.1: Mapas de riesgos:* Este subnivel ha permitido la localización de los principales riesgos geotécnicos que pueden influir en el planeamiento territorial. Su conocimiento y control permite, a su vez, aportar parámetros objetivos de cara a la implantación de proyectos urbanísticos y arquitectónicos.
 - *Subnivel 2.1.2. Propiedades del suelo:* Este subnivel ha abordado la determinación de las principales propiedades geológicas y geotécnicas que suelen ser publicadas como dato abierto, así como la interpretación de los parámetros accesibles para su interpretación de cara a la toma de decisiones en el marco del proyecto arquitectónico.
 - *Nivel 2.2. Caracterización arquitectónica:* En este nivel se ha profundizado en el potencial que tienen las herramientas SIG para la caracterización técnica de inmuebles a escala arquitectónica. Este CIMA 2021, ha sido desarrollado de forma coordinada en el marco de la Red permanente de Formación e Innovación Docente (REFID) 2021 y de la asignatura de CMS por la profesora Dña. Rocío Romero Hernández. Todo ello ha sido también concebido como una contribución al proyecto de innovación docente aceptado en la convocatoria 2021-22 de Apoyo a la Coordinación e Innovación Docente (Mod. B), y titulado: *Análisis interdisciplinar del patrimonio arquitectónico. La virtualización como eje vertebrador del trabajo colaborativo entre asignaturas.*



Objetivos

Tomando como referencia las satisfactorias experiencias vividas en la aplicación del CIMA 2020 a la asignatura de CMS, se ha resuelto por continuar con la misma asignatura para el presente CIMA 2021. Esta decisión ha permitido ampliar y extender los objetivos generales del curso a un bloque diferenciado de contenidos para la mencionada asignatura, que quedó completamente excluido de la aplicación del pasado CIMA 2020. A continuación, se exponen los objetivos específicos planteados en este trabajo:

- *Fortalecer el aprendizaje de los estudiantes del Grado en Fundamentos de la Arquitectura en competencias relacionadas con la transición digital y que ha cobrado una mayor importancia, aún si cabe, tras la irrupción de la pandemia de la COVID-19. Todo ello haciendo hincapié en los conceptos de datos georreferenciados y de datos abiertos como agentes vinculantes de la presente propuesta de enseñanza.*
- *Poner en conocimiento, de una manera más detallada y explícita, la amplia gama de recursos, permisos y privilegios que los estudiantes tienen a su disposición por su mera pertenencia a la comunidad de la Universidad de Sevilla. Aunque pueda resultar sorprendente, esta cuestión no siempre les queda claro a lo largo de sus años de formación como estudiantes de grado. Pese a que esta cuestión se aborda a nivel general, también se hace un especial hincapié en las características concretas que poseen las licencias y permisos educacionales de la compañía ESRI para el aprendizaje de los SIG.*
- *Difundir las ventajas que el conocimiento y dominio de los SIG comportan para el ejercicio de la profesión de arquitecto en la actualidad. Pese a su utilidad para la disciplina arquitectónica, el grado de implantación curricular de este tipo de instrumentos y programas en el Grado de Fundamentos de Arquitectura se encuentra en un lugar jerárquico bastante retrasado, en relación con las herramientas CAD (*Computer Aided Design*) y BIM (*Building Information Modelling*).*
- *Fomentar, en base a la idea anterior, la importancia del aprendizaje de los procesos de interoperabilidad para un mejor conocimiento de la realidad analizada y de las competencias para el desarrollo de proyectos arquitectónicos de diagnóstico e intervención. Todo ello, facilitando la comunicación y visibilidad de los resultados en la actual era de la digitalización.*
- *Motivar a los estudiantes, a través de la enseñanza de técnicas y recursos que automatizan procesos que habitualmente tienen que realizar de forma mecánica y repetitiva a lo largo de su trayectoria estudiantil. Este tipo de procesos de automatización, relacionados con la generación automática de volumetrías o Modelos Digitales del Terreno (DGT),*



constituyen tareas imprescindibles para la realización de proyectos arquitectónicos, y suponen una novedad competencial a través del uso de los SIG.

- Favorecer un mejor conocimiento y comprensión de los recursos que actualmente se encuentran a disposición de los técnicos para alcanzar un conocimiento más detallado del subsuelo, de modo alternativo y/o complementario a la realización de las pertinentes pruebas geotécnicas.
- Incrementar la madurez de los estudiantes en las competencias relacionadas con la construcción de hipótesis del subsuelo, a través del manejo de los recursos indicados en el punto precedente. Todo ello, gracias a la integración de información específica en bases de datos espaciales enriquecidas con información abierta de carácter multidisciplinar: ambiental, urbanístico, arquitectónico, etc.

Principios didácticos

El presente CIMA 2021 se fundamenta en el desarrollo de dos principios didácticos básicos: el *Aprendizaje Basado en Problemas* (ABP) y el *Aprendizaje Colaborativo*. Todo ello, con la firme convicción de que la formación del estudiantado en herramientas digitales y en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) deben implantarse a través de casos reales que permitan interiorizar la naturaleza de los procedimientos, y no como un mero grupo de clases magistrales que expliquen secuencias de comandos y operaciones (Mascort-Albea, 2014; Ruiz-Jaramillo, Mascort-Albea y otros, 2015).

De este modo, y conscientes de las experiencias relacionadas con la metodología ABP que han sido desarrolladas en la ETSA de la Universidad de Sevilla (Blandón, 2020), se propone un modelo didáctico orientado a generar aprendizajes a través de estos procesos, planteando el objetivo concreto como un mero estímulo que sirva de vehículo conductor de las actividades diseñadas (Canivell, 2021). Asimismo, se aboga por el aprendizaje de nuevas herramientas digitales que permitan explotar de un modo colaborativo las posibilidades que ofrecen las cartografías interactivas, cada vez más cercanas en el día a día de la ciudadanía. Dicho aspecto vincula la actual propuesta de construcción de cartografías interactivas en la nube al ámbito de la *gamificación*, del que también tenemos interesantes ejemplos en el equipo de Arquitectura de la REFID de la Universidad de Sevilla (Rivera-Gómez, 2021). Todo ello, concibiendo el resultado final como un puzzle cartográfico que se podrá visualizar *online*, y cuyas piezas serán diseñadas por los estudiantes a través del aprendizaje de las competencias y contenidos planteados en el bloque C de la asignatura.



Metodología

Para la consecución de los planteamientos formulados, se ha aportado un enfoque transversal y multidisciplinar al diseño de las actividades, que en continuidad con la aplicación del CIMA 2020, se vincula a las siguientes actuaciones metodológicas:

- Una evaluación de los recursos espaciales y virtuales proporcionados por la US para la práctica de la docencia de cara al curso 2021-22. Esta actuación metodológica deriva de las prácticas adquiridas en CIMAs anteriores como consecuencia de la necesidad de prever escenarios alternativos provocados por situaciones sobrevenidas. Así pues, quedan asimiladas la experiencia docente en tiempos de pandemia y confinamiento.
- Una revisión de la programación planteada para la asignatura de CMS, partiendo de los diagnósticos realizados durante el pasado curso 2020-21. En este sentido, se ha adelantado el inicio del desarrollo de actividades relativas al bloque C (*Cartografía digital geotécnica*) sobre el que versa el presente CIMA 2021. Asimismo, se ha ampliado el número de sesiones que incluyen actividades formativas relativas a dicho bloque, de modo que han sido realizadas desde el principio hasta el final del curso.
- Una actualización de los contenidos esenciales y específicos de la asignatura de CMS, de modo general, y otorgando una especial prioridad a los del bloque C. En este caso, se ha hecho hincapié en la selección de contenidos que puedan vincularse directamente a las competencias de trabajo colaborativo en la nube que se plantean en la actual propuesta. Asimismo, se han ampliado los niveles conceptuales relacionados con el aprendizaje de SIG, diferenciando entre el aprendizaje de cartografía geotécnica (CIMA Mascort Albea) y la caracterización a escala arquitectónica mediante datos espaciales (CIMA Romero Hernández).
- Una ampliación de las actividades de evaluación, con la solicitud de un trabajo práctico para cada uno de los niveles de conocimiento indicados con anterioridad.

Diseño propuesto

Con el fin de que los estudiantes se familiaricen con la tecnología SIG, que suele resultar novedosa en el currículo formativo del arquitecto, se ha planteado una actividad de carácter transversal, fundamentada en la resolución de un problema vinculado con el mundo de la geotecnia, la arquitectura, el urbanismo y la planificación territorial.



De este modo, toda la labor de aprendizaje ha orbitado en torno a *la caracterización de los riesgos territoriales y la determinación de las propiedades básicas del subsuelo en una parcela arquitectónica*. Más concretamente, se ha propuesto el estudio de los riesgos de la expansividad en una parcela, temática que presenta un fuerte vínculo con los efectos derivados del Cambio Climático y que tiene una especial afectación técnica sobre el diseño de arquitecturas ligeras. A continuación, se presentan los detalles del diseño propuesto.

Recursos para el diseño

Al igual que en el CIMA 2020, se ha propuesto una reflexión detallada sobre los recursos dispuestos para la asignatura durante el curso 2021-22. De este modo, se ha vuelto a establecer una diferenciación su naturaleza física y su carácter virtual, asumiendo las herramientas a disposición de estudiantes y profesores. Dadas las características del diseño del CIMA 2021, no se ha requerido de más recursos físicos que la propia aula asignada y su equipamiento habitual para la impartición de las actividades diseñadas:

- *Aula en la ETS de Arquitectura*. Según los horarios oficiales publicados para el presente curso 2020-21, ha sido asignada el Aula 1002 para la asignatura de CMS. El aula, coincidente con la empleada en el pasado curso 2020-21, tiene designado para el presente curso 2021-22 un aforo de 44 estudiantes para la impartición de una docencia plenamente presencial. Considerando las cifras de matriculación habituales en asignatura, no se estiman posibles problemas derivados de esta circunstancia.

Al igual que en el curso anterior, y en este caso como consecuencia de las herramientas asociadas a los CIMAs del año 2021, los recursos digitales siguen adquiriendo un fuerte protagonismo. A los principales recursos virtuales empleados durante el CIMA 2020, se pueden añadir las siguientes aportaciones de carácter novedoso:

- *Licencias académicas para trabajo en la nube*. Como principal novedad planteada para los CIMAs 2021, se han empleado licencias académicas de la plataforma ArcGIS On Line (AGOL), que la US pone a disposición de estudiantes y profesores por primera vez desde el año 2021 gracias a la contribución de la empresa ESRI España. A través de la plataforma AGOL, que constituirá uno de los pilares fundamentales para la experiencia, se pueden editar datos, diseñar mapas y publicar información en abierto.



- *Material colaborativo producido por estudiantes.* Con el fin de seguir fomentando el aprendizaje colaborativo, se plantea desde el pasado curso 2020-21 que los estudiantes vayan generando los propios recursos didácticos, entendidos como tutoriales de los programas SIG aprendidos a través de las sesiones de clase y las grabaciones *online* de las partes más operativas de las mismas. Todo ello, generando un material con la calidad que ofrecen las competencias específicas de los estudiantes de arquitectura para el diseño visual, contemplando las necesidades específicas de sus compañeros de disciplina. Para los CIMAs 2021, los estudiantes han tenido la posibilidad de utilizar y mejorar los apuntes y tutoriales realizados por compañeros de cursos anteriores.
- *Participación de colaboradores externos especializado.* Finalmente, hay que indicar que la docencia de los CIMA 2021 ha sido fortalecida con colaboraciones procedentes de especialistas en el análisis de riesgos ambientales, la generación automática de modelos tridimensionales, el diseño de base de datos y la tecnología SIG.

Modelo didáctico y modelo metodológico

Aprovechando los recursos digitales disponibles y las posibilidades que ofrece la «nube» a través de la plataforma AGOL, se ha planteado un modelo didáctico que rehúye de la tradicional secuencia lineal de actividades concatenadas. Para ello se ha puesto en marcha un modelo de aprendizaje basado en *la construcción de cartografías interactivas que puedan ser editadas, visualizadas y producidas por todos los usuarios con acceso a la plataforma AGOL.*

Como en CIMAs anteriores, se ha aspirado a desarrollar una experiencia en la que estudiantes y profesores se encuentren en una relación horizontal de colaboración y aprendizaje. En este caso, la principal novedad ha sido la posibilidad de trabajar con datos espaciales alojados en la nube, adscritos a usuarios concretos, pero accesibles a todo el colectivo que ha formado parte de la asignatura. Para alcanzar dicho fin, tanto las secuencias de aprendizaje como la propia creación de los contenidos se han concebido a través de la creación de un puzzle, cuyas piezas se pueden identificar con las competencias aprendidas por los estudiantes (desde el punto de la docencia), pero también con las propias capas de contenido cartográfico (desde la óptica del producto final generado). De este modo, todas las aportaciones de estudiantes, profesores y colaboradores de la asignatura pueden ser creadas, completadas y evaluadas a lo largo de las distintas sesiones de aprendizaje, volcadas a enriquecer la complejidad y el tamaño del citado puzzle.



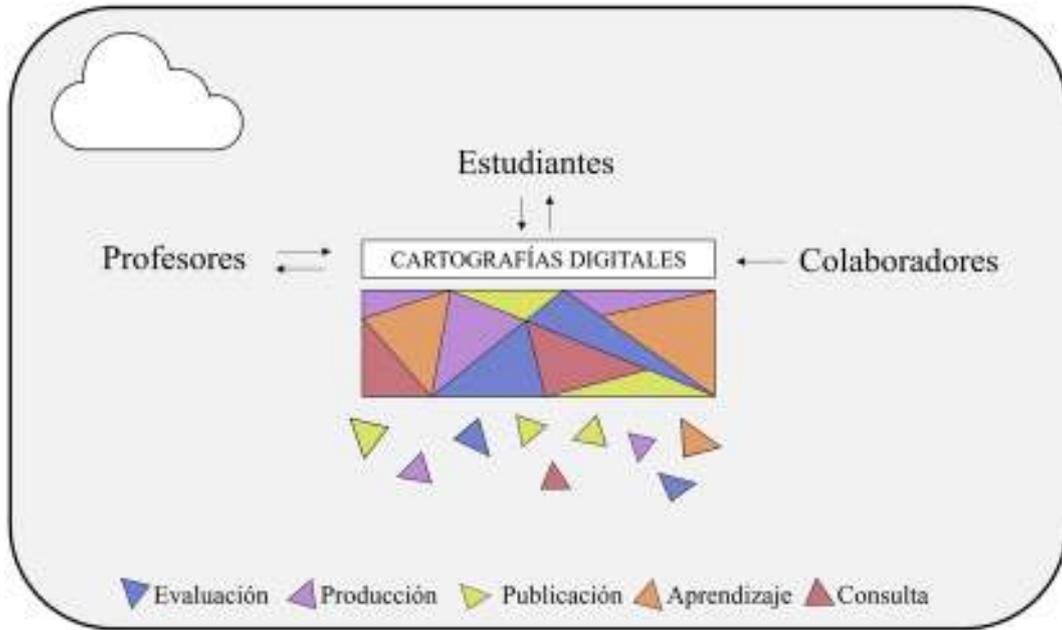


Figura 3. Modelo didáctico propuesto en el presente CIMA 2021.



Figura 4. Modelo metodológico propuesto en el presente CIMA 2021.

En relación con el modelo didáctico, la figura 3 ilustra la dinámica planteada en el modelo colaborativo propuesto, indicando el peso competencial de cada una de las sesiones y las dinámicas de aprendizaje-evaluación que se proponen. Complementariamente, la figura 4 ilustra las principales características de un modelo metodológico que apuesta por la presentación progresiva de los temas y conceptos, componiendo las piezas del puzzle de aprendizaje a través de cada sesión.

Descripción de las actividades

El presente CIMA 2021 ha contemplado cuatro sesiones consecutivas de actividades, que debían preceder a las sesiones del CIMA de la profesora Rocío Romero Hernández. A través de la tabla 1, se ilustra la secuencia de actividades planificada para la citada experiencia.



Tabla 1. Diseño de actividades. PT: sesiones práctico-teóricas; T-P: Sesiones teórico-prácticas

Sesión 1 CIMA 2021 Emilio Mascort Albea
1.1. (P-T). Complimentación por parte de los estudiantes de un formulario con cuestiones específicas relativas a su conocimiento sobre los SIG y la geotecnia.
1.2. (P-T). Descarga e instalación de programas informáticos y recursos colaborativos requeridos para el trabajo colaborativo planteado. Instrucciones para la solicitud de las licencias requeridas.
1.3. (P-T). Consulta de mapas interactivos procedentes de periódicos digitales o recursos propios del ciudadano corriente para demostrar la incidencia que tiene esta tecnología en nuestra vida cotidiana.
Sesión 2 CIMA 2021 Emilio Mascort Albea
2.1. (T-P). Introducción al concepto de SIG y su utilidad en el campo de la geotecnia y la arquitectura.
2.2. (P-T). Consulta de visores y descarga de datos geográficos.
2.3. (T-P). Vinculación entre riesgos, geotecnia y datos espaciales.
2.4. (P-T). Subida de datos básicos a plataforma colaborativa en la nube.
Sesión 3 CIMA 2021 Emilio Mascort Albea
3.1. (T-P). Valoración e interpretación de los resultados alojados en la cartografía colaborativa subida a la nube.
3.2. (P-T). Diseño de mapas interactivos a partir de los datos alojados en la cartografía.
3.3. (T-P). Principales operaciones de edición de datos espaciales.
3.4. (P-T). Detección de áreas críticas en los mapas alojados en la cartografía colaborativa.
Sesión 4 CIMA 2021 Emilio Mascort Albea
4.1. (T-P). Consulta y co-evaluación final de los resultados obtenidos en la construcción de la cartografía digital generada. Interpretación geotécnica, arquitectónica y urbanística de los resultados colectivos generados.
4.2. (P-T). Repetición de la cumplimentación del formulario de la actividad 1.1.

Aplicación del diseño propuesto en el aula

La aplicación del diseño realizado se ha considerado satisfactoria. Las principales circunstancias que han condicionado el desarrollo del CIMA 2021 han estado vinculadas a los factores externos que se enuncian a continuación.

En primer lugar, el calendario no ha podido adaptarse de forma exacta al orden propuesto para los CIMAs por dos motivos principales:

- Las fechas de programación de visitas y trabajos de campo han estado condicionadas por la disponibilidad de los responsables de esos



inmuebles y espacios, y han provocado una obligatoria modificación del calendario inicial.

- Las actividades se han debido adaptar al calendario propio del proyecto de innovación docente en el que se enmarca el CIMA de la profesora Rocío Romero Hernández. El referido proyecto contempla más asignaturas de otros títulos, y los trabajos en el marco de la asignatura de CMS se han debido adaptar a estas pautas de organización general.

En segundo lugar, también se han realizado puntualmente actividades comunes con la asignatura optativa de Cimentaciones, Patologías y Recalces (CPR) que han influido en la programación de actividades original.

En tercer lugar, y pese a que no ha sido un factor determinante, un año más la dirección del centro indicó a la coordinadora de la asignatura que el aula asignada para la docencia presencial debía cambiar una vez iniciado el curso docente. De este modo, las sesiones presenciales se han realizado finalmente en el aula A3005 de la ETSAS.

En cuarto lugar, las licencias académicas de AGOL se obtuvieron con semanas de retraso debido a la existencia de problemas sobrevenidos en la asignación de las cuentas de los estudiantes matriculados en el presente curso.

Es necesario indicar que los anteriores factores no han impedido el desarrollo satisfactorio de los CIMAs planteados. No obstante, las sesiones de los CIMAs 2021 de los profesores Emilio Mascort Albea y Rocío Romero Hernández han tenido que de un modo intercalado. Es decir, las sesiones de los CIMAs de cada profesor han sido realizados de manera independiente pero no consecutiva, alternándose sesiones de CIMA de un profesor con las del otro. Afortunadamente, la coordinación interna de los profesores de la asignatura ha sido máxima y esto ha provocado que los contenidos específicos de las sesiones se hayan ido adaptando las circunstancias expuestas, pero que los conocimientos y contenidos comunes a ambos CIMAs se hayan ido reforzando y consolidando semanalmente.

Finalmente, se debe destacar que la asimilación colectiva de la comunicación a través de vídeo conferencias ha permitido contar con una gama más variada y rica de colaboradores externos. Sin la necesidad de plantear intervenciones presenciales, se han podido celebrar conferencias impartidas por agentes de conocimiento procedentes de empresas privadas de prestigio como ESRI o por investigadores extranjeros procedentes de centros de alto nivel académico como la Universidad Técnica de Berlín. Todo ello ha contribuido a satisfacer los principios de profesionalización e internacionalización inherentes a los planteamientos académicos expuestos para la asignatura de CMS.



Valoración y análisis del CIMA aplicado

Se puede afirmar que se han cumplido los objetivos planteados gracias al interés despertado en los estudiantes, la transversalidad de las temáticas de aprendizaje propuestas y la versatilidad que proporcionan las herramientas digitales. Todo ello ha quedado reflejado en las respuestas aportadas por los estudiantes en los cuestionarios realizados al final del CIMA, tal y como ilustran las escaleras de aprendizaje incluidas en la figura 5.

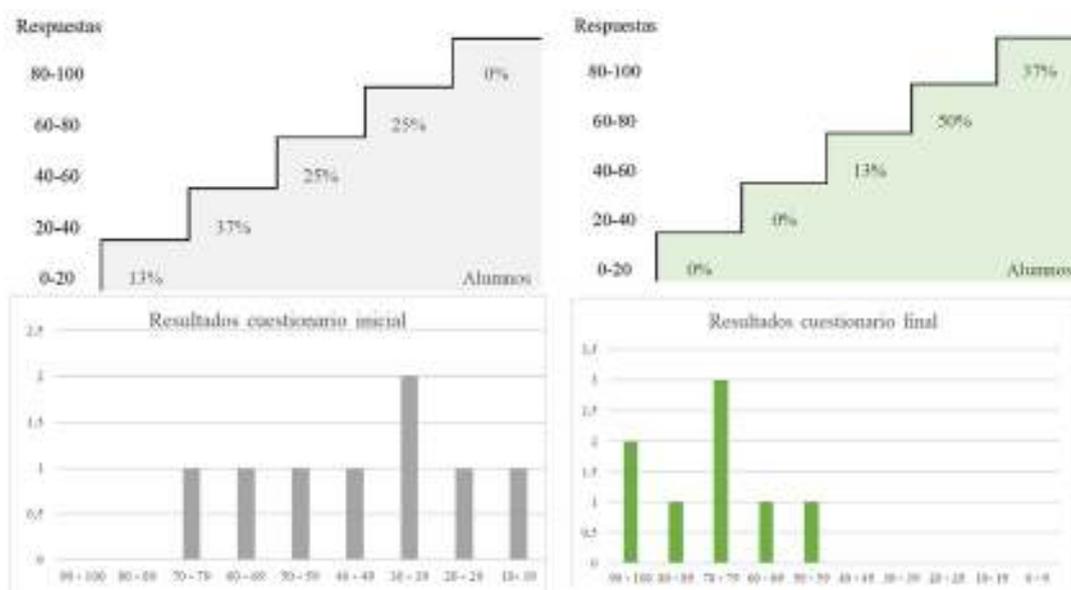


Figura 5. Arriba, escaleras de aprendizaje inicial (izquierda) y final (derecha). Abajo, resultados de los cuestionarios inicial (izquierda) y final (derecha).

Conclusiones

En este trabajo se han podido comprobar los efectos beneficiosos que reporta la repetición de un CIMA por segundo año consecutivo dentro de la misma asignatura. El autor asume que una labor continúa orientada a través de unos principios didácticos consolidados favorece la maduración y la construcción de escenarios de aprendizaje más ambiciosos y complejos. Asimismo, la posibilidad de que dos profesores, como ha sido el caso, puedan desarrollar sus CIMAs de un modo coordinado en el mismo curso y grupo de clase ha facilitado muchas cuestiones logísticas y ha añadido una nueva dimensión al carácter colaborativo que poseen las experiencias planteadas.



Finalmente, a lo largo de esta experiencia también se ha podido comprobar que la incorporación de la colaboración *online* dentro de un modelo preminentemente presencial, permite la integración de más agentes que pueden participar de forma síncrona, pero deslocalizada. De este modo, la apuesta por la digitalización resulta plenamente compatible dentro de un paradigma basado en relaciones de intercambio de conocimiento que tienen su raíz en el seno del mismo ámbito espacial.

Agradecimientos

El autor del presente trabajo quiere agradecer a aquellos colaboradores que han hecho posible el desarrollo del CIMA y que contribuyen a enriquecer la asignatura de CMS año a año. En ese sentido, merecen especial atención las contribuciones de los profesores Francisco Hidalgo Sánchez y Sergio Salazar Galán, así como la aportación del investigador Andreas Fuls. Asimismo, se debe hacer especial mención al soporte y a la ayuda proporcionada por Pedro Rico Contreras e Ignacio Álvarez González desde ESRI España para que este CIMA se haya podido realizar con el máximo grado de calidad tecnológica.

Referencias bibliográficas

- Blandón, B. (2020). Diseño de Actividades para el Aprendizaje en la Asignatura de Construcción 2 del Grado en Fundamentos de la Arquitectura. En E. Navarro y R. Porlán (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2019. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 1024-1052). Editorial Universidad de Sevilla. <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.045>.
- Canivell, J. (2021). Aplicación de un ciclo de mejora docente en el aula para instalaciones de climatización. En R. Porlán, E. Navarro y A. F. Villarejo (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2020. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 172-195). Editorial Universidad de Sevilla. DOI: <http://dx.doi.org/10.12795/9788447231003.008>.
- Delord, G.; Hamed, S.; Porlán, R. y De Alba, N. (2020). Los Ciclos de Mejora en el Aula. En N. De Alba y R. Porlán (Coords.), *Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica* (pp. 128-162). Ediciones Morata.
- Mascort-Albea, E. (2014). Estrategias para incentivar la participación del alumnado en asignaturas técnicas universitarias mediante el uso de TIC. En E. Navarro y R. Porlán (Coords.), *I Jornadas de Docencia Universitaria* (pp. 221-232). ICE de la Universidad de Sevilla. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11441/50778>.
- Mascort-Albea, E. (2020). Integración de contenidos del área de ingeniería del terreno para el desarrollo de proyectos arquitectónicos en la titulación de máster habilitante. Detección sistemática de áreas de oportunidad y propuesta de plan de acción. En E. Navarro y R. Porlán (Coords.), *Ciclos de mejora en el aula. Año 2019. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla* (pp. 737-58). Editorial Universidad de Sevilla. <http://dx.doi.org/10.12795/9788447221912.032>.

