

## Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

### A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Título	Integración virtual de datos multiescala en las prácticas de campo en Geología		
Código	22-228	Fecha de Realización:	2022-2024
Coordinación	Apellidos	Puga Bernabéu	
	Nombre	Ángel	
Tipología	Tipología de proyecto	Avanzado	
	Rama del Conocimiento	Ciencias	
	Línea de innovación	Investigación docente y transferencia del conocimiento	

### B. Objetivo Principal

La virtualización de contenidos constituye una buena herramienta de trabajo para complementar la formación de las prácticas de campo en Geología, ya que permiten tanto la repetición de experiencias de las prácticas de campo como la adquisición de nuevos conocimientos. Uno de los aspectos formativos más importantes en las prácticas de campo es poder estudiar y obtener datos a diferente escala de observación. Este proyecto de innovación proporciona una herramienta de libre acceso a través de Internet de apoyo a la docencia práctica de la Geología al estudiantado y profesorado de la Universidad de Granada y de otros centros educativos.

El objetivo general del proyecto es desarrollar modelos virtuales de afloramiento que integren datos geológicos, sedimentológicos, estratigráficos y paleontológicos obtenidos a diferente escala de observación para fomentar y facilitar el aprendizaje del alumnado sobre el estudio integrado de un afloramiento, desde la perspectiva de las relaciones estratigráficas entre unidades hasta el estudio de las microfacies.

### C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

**Resumen del proyecto realizado:** Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.

La didáctica de la Geología presenta al alumnado una gran cantidad de conceptos y terminología específica, cuya comprensión y asimilación se realiza de forma más efectiva durante las prácticas de campo. Estas actividades son fundamentales, pero consumen grandes recursos económicos y de dedicación docente por parte del profesorado. Sin embargo, los crecientes recursos tecnológicos en el ámbito didáctico, como la virtualización de contenidos, ofrecen una valiosa herramienta de trabajo para complementar la formación de las prácticas de campo, ya que permiten tanto la repetición de experiencias de las prácticas como la adquisición de nuevos conocimientos. En este proyecto se plantea la continuación de la línea docente de virtualización de las prácticas de campo en Geología mediante la creación de ejemplos virtuales de afloramiento que incluyan datos de observación a multiescala. Este recurso complementará el repertorio de herramientas virtuales ya existentes en el Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la Universidad de Granada. Con ello, se pretende reforzar el aprovechamiento de los recursos virtuales en los ámbitos de la sedimentología y la geología sedimentaria.

El objetivo principal del proyecto es desarrollar modelos virtuales de afloramientos que integren datos geológicos, sedimentológicos, estratigráficos y paleontológicos obtenidos a diferente escala de observación, desde (1) macroescala, que permiten la división de unidades estratigráficas y la definición de su morfología, a (2) mesoescala en la que se caracteriza la litología, estructuras sedimentarias y contenido fósil, y (3) microescala, que permite la caracterización de las microfacies y rasgos diagenéticos. Con estos modelos se busca fomentar y facilitar el aprendizaje del alumnado sobre el estudio integrado de un afloramiento, abarcando desde las relaciones estratigráficas entre unidades hasta el análisis de las microfacies. De forma específica, se plantea:

- Consolidar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en clases, prácticas de laboratorio y salidas de campo de geología.
- Dotar a los estudiantes de una herramienta de consulta rápida que les permita repasar contenidos, fomentando así su autonomía.
- Involucrar a los estudiantes en el estudio de la sedimentología y la geología sedimentaria, motivándolos a aplicar sus conocimientos en otras salidas de campo y en su vida profesional.

Para la consecución de los objetivos establecidos, se comprobó, en primer lugar, la disponibilidad de modelos fotogramétricos (modelos virtuales) de afloramiento creados por el equipo de innovación docente en el seno del Grupo de Investigación RNM190 de la Junta de Andalucía. Tras identificar los modelos más relevantes y que pudieran ser adaptados en términos de tamaño y resolución para su publicación en línea, se procedió al levantamiento de secciones estratigráficas en el área de los modelos fotogramétricos y a la recogida de muestras para la preparación de láminas delgadas. Posteriormente, se llevó a cabo la interpretación de los modelos fotogramétricos e integración de las secciones estratigráficas y análisis de microfacies. Finalmente, se realizó el montaje y edición de la herramienta virtual para su publicación en línea.

El proyecto de innovación proporciona una herramienta de acceso libre (<https://sketchfab.com/RNM190/models>) de apoyo a la docencia práctica de la Geología al estudiantado y profesorado de la Universidad de Granada. El contenido virtual generado facilita la comprensión y razonamiento de los conceptos teóricos explicados en clase, al mismo tiempo que contribuye al desarrollo de actitudes y competencias fundamentales de los estudiantes, como la capacidad para aplicar conocimientos a la práctica, el pensamiento reflexivo y mejorar sus capacidades de acceso y gestión de la información. De forma específica, el contenido de la herramienta virtual del proyecto reforzará las capacidades de los estudiantes para (1) identificar y caracterizar las propiedades de los diferentes materiales y procesos geológicos y (2) recoger, analizar, interpretar y representar datos referentes a materiales geológicos. Además, los modelos virtuales integrados facilitan también la adquisición del conocimiento de forma gradual y el "descubrimiento autónomo", lo que permite a los estudiantes desarrollar sus propias ideas e interpretaciones que pueden contrastar con las descripciones y detalles proporcionados por el equipo de innovación en la herramienta virtual.

Esta herramienta virtual está especialmente orientada al Grado en Geología, aunque puede ser útil en asignaturas con contenido geológico en los Grados de Biología, Ciencias Ambientales e Ingeniería Civil. Además, puede ser de utilidad para aquellos estudiantes que cursan algunas asignaturas de los diferentes Máster relacionados con la Geología. Varios de los modelos virtuales integrados del proyecto corresponden a afloramientos que visitan como parte de varias salidas de prácticas de campo en el Grado en Geología. Esto ayudará a los estudiantes a consolidar el flujo de trabajo realizado en el estudio de los afloramientos y permitirá al profesorado realizar un seguimiento y evaluación de los contenidos y competencias.

#### **Summary of the Project (In English):**

Geology teaching introduces students to a wide range of concepts and terminology, whose comprehension and assimilation are most effectively achieved during fieldwork. These activities, while essential, consume significant economic resources and require considerable dedication from the teaching staff. However, the increasing technological resources in educational settings, such as content virtualisation, offer a valuable tool to complement fieldwork training. They allow the repetition of field experience and tie the acquisition of new knowledge. This project aims to continue the educational line of fieldwork virtualisation in geology by creating virtual outcrop examples incorporating multiscale observational data. This teaching resource will complement the existing collection of virtual tools in the Department of Stratigraphy and Palaeontology of the University of Granada, aiming to enhance the use of virtual resources in sedimentology and sedimentary geology.

The main objective of the project is to develop virtual outcrop models that integrate geological, sedimentological, stratigraphic, and palaeontological data obtained at different observation scales: (1) macroscale, enabling the division of stratigraphic units and the definition of their morphology; (2) mesoscale, characterising lithology, sedimentary structures and fossil content; and (3) microscale, allowing the characterisation of microfacies and diagenetic features. These models seek to promote and facilitate student learning about the integrated study of an outcrop, from stratigraphic relationships between units to microfacies analysis. Specifically, the project aims to:

- Consolidate the theoretical and practical knowledge acquired in geology classes, laboratory practices and fieldwork.
- Provide students with a quick reference tool that allows them to review the content, thus promoting their autonomy.
- Engage students in the study of sedimentology and sedimentary geology, motivating them to apply their knowledge on other field trips and in their professional lives.

To achieve the objectives set, the first step was to check the availability of outcrop photogrammetric models (virtual models) produced by the educational innovation team within the Research Group RNM190 of the Junta de Andalucía. After identifying the most relevant models that could be adapted in terms of size and resolution for online publication, stratigraphic sections were logged in the area of the photogrammetric models and samples were collected for thin section preparation. The photogrammetric models were then interpreted and the stratigraphic sections and microfacies analysis were integrated. Finally, the virtual tool was assembled and edited for online publication.

This innovation project provides a freely accessible tool (<https://sketchfab.com/RNM190/models>) to support the practical teaching of geology to students and teachers at the University of Granada. The virtual content generated facilitates the understanding and reasoning of theoretical concepts explained in class, while also contributing to the development of fundamental competencies of students, such as the ability to apply knowledge in practice,

reflective thinking, and the improvement of information access and management skills. Specifically, the content of the virtual tool will enhance students' abilities to (1) identify and characterise the properties of different geological materials and processes, and (2) collect, analyse, interpret and present data related to geological materials. In addition, the integrated virtual models also facilitate gradual knowledge acquisition and 'autonomous discovery', allowing students to develop their own ideas and interpretations that can be compared with the descriptions and details provided by the innovation team in the virtual tool.

This virtual tool is specifically oriented to the Geology Degree, although it can be useful in courses with geological content in the Biology, Environmental Sciences, and Civil Engineering degrees. In addition, it may be useful for students enrolled in some subjects of Master's programs related to Geology. Several of the integrated virtual models in the project correspond to outcrops visited as part of the fieldwork practises in the Geology Degree. This will help students consolidate the workflow used in the outcrop studies and enable lecturers to monitor and evaluate contents and skills in more detail.

#### D. Resultados obtenidos

Se ha desarrollado un recurso en línea (<https://sketchfab.com/RNM190/models>) que ofrece modelos digitales con información a multiescala de afloramientos de interés geológico, muchos de los cuales se visitan en las prácticas de campo de varias asignaturas del Grado en Geología y otros másteres oficiales relacionados con la Geología. Cada modelo incluye de 3 a 10 puntos de observación con explicaciones detalladas y visualizaciones a diferente escala de rasgos geológicos destacados, junto con la posibilidad de descargar las imágenes libremente. Asimismo, se incorporan enlaces a publicaciones de interés para aquellos usuarios que interesados en profundizar en temas específicos.

Los modelos virtuales del proyecto son accesibles de forma gratuita y permiten la visualización completa y sin restricciones de los modelos fotogramétricos, lo cual permite al usuario realizar sus propias observaciones más allá de las indicaciones e interpretaciones principales proporcionadas por el equipo docente. El recurso generado permite, además, la mejora continua de la información disponible en los modelos, ya que son modelos abiertos que pueden actualizarse continuamente según las necesidades de los estudiantes y/o adaptarse para diferentes cursos y/o titulaciones. Debido sus características, este recurso docente permite la incorporación flexible y continua de datos que se puedan ir generando en los afloramientos seleccionados con el tiempo. Por ejemplo, estos datos podrían ser generados por los propios estudiantes durante la realización de Trabajos de Fin de Grado, por el propio equipo de innovación, o provenir de nuevas fuentes de datos adquiridas en el marco de proyectos de innovación docente a medio plazo.

Este proyecto complementa de forma transversal aspectos desarrollados por el grupo de innovación en los ámbitos de la Sedimentología y Geología sedimentaria como, por ejemplo, las salidas virtuales de campo y un microscopio virtual.

#### Results obtained (In English)

An online teaching resource has been developed (<https://sketchfab.com/RNM190/models>) to provide multiscale models of geological outcrops of interest, many of which are visited during fieldwork in various courses of the Geology Degree and other related Master's degrees. Each model includes 3 to 10 observation points, detailed explanations and visualisations at different scales of highlighted geological features, along with the option to freely download the images. In addition, links to publications of interest are included for users interested in delving deeper into specific topics.

The virtual models in the project are freely accessible and allow complete and unrestricted visualisation of the photogrammetric models, enabling users to make their own observations beyond the main indications and interpretations provided by the teaching team. The generated resource also allows the continuous improvement of the information available in the models, as they are open models that can be continuously updated according to the needs of the students and/or adapted to different courses and/or qualifications. Due to its characteristics, this teaching resource allows a flexible and continuous incorporation of data that may be generated in the selected outcrops over time. For example, this data could be generated by the students themselves during in the course of their final degree projects, by the innovation team itself, or from new data sources acquired within the framework of medium-term teaching innovation projects.

This project transversely complements aspects developed by the innovation group in the fields of Sedimentology and Sedimentary Geology, such as virtual field trips and a virtual microscope.

#### E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades

Este proyecto refuerza el contenido del material docente virtual de Departamento de Estratigrafía y Paleontología, del cual se beneficiarán de forma directa los estudiantes que cursan asignaturas impartidas en el Área de Estratigrafía y algunas del Área de Paleontología, principalmente del Grado en Geología. Esta herramienta virtual está especialmente orientada al Grado en Geología, aunque puede ser aprovechada en asignaturas con contenido geológico en los Grados de Biología, Ciencias Ambientales e Ingeniería Civil. Además, puede ser de utilidad para aquellos estudiantes que cursan algunas asignaturas de los diferentes Máster relacionados con la Geología.

El recurso de innovación docente desarrollado permite el acceso a información a través de la red a personas de

cualquier parte del mundo que puedan estar interesadas en ella, incluyendo estudiantes de otras universidades tanto nacionales como internacionales. Atrae la atención de los estudiantes y de personas interesadas, tanto especialistas como no especialistas, hacia nuevas metodologías en la enseñanza y aprendizaje. Así mismo, proporciona acceso al profesorado de otros niveles educativos como herramienta de trabajo para la enseñanza sobre diversos aspectos de las Ciencias Naturales. Este recurso puede ser de interés para empresas con un perfil geológico multidisciplinar interesadas en realizar cursos de formación y/o actualización de sus trabajadores, ya que abarca todas las escalas de observación de forma integrada. También puede atraer a empresas relacionadas con el geoturismo, ofreciendo una forma atractiva de presentar los lugares que posteriormente pueden visitarse en persona.

Además de difundirse a través de la plataforma DIGIBUG de la UGR, se promocionará su existencia en foros de Geología y en reuniones de la Asociación Española Para la Enseñanza de Ciencias de la Tierra (AEPECT), así como en redes sociales sobre Geología gestionadas por estudiantes de la UGR, por ejemplo, @geologiaugr, la cual tiene un gran número de seguidores entre los estudiantes de Geología. El recurso docente se encuentra alojado en la plataforma en línea Sketchfab (<https://sketchfab.com/RNM190/models>), la cual alberga un gran número de modelos virtuales de gran variedad temática, lo que potencialmente aumenta su difusión entre el público.

#### **Dissemination and application of the project to other areas of knowledge and universities (In English)**

This project enhances the content of the virtual teaching material of the Department of Stratigraphy and Palaeontology, directly benefiting students enrolled in courses within the Stratigraphy area and some within the Palaeontology area, primarily from the Geology Degree. Although this virtual tool is especially oriented towards the Geology Degree, it can also be used in courses with geological content in the Biology, Environmental Sciences, and Civil Engineering programmes. In addition, it can be useful for students enrolled in master's courses related to Geology.

The teaching resource allows access to information via the internet to people worldwide who may be interested, including students from other national and international universities. It attracts the attention of students and interested individuals, both specialists and non-specialists, towards new teaching and learning methodologies. It is also accessible to teachers at other educational levels as a teaching tool for various aspects of Natural Sciences. This resource may be of interest to companies with a multidisciplinary geological profile interested in training and/or updating courses for their employees, as it integrates all scales of observation. It can also attract companies related to geotourism, offering an attractive way to present sites that can later be visited in person.

In addition to being disseminated through the UGR's DIGIBUG platform, its existence will be promoted in Geology forums and at meetings of the Spanish Association for the Teaching of Earth Sciences (AEPECT), as well as on social media platforms about Geology managed by UGR students, such as @geologiaugr, which has a large number of geology students among its followers. The teaching resource is hosted on the online platform Sketchfab (<https://sketchfab.com/RNM190/models>), which hosts a large number of virtual models of a wide variety of topics, potentially increasing its public dissemination.

#### **F. Estudio de las necesidades para incorporación a la docencia habitual**

La enseñanza de la Geología precisa de una gran carga práctica para que los estudiantes puedan comprender y asimilar los conceptos teóricos de las diferentes materias. En el Grado en Geología de la Universidad de Granada, esta enseñanza práctica se lleva a cabo en forma de prácticas de gabinete, laboratorio y de salidas de campo. Es el trabajo de campo lo que conecta realmente los conceptos teórico-prácticos con el mundo real. Sin embargo, son también estas salidas de campo las que más recursos económicos y dedicación docente demandan, lo que a menudo resulta en una carga docente insuficiente. Además, en el caso del tópico de innovación propuesto, no siempre es posible observar ejemplos en el campo que abarquen todos los tipos de sedimentos, rocas, estructuras y ambientes sedimentarios que se enseñan en las clases teóricas debido a su gran variedad, ni tampoco su integración a diferentes escalas de observación. Aún más complicada es la integración de datos de campo y de laboratorio (por ejemplo, de microscopio), ya que no siempre es posible dentro de los contenidos de una misma asignatura.

Para mejorar el aprendizaje durante las prácticas de campo y laboratorio, el cual se realiza de forma continua a través de diferentes asignaturas obligatorias y optativas a lo largo del Grado de Geología, y que es fundamental en muchas asignaturas de los diferentes másteres relacionados con la Geología, este proyecto proporciona varios modelos virtuales integrados de datos multiescala de afloramientos. La virtualización de contenidos se ha convertido en una excelente herramienta para complementar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes, especialmente cuando pueden integrar observaciones realizadas en asignaturas en un mismo ejemplo.

Debido a su carácter práctico y autónomo por parte de los estudiantes, la implementación de este recurso docente no presenta grandes dificultades para su incorporación como complemento a la docencia habitual en las asignaturas del Grado en Geología y, potencialmente, en las de otros Grados y Masters con asignaturas con contenido geológico. En particular y dentro del Grado en Geología, a partir del curso 2024-25 se promoverá el uso como recurso docente de los modelos virtuales de afloramiento e integración multiescala en las asignaturas directamente relacionadas con la temática del proyecto, como son Geología general (1º Grado en Geología), Cartografía Geológica (1º Grado en Geología), Sedimentología (2º Grado en Geología), Trabajo de Campo I-

Sedimentología (2º Grado en Geología), donde se visitan varios de los afloramientos incluidos en este proyecto, Trabajo de Campo I-Paleontología (2º Grado en Geología), Análisis de Cuencas (4º Grado en Geología), Sedimentología Aplicada (4º Grado en Geología) y Paleontología Aplicada (4º Grado en Geología). En función de la experiencia obtenida, se considerará promover su uso en asignaturas del Máster GEOREC de la UGR en las asignaturas de Reservorios carbonatados, Reservorios siliciclásticos, Paleontología aplicada a los recursos energéticos y Análisis de Cuencas aplicado a la exploración de hidrocarburos. Posteriormente y una vez evaluada y contrastada la experiencia docente, se promoverá su uso en otras asignaturas del Grado en Geología con la posibilidad de incluir contenidos conjuntos y en otros Grados de la Universidad de Granada.

#### **G. Puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora**

El proyecto de innovación docente presentado aporta una herramienta de libre acceso que complementa la comprensión y el aprendizaje por parte de los estudiantes y permite el “descubrimiento autónomo” por parte de los mismos para desarrollar ideas e interpretaciones propias. Se trata de una herramienta de consulta rápida que fomenta la autonomía de los estudiantes y los motiva a aplicar sus conocimientos en otras salidas de campo.

El recurso en línea facilita el aprendizaje a personas con discapacidades motrices que tienen dificultades para el acceso a los afloramientos de campo, así como a personas con pocos medios económicos que podrían tener dificultades para subvencionarse el trabajo de campo y garantiza la igualdad de género. Además, el recurso virtual evita el deterioro de zonas de especial protección donde pueda haber afloramientos de interés al reducir considerablemente el número de visitas a los mismos.

El recurso docente se propone como una herramienta abierta y flexible que se podrá actualizar con contenidos adicionales. Las posibles opciones de mejora de este recurso de innovación docente incluyen el mantenimiento y actualización. La mejor forma de mantener el recurso docente actualizado es aumentando su contenido. Para ello, se considerará (1) incluir los modelos fotogramétricos que utilice el equipo docente en sus proyectos de investigación; (2) solicitar la participación de otros docentes e investigadores que dispongan de modelos virtuales de afloramiento y quieran contribuir con las aportaciones relacionadas con su investigación a la base de datos del proyecto; y (3) concurrir a nuevas convocatorias de proyectos de innovación docente. Sin embargo, tanto el mantenimiento y actualización del recurso en línea requieren de recursos económicos adicionales una vez finalizado el proyecto.

Las principales dificultades que presenta el recurso docente es la posibilidad de incorporar datos de subsuelo que complementen la tipología y escala de las observaciones, pues su ejecución requiere de grandes recursos económicos y de los permisos pertinentes por parte de la administración y/o particulares, lo cual, en el caso del presente proyecto, no pudo realizarse tal y como se planteó inicialmente.