



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación
Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 278

Realidad extendida: recorridos virtuales y modelos geológicos 3D para asignaturas de
Grados de Ciencias de la Tierra

Responsable del proyecto:

María Josefa Herrero Fernández

Facultad de Cc. Geológicas

Departamento: Mineralogía y Petrología

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El uso de las salidas de campo virtuales y los materiales 3D mediante TICs tanto en ordenadores como en dispositivos móviles permiten abordar limitaciones de tiempo y espacio en entornos de aprendizaje diversos, posibilitando contenidos didácticos que son inaccesibles de otro modo y permite que haya una continuidad fuera del aula. Con el uso de las TICs también se complementa la formación por medio de la adquisición de habilidades y competencias tecnológicas

The use of virtual field trips and 3D materials through ICTs both on computers and mobile devices allow addressing time and space limitations in diverse learning environments, enabling educational content that is otherwise inaccessible and allowing continuity outside from the classroom. With the use of ICTs, training is also complemented through the acquisition of technological skills and competencies.

Las tecnologías digitales han demostrado ser críticas en los últimos meses para nuestra vida personal y laboral. Durante la pandemia, la Universidad, de una manera muy rápida, ha desarrollado abundante contenido docente utilizando nuevos métodos digitales (Collaborate, Teams, pizarras electrónicas, etc.) con un aumento considerable en el uso de nuevas TICs. Este uso de nuevas herramientas tecnológicas ha permitido que el alumno acceda a información docente de manera rápida e inmersiva y que el profesor haya tenido que aprender nuevas metodologías de enseñanza, produciéndose una evolución en los métodos docentes y de aprendizaje.

La realidad extendida se genera a partir de una combinación de material visual de entornos reales y entornos virtuales mediante interacciones generadas por ordenador, permitiendo incrementar y ampliar las experiencias sensoriales del usuario. Actualmente, las experiencias de realidad extendida más conocidas son la realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA). La RV se define como una simulación generada por ordenador de una imagen o entorno tridimensional con el que el usuario puede interactuar de manera física o aparentemente real mediante el uso de equipamiento electrónico especializado. El equipo de este proyecto de investigación viene desarrollando en los últimos 8 años material virtual para su uso en asignaturas relacionadas con Ciencias de la Tierra (Facultad de CC. Geológicas de la UCM y ETSI de Caminos Canales y Puertos de la UPM). La experiencia acumulada ha sido de gran utilidad durante el desarrollo de la docencia en los últimos meses. Esto nos ha llevado a concebir nuevas ideas sobre elaboración de materiales digitales para su uso en entornos de realidad virtual (RV). Se ha avanzado en la adquisición de datos digitales y la obtención de Modelos 3D de entornos y materiales geológicos que permiten establecer modelos de realidad virtual muy detallados y útiles para la docencia en Ciencias de la Tierra. En la mayoría de las asignaturas de los grados de Geología, Ingeniería Geológica y en asignaturas relacionadas con la Geología en el Grado de Ingeniería Civil y Territorial y asignaturas de la Escuela de Ingeniería de Minas, la realización de recorridos geológicos virtuales y Modelos 3D geológicos aporta un valor añadido a las prácticas de campo y de laboratorio. La grabación de imágenes geológicas mediante dron además de favorecer la observación de la realidad facilita la comprensión y el análisis de las estructuras geológicas y permite el acceso a zonas de imposible o difícil acceso. La elaboración de itinerarios virtuales va dirigido a la enseñanza a nivel

de Grado y Master, así como al desarrollo de nuevas técnicas de divulgación científica. De esta forma el alumno o cualquier otra persona con acceso a las páginas web del proyecto <https://www.ucm.es/salidas-de-campo-virtuales/> y <https://www.ucm.es/virtualrealitygeology/> y puede realizar una salida virtual desde su ordenador (o móvil) de forma inmediata y rápida. En estos recorridos geológicos virtuales se dispone de toda la información práctica necesaria, de los datos y aspectos geológicos relevantes y de modelos 3D, pudiendo ser empleados en la docencia general o en asignaturas concretas. Este proyecto continúa, mejora y complementa a los proyectos PIMCD-2014-nº227, PIMCD-2015-nº258, PIMCD-2016- 292, PIMCD-2017-nº79, PIMCD-2018-nº24, PIMCD-2019-nº 305, y Proyecto Innova Docentia-2020-157 los cuales han resultado de gran interés para los alumnos, como se ha podido constatar en los resultados obtenidos de encuestas de satisfacción realizadas entre sus usuarios (alumnos de grado principalmente).

Los principales objetivos del proyecto eran:

1. Desarrollo de Modelos 3D de afloramientos o entornos geológicos, modelos de rocas 3D y generación de experiencias en realidad aumentada (RA).
2. Desarrollo de Modelos 3D de rocas.
3. “Microlearning” y aula invertida (flipped classroom).
4. Ampliación y transformación a nuevas tecnologías de salidas de campo virtuales.
5. Actualización de la página web.
6. Procesos de Evaluación de satisfacción de estudiantes.

2. Objetivos alcanzados

Como resultado de los Proyectos de Innovación se ha elaborado material audiovisual digital modular basado en imágenes obtenidas con un dron (RPAS: Remotely Piloted Aircraft System) y con otros medios audiovisuales con el objetivo de realizar prácticas de campo virtuales mediante el manejo de nuevas tecnologías, tanto como métodos de adquisición y elaboración de datos geológicos (RPAS) como métodos para la presentación y uso de la información y comunicación (TICs). A partir de datos adquiridos se han realizado vídeos y modelos 3D de afloramientos mediante fotogrametría. Esta adquisición de datos digitales también se ha utilizado para obtener modelos 3D de rocas. A continuación, se pasa a detallar los objetivos alcanzados en cada fase del proyecto:

1. Desarrollo de Modelos 3D de afloramientos o entornos geológicos, modelos de rocas 3D y generación de experiencias en realidad aumentada (RA).
Se han realizado 4 salidas de campo virtuales como Realidad Virtual: San Agustín de Guadalix, Paredes, Huete y Pontón de la Oliva (ANEXO 1).
2. Desarrollo de Modelos 3D de rocas (ANEXO 2). Se han realizado videos de modelos 3D de rocas y minerales en colaboración con la ETSI de Minas (UPM): En total 50 videos de modelos (ANEXO 3).
3. “Microlearning” y aula invertida (flipped classroom). Se han realizado videos de la salida de campo de la asignatura Sedimentología del Grado de Geología UCM. EL mejor video se ha incluido dentro del Moodle de la asignatura y podrá verse por los alumnos en años posteriores.
4. Ampliación y transformación a nuevas tecnologías de salidas de campo virtuales. En el proyecto actual se han realizado recorridos virtuales con adquisición de fotografías en 360°. Estos datos se han incluido en plataformas de visualización de imágenes en 360°, que facilitan su visualización, así como su divulgación (ANEXO 1).

5. Actualización de la página web (ANEXO 1, 2 y 3). Debido al aumento considerable de material generado se ha procedido a dividir este material en dos páginas web que a su vez están interrelacionadas entre si (<https://www.ucm.es/salidas-de-campo-virtuales/> y <https://www.ucm.es/virtualrealitygeology/>).
6. Procesos de Evaluación de satisfacción de estudiantes. Se han realizado encuestas de satisfacción de los estudiantes en relación al uso del material utilizado. En general, la respuesta ha sido muy positiva, habiéndose recomendado la utilización de este material en más asignaturas del Grado en Geología y grados afines.

3. Metodología empleada en el proyecto

El proyecto realizado es continuación de 7 proyectos de innovación docente previos. El número de profesores participantes se ha ido incrementando, y en la actualidad el Grupo podría considerarse como **Grupo consolidado**. Este año se incrementa la participación de profesorado de otras universidades, ya que se ha incorporado profesorado de la Escuela de Minas de la UPM, que se suma a la participación de la Escuela de Caminos de la misma Universidad. Además, como se indica más adelante, todos los profesores han participado en Proyectos de Innovación educativa, y 8 de ellos han sido coordinadores de proyectos de este tipo, lo que indica el grado de interés e implicación de estos en la mejora de la calidad de la enseñanza. Los objetivos del proyecto se han resumido en 6 objetivos principales interrelacionados entre sí y para realizarlos el equipo de trabajo se ha dividido en grupos de trabajo con un coordinador que se ha ocupado de la organización y el seguimiento del trabajo a realizar.

La metodología desarrollada para la realización de este proyecto de innovación docente pretende crear itinerarios geológicos a partir de vuelos de dron o RPAS, recorridos virtuales en 360º, modelos de rocas 3D y material digital audiovisual en formato mini (duración entre 5 y 10 minutos). Los materiales 3D se han implementado en plataformas que permiten la observación de este material en Realidad Virtual, de forma que la experiencia sea totalmente inmersiva.

OBJETIVO 1: Desarrollo de Modelos 3D de materiales o entornos geológicos y realidad aumentada.

- 1.1. Determinación de la zona a estudiar.
- 1.2. Elección del itinerario y de las paradas a realizar por el alumno.
- 1.3. Adquisición de videos aéreos de la salida virtual mediante RPAS (Remotely Piloted Aircraft System).
- 1.4. Obtención Modelos digitales 3D mediante software libre. Análisis de datos.
- 1.5. Elaboración y presentación de modelo 3D o recorridos de Realidad Aumentada en sketchfab y en Roundme.

OBJETIVO 2: Desarrollo de Modelos 3D de rocas.

- 2.1. Determinación de la roca a digitalizar.
- 2.2. Obtención del modelo 3D. Inclusión en software de observación de modelos 3D.

OBJETIVO 3: Microlearning” y aula invertida (flipped classroom):

- 3.1.- Selección de los videos y video-tutoriales a realizar por los alumnos basándose en la importancia para las asignaturas y en la adecuación al formato de

microcontenidos audiovisuales.

3.2.- Selección de los equipos de estudiantes, explicación del trabajo a realizar.

3.3.- Trabajo autónomo de los equipos para la creación de los videos, asistidos por los profesores cuando sean requeridos. Los profesores validarán también el contenido técnico de los mismos.

3.4.- Puesta de los materiales didácticos creados a disposición de todos los alumnos vía Moodle.

3.5.- Encuesta a los realizadores de los videos sobre el aprendizaje y competencias adquiridas o mejoradas durante la realización de los mismos.

OBJETIVO 4: Actualización de salidas virtuales con nuevas metodologías:

4.1. Desarrollo del trabajo informático

4.2. Implementación de las salidas virtuales, videos microlearning y Modelo 3D en asignaturas (ANEXO 3)

OBJETIVO 5: Actualización de contenidos en la página web (ANEXOS 1, 2 y 3):

5.1. Desarrollo videos con *CAMTASIA* y *Youtube*.

5.2. Diseño y elaboración de una página web que recoja todos los contenidos.

5.3. Elaborar estrategias de difusión de contenidos.

OBJETIVO 6: Procesos de Evaluación de satisfacción de estudiantes:

6.1. Realización encuestas de satisfacción y análisis de resultados. Material didáctico integrado en la web y en CV de distintas asignaturas.

6.2. Divulgación de la experiencia y de los resultados mediante ponencias en congresos y participación en actividades de divulgación.

4. Recursos humanos

El grupo de trabajo, multidisciplinar, interdepartamental e interuniversitario (los dos departamentos de una Facultad UCM (MINPET y GEODESPAL) y dos Escuelas de la UPM), está constituido por profesores con amplia experiencia docente y de preparación y realización de salidas de campo para diferentes asignaturas de los Grados de Geología, Ingeniero Geólogo y Másteres de la Facultad de CC. Geológicas, así como para el Grado de Ingeniería Civil y Territorial impartido en la ETSI de Caminos Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Escuela de Minas y Energía de la misma universidad Politécnica. Todos los profesores tienen una amplia experiencia en el campo del e-learning, manejo de páginas Web y desarrollo de procesos formativos en entornos virtuales. Los profesores de la Universidad Politécnica de Madrid tienen así mismo, experiencia en el campo de la Innovación docente, siendo varios de ellos coordinadores de proyectos de innovación educativa de la UPM. De los 15 integrantes del equipo del proyecto hay 7 profesores que han sido directores de proyectos de Innovación Educativa, incluyendo proyectos de la UCM y de la UPM. Todos los profesores del grupo de trabajo han obtenido evaluaciones docentes positivas y muy positivas en los últimos 6 años.

Además, el profesorado tiene experiencia en el manejo de Aplicaciones informáticas para el análisis y el diseño de modelos geológicos. Los diferentes miembros del grupo han aportado su experiencia docente e investigadora en los trabajos de campo desarrollados en las distintas disciplinas de los Grados que se imparten en la Facultad de CC. Geológicas (UCM) y en las materias relacionadas con la Escuela ETSI Caminos

Canales y Puertos y en la Escuela de Minas y Energía (UPM).

También cabe destacar la transversalidad que se consigue con la realización de estos materiales virtuales, ya que los videos, recorridos virtuales o modelos 3D realizados para una asignatura concreta pueden ser utilizados desde un dispositivo por alumnos de otra asignatura para la cual sea de interés. El proyecto cuenta también con **3** estudiantes de postgrado que contribuirán a la elaboración de material además de aprender una nueva metodología docente.

5. Desarrollo de las actividades

Como complemento a los proyectos de años anteriores (Herrero et al., 2021; Sánchez Moya et al., 2020), en este proyecto se han desarrollado contenidos audiovisuales en 360°, y se han obtenido modelos 3D de afloramientos y de rocas, así como videos de una amplia variedad de rocas y minerales, con el fin de utilizar este material en asignaturas de Grado en Geología e Ingeniería Geológica, así como a las asignaturas de Geología y Geología Aplicada en el Grado de Ingeniería Civil y Territorial y en el Grado en Ingeniería de Tecnologías Mineras y el Grado en Ingeniería de Recursos energéticos, combustibles y explosivos (UPM). Así mismo, este material servirá para su aplicación en asignaturas del Master Universitarios de Ingeniería Geológica (UPM).

Estos modelos permiten la realización de visitas de realidad virtual. Se han presentado los resultados en dos congresos de Innovación Educativa (Herrero y Escavy, 2020; Escavy et al., 2021) y en Jornada Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM, con el resultado de una publicación (Herrero et al, 2022a). y se ha participado con invitación por parte del Vicerectorado de Calidad UCM en la Mesa redonda dentro de las jornadas AprendeTIC 2022.

Además, como resultado de la obtención de datos en el campo mediante el uso del dron se ha realizado una publicación en la revista indexada Computers and Geosciences (Herrero et al., 2022b).

El aprendizaje de cada equipo del contenido que han tenido que desarrollar es evidente, pero, además, el material creado, puesto a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle en cada asignatura, permitirá el aprendizaje autónomo y flexible en grado, máster y potencialmente en programas de formación continua (LifeLong Learning).

El material generado se ha incluido en dos páginas web pertenecientes a la UCM y dos Escuelas de la UPM. Las salidas de campo virtuales y los vídeos como material docente serán "Open Access", alojados en una plataforma de Recursos Educativos Abiertos (REA) dentro de la web institucional de la Universidad Complutense, así como en un canal de vídeos de Youtube, lo que permitirá que alumnos y al público general tener acceso a todo el material.

Las descargas de los modelos de rocas ya elaborados han superado las 1000 descargas en el visor internacional de sketchfab.

Los videos de "microlearning" elaborados por los alumnos y su empleo en años futuros en distintas asignaturas contribuirá de manera activa a una mejora de los resultados académicos. El nivel de conocimiento y motivación de los alumnos participantes se incrementará de forma notable, pero, además, el material creado, puesto a disposición de los alumnos en la plataforma Moodle en cada asignatura, permitirá el aprendizaje autónomo y flexible en grado, máster y potencialmente en programas de formación continua (LifeLong Learning).

Además, se ha colaborado con otro proyecto de innovación docente 2022 con título “Diseño de modelos cristalográficos para impresoras 3D”.

6. Anexos

Anexo 1. Página web del proyecto con salidas de campo virtuales de geología y geología aplicada

The screenshot shows a website interface for the University of Complutense Madrid. At the top, there is a navigation bar with the university logo and name on the left, and a search bar on the right. Below the navigation bar is a main header with the project title in red. A secondary navigation bar contains several menu items: 'Salidas virtuales', 'Virtual Fieldtrips', 'Virtual Reality Fieldtrips', 'Equipo / Team', 'Proyectos de innovación docente', and 'Modelos 3D geológicos'. Below this is a breadcrumb trail: 'Portada / Virtual Reality Fieldtrips'. The main content area is titled 'Virtual Reality Fieldtrips' and features three featured fieldtrip cards. The first card is titled 'Salida de campo San Agustín de Guadalix' and shows a landscape with trees and hills, with the caption 'Patones-Pontón de la Oliva' below it. The second card is titled 'Sección estratigráfica de Paredes' and shows a geological cross-section under a bridge. The third card is titled 'Serie estratigráfica de Moncalvillo de Huate' and shows a wide landscape with a road and hills. At the bottom of the page, there are social media icons for Twitter and LinkedIn, and a footer with logos for 'hr', 'MONCLOA campus de Excelencia Internacional', and 'Una Europa'.

Anexo 2. Página web del proyecto: Realidad Virtual y modelos 3D de material geológico

Editar Salir MARIA JOSEFA HERRERO FERNANDEZ Buscar en la web

 UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Realidad Virtual: Modelos 3D de material Geológico

Proyectos de Innovación

- Modelos 3D de rocas detríticas
- Imágenes 3D de minerales y rocas
- Afloramientos 3D
- Equipo / Team
- Salidas de campo virtuales

Modelos 3D de muestras de mano detalladas de rocas sedimentarias



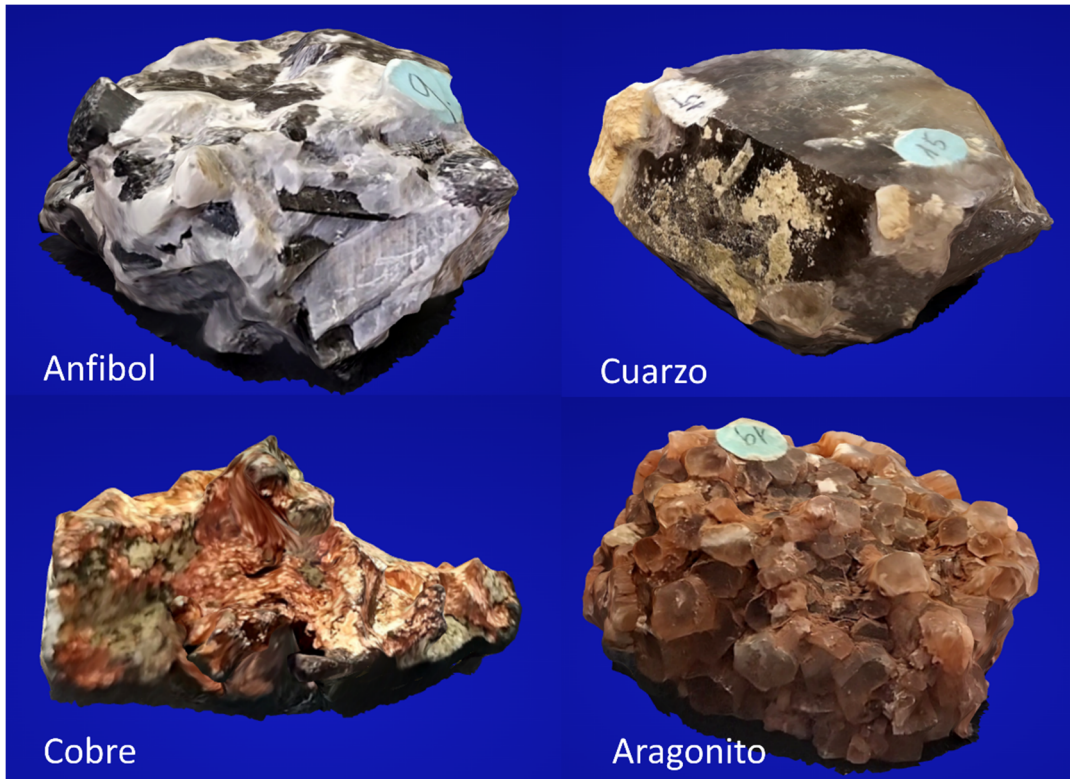
Pincha sobre el modelo para ver otras muestras

Modelos 3D de afloramientos geológicos

Pincha sobre el modelo para ver otras muestras

Anexo 3. Imágenes 3D de minerales. Videos de modelos de rocas y minerales



Referencias

Escavy, J. I., Sanz-Pérez, E., Herrero, M. J., Sanz de Ojeda, J., Menéndez-Pidal, I., Escudero, D., ... & Galindo-Aires, R. (2021). Combinación de estrategias de innovación docente para la enseñanza de asignaturas de Ciencias de la Tierra: aprendizaje colaborativo y basado en proyectos como fuente de material para el aula invertida (No. COMPON-2021-CINAIC-0044). Universidad de Zaragoza, Servicio de Publicaciones.

Herrero Fernández, M.J., Álvarez Gómez, J.A., La Horra del Barco, R., Escavy Fernández, J.I., Fregenal Martínez, M.A., Galindo Aires, R., Insua Arévalo, J.M., Jiménez Molina, D., López Acevedo, F.J., Martínez Díaz, J., Menéndez-Pidal de Navascues, I., Morellón Marteles, M., Pérez Fortes, P., Sánchez Moya, Y., Sopeña Ortega, A., Trigos Luque, L., Sanz De Ojeda, J., Sanz Pérez, E., Varas Muriel, M.J. (2022a). Innovación en contenidos virtuales vía tecnologías digitales: modelos geológicos 3D y salidas de campo virtuales en asignaturas de ciencias de la Tierra. En Hernández Yáñez, L. Jornada Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM., Ediciones Complutense 505-517.

Herrero Fernández, M. J., Álvarez Gómez, J. A., Fernández, E., Ignacio, J., Fregenal Martínez, M. A., del Barco, H., ... & Sanz De Ojeda, P. (2021). Innovación en contenidos virtuales vía tecnologías digitales: Modelos Geológicos 3D y Salidas de campo virtuales en asignaturas de Ciencias de la Tierra. E-Prints Complutense Universidad

Complutense de Madrid E-Prints Complutense.

Herrero Fernández, M.J and Escavy Fernández, J.I. Edunovatic 2020. Modelos 3D de rocas para docencia virtual en Ciencias de la Tierra. Conference Proceedings:5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT, December 10 - 11, 2020, 2020, ISBN 978-84-09-22967-3, pág.767

Sánchez Moya, Y., Jiménez Molina, D., Álvarez Gómez, J. A., Martínez Díaz, J. J., Insúa Arévalo, J. M., Fregenal Martínez, M. A., ... & Sanz De Ojeda, J. (2020). Uso de RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) para la docencia y divulgación de las Ciencias de la Tierra. E-Prints Complutense Universidad Complutense de Madrid E-Prints Complutense

Herrero, M. J., Pérez-Fortes, A. P., Escavy, J. I., Insua-Arévalo, J. M., De la Horra, R., López-Acevedo, F., and Trigos, L. (2022b). 3D model generated from UAV photogrammetry and semi-automated rock mass characterization. Computers & Geosciences,163, 105121.