

Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes			
Título	Introducción de Herramientas de Divulgación Científica para la mejora en el proceso Enseñanza-Aprendizaje en Ingeniería Estructural		
Código	22-104	Fecha de Realización:	Convocatoria PIBD 2022-2024 Avanzados y Coordinados
Coordinación	Apellidos	Puertas García	
	Nombre	María Esther	
Tipología	Tipología de proyecto	Avanzado	
	Rama del Conocimiento	Ingeniería y Arquitectura	
	Línea de innovación	Dimensión 1: Diseño, organización, desarrollo y evaluación de la docencia	
B. Objetivo Principal			
<p><i>"Incluir el uso del portal divulgativo Estructurando.net en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la ingeniería estructural como estrategia de enseñanza centrada en el estudiante para atender a la diversidad del estudiantado."</i></p>			
C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes			
<p>Resumen del proyecto realizado: Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.</p>			
<p>El proyecto surgió a partir de la colaboración entre el Máster Universitario en Estructuras y el portal web Estructurando.net con el objeto introducir elementos de divulgación científica en la docencia del Máster, así como nutrir de contenidos en la educación en ingeniería estructural al portal. Entre las ventajas que ha supuesto la implantación de este proyecto se encuentran la de utilizar contenidos existentes y crear nuevos contenidos en abierto que permitan servir de base a la docencia, así como la creación de complementos en la formación a los estudiantes del Máster para así poder abordar uno de los grandes problemas del este, la heterogeneidad del estudiantado.</p>			
<p>El proyecto se ha desarrollado en dos cursos académicos. En el primer curso se trabajó inicialmente en la definición de la metodología a seguir junto a la creación de los instrumentos de evaluación. Una vez finalizada esa parte, se implementó la metodología desarrollada en las asignaturas simultáneamente a la generación de contenidos que se pondrían a disposición del público en general en el portal web. Tras un proceso de análisis del grado de satisfacción e impacto del proyecto, se establecieron las medidas correctoras oportunas para su aplicación a las asignaturas del siguiente semestre. Finalmente se procedió a la evaluación y difusión del proyecto.</p>			
<p>Los objetivos específicos del proyecto han sido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar una metodología para la implementación en la educación de elementos de divulgación científica en el ámbito de la ingeniería estructural. - Evaluar la eficacia de la propuesta planteada como metodología educativa en el ámbito de la ingeniería estructural. - Divulgar conceptos de ingeniería estructural. 			
<p>En el proyecto han participado un total de ocho profesores y colaborado los dos autores del portal Estructurando. Las asignaturas implicadas en la aplicación de la metodología del proyecto son seis de las catorce asignaturas que conforman el Máster Universitario en Estructuras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinámica de Estructuras (3.6 ECTS, 1S, OBL) - Mecánica Computacional I: Elementos Finitos (3.6 ECTS, 1S, OBL) - Seminarios de Ciencia e Ingeniería de las Estructuras (3.6 ECTS, 1S, OPT) - Análisis Modal y Detección de Defectos (3.6 ECTS, 2S, OPT) - Evaluación no Destructiva y Calidad en Estructuras (3.6 ECTS, 2S, OPT) - Aplicación de la Mecánica de la Fractura al Hormigón Estructural (3.6 ECTS, 2S, OPT) 			
<p>La metodología desarrollada se basó en las premisas básicas de un proyecto de innovación docente. El proyecto se estructuró en tres grandes bloques, necesarios para lograr cada uno de los objetivos establecidos.</p>			



FASE 1. Desarrollo del Marco Teórico de referencia

El trabajo comenzó con la recopilación de toda la información disponible sobre la introducción de elementos de divulgación en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Junto a dicha revisión bibliográfica, se desarrolló una metodología para la introducción del uso del portal Estructurando.net en la docencia del Máster Universitario en Estructuras en tres niveles:

- Básico: la docencia se nutre únicamente de los recursos existentes en el portal.
- Medio: la docencia en la asignatura se complementa con los recursos existentes en el portal y se crearon nuevos recursos por el profesorado de la asignatura.
- Avanzado: la docencia de la asignatura se complementaría con los recursos existentes en el blog y se crearían nuevos recursos por el estudiantado bajo la supervisión del profesorado. Este trabajo formaría parte de la evaluación de la asignatura.

De forma paralela, en esta fase se realizó una planificación de los trabajos, definiendo el nivel de uso del portal en cada una de las asignaturas y programando la creación y uso de los contenidos. En esta fase se definieron, asimismo, el nivel que se asignaría en cada asignatura.

Por último, se trabajó en la creación de los elementos de evaluación del proyecto.

FASE 2. Implementación de la metodología desarrollada y recogida de datos

Una vez se definieron todas las estrategias de trabajo y concretó la metodología, la segunda fase del proyecto consistió en la implantación de esta en las asignaturas del segundo semestre del Máster que participaron en el proyecto. Las asignaturas correspondientes a este periodo tuvieron como objeto la aplicación de la metodología en sus niveles básico y medio.

Durante el proceso de implementación se realizó la recogida de datos necesaria para la evaluación intermedia del proyecto.

La segunda parte de esta fase coincidió con el primer semestre del curso 2023-2024. Se procedió a aplicar la metodología, con las correcciones que fuesen necesarias tras el análisis previo. En este periodo no fue posible introducir el nivel avanzado de aplicación de la metodología, quedando implementado el nivel definido como medio.

FASE 3. Evaluación del proyecto y obtención de conclusiones

Tras la finalización de las asignaturas de la fase 2, se realizó un análisis exhaustivo de todos los datos recogidos, así como se analizó el impacto del proyecto para todos los agentes participantes en el mismo: estudiantado, profesorado y portal Estructurando.net.

El trabajo de análisis y obtención de conclusiones ha permitido elaborar la presente memoria final.

Para la **evaluación** del proyecto se ha seguido un diseño mixto (cualitativo y cuantitativo). Así, se elaboró un cuestionario inicial que se planteaba para el análisis previo de herramientas que poseía el estudiantado y las expectativas que tenían de la asignatura a través de cuatro preguntas con escala Likert (1: muy negativo – 5: muy positivo), así como la pregunta sobre si conocían el portal estructurando.net.

Para la evaluación final se obtuvieron los datos de estudiantes que habían trabajado siguiendo la metodología desarrollada y sus calificaciones para relacionarlos con aquellos que no trabajaron con la metodología.

Además, se realizó una medida cualitativa de la efectividad del proyecto por parte del profesorado a través de una entrevista oral semiestructurada basada en los siguientes ejes: (i) proceso de diseño de la metodología, (ii) implementación de la metodología en el aula, (iii) relación profesor-estudiante en el aula y (iv) relación entre las estrategias implementadas y la promoción del aprendizaje significativo.

Summary of the Project (In English):

The project originated from the collaboration between the Master's Degree in Structures and the website Estructurando.net with the aim of introducing elements of scientific dissemination into the teaching of the Master's program, as well as providing educational content on structural engineering to the website. Among the advantages of implementing this project are the use of existing content and the creation of new open-access content to serve as a basis for teaching, as well as the creation of additional training for Master's students to address one of the major issues, the heterogeneity of the student body.

The project was developed over two academic years. In the first year, the focus was initially on defining the methodology to be followed and creating the evaluation instruments. Once this phase was completed, the developed methodology was implemented in the courses simultaneously with the generation of content that would be made available to the general public on the website. After analyzing the level of satisfaction and impact of the project, appropriate corrective measures were established for application to the courses in the following semester. Finally, the project was evaluated and disseminated.

A total of eight professors and the two authors of the Estructurando portal participated in the project. The subjects involved in the application of the project methodology are six of the fourteen subjects that make up the Master's Degree in Structures:

- Dynamics of Structures (3.6 ECTS, 1S, MAND)
- Computational Mechanics I: Finite Elements (3.6 ECTS, 1S, MAND)
- Seminars on Science and Engineering of Structures (3.6 ECTS, 1S, OPT)
- Modal Analysis and Defect Detection (3.6 ECTS, 2S, OPT)
- Non-Destructive Evaluation and Quality in Structures (3.6 ECTS, 2S, OPT)
- Application of Fracture Mechanics to Structural Concrete (3.6 ECTS, 2S, OPT)

The developed methodology was based on the basic premises of a teaching innovation project. The project was structured into three major blocks, necessary to achieve each of the established objectives.



PHASE 1. Development of the Theoretical Framework of Reference

The work began with the compilation of all available information on the introduction of dissemination elements in teaching-learning processes.

Alongside this literature review, a methodology was developed for the introduction of the use of the Estructurando.net portal in the teaching of the Master's Degree in Structures at three levels:

- a) Basic: teaching relies solely on existing resources on the portal.
- b) Intermediate: teaching is supplemented with existing resources on the portal and new resources created by the course instructors.
- c) Advanced: teaching is supplemented with existing resources on the blog and new resources created by the students under the supervision of the instructors. This work would be part of the course evaluation.

Simultaneously, a work plan was developed in this phase, defining the level of portal use in each subject and scheduling the creation and use of the content. During this phase, the level assigned to each subject was also defined.

Lastly, work was carried out on creating the project evaluation elements.

PHASE 2. Implementation of the Developed Methodology and Data Collection

Once all the work strategies were defined and the methodology was finalized, the second phase of the project involved the implementation of this methodology in the second-semester courses of the Master's in Structural Engineering that participated in the project. The courses during this period aimed to apply the methodology at the basic and intermediate levels.

During the implementation process, data collection necessary for the intermediate evaluation of the project was carried out.

The second part of this phase coincided with the first semester of the 2023-2024 academic year. The methodology was applied with any necessary corrections following the previous analysis. During this period, it was not possible to introduce the advanced level of the methodology, and thus the implementation remained at the defined intermediate level.

Phase 3: Project Evaluation and Conclusion

After the completion of the courses in Phase 2, an exhaustive analysis of all collected data was conducted, along with an assessment of the project's impact on all participating stakeholders: students, faculty, and the Estructurando.net portal.

This analysis and the conclusions drawn from it have enabled the preparation of this final report.

For the evaluation of the project, a mixed-method design (qualitative and quantitative) was employed. An initial questionnaire was developed for the preliminary analysis of the tools available to students and their expectations for the course. This questionnaire included four Likert scale questions (1: very negative – 5: very positive), as well as a question about their familiarity with the Estructurando.net portal.

For the final evaluation, data were obtained from students who had worked following the developed methodology, and their grades were compared with those of students who did not use the methodology.

Additionally, a qualitative measure of the project's effectiveness was conducted through semi-structured oral interviews with faculty, focusing on the following areas: (i) the methodology design process, (ii) implementation of the methodology in the classroom, (iii) teacher-student relationship in the classroom, and (iv) the relationship between the implemented strategies and the promotion of meaningful learning.

D. Resultados obtenidos

Los resultados del proyecto presentados en esta memoria se han obtenido a partir de los cuestionarios internos realizados y considerando las calificaciones obtenidas. La efectividad del proyecto en relación con los objetivos planteados se ha visto mermada debido a la imposibilidad de implementar la metodología en su nivel avanzado.

Uno de los pilares básicos del proyecto consistía en atender la diversidad del estudiantado. Tal y como se puede apreciar en la tabla 1, la heterogeneidad de titulaciones ha desaparecido en los dos últimos cursos que han sido los de aplicación del proyecto. Si bien, los países y universidades de origen siguen siendo muy variadas, por lo que se mantiene la heterogeneidad en relación con los contenidos de ingeniería de estructuras impartidos en la titulación de grado.

Tabla 1. Estudios de acceso al máster.

Curso Académico	Arquitectura	Edificación	Ingeniería Aeronáutica	Ingeniería Civil	Ingeniería Industrial
2020-2021	35,7 %	-	-	57,1 %	7,1 %
2021-2022	22,0 %	22,0 %	11,0 %	22,0 %	22,0 %
2022-2023	12,5 %	-	-	87,5 %	-
2023-2024	25,0 %	-	-	75,0 %	-

Cabe destacar que el 100% del estudiantado desconocía el portal estructurando y, en consecuencia, no lo había consultado previamente. Tras el estudio, todos habían llegado a consultarlo, pero sólo un 40,0% en el curso 2022-23 y un 37,5% en el curso 2023-24 de los estudiantes participaron de forma activa incorporando contenidos del portal en su aprendizaje.

Los resultados académicos obtenidos son similares si se comparan las medias obtenidas para los estudiantes que participaron en el estudio (grupo A) y los que no (grupo B), pero puede apreciarse cómo la desviación estándar es mayor en aquellos que no emplearon los recursos de estructurando en su aprendizaje (tabla 2).

Tabla 2. Calificación media obtenida por los estudiantes.

Curso Académico	Grupo A	Grupo B
2022-2023	8,36 ± 1,41	8,58 ± 1,78
2023-2024	7,92 ± 0,59	7,64 ± 1,37

La efectividad del proyecto en relación a los objetivos planteados se ha analizado a través de entrevistas realizadas al profesorado implicado que ha destacado la efectividad de utilizar material externo para completar el proceso de autoaprendizaje del estudiantado, pero ha mostrado la dificultad para poder implicar al estudiantado a crear material adicional y, en consecuencia, el proyecto no ha podido completarse con el nivel avanzado de metodología.

Results obtained (In English)

The results of the project presented in this report have been obtained from internal questionnaires and by considering the grades achieved. The effectiveness of the project in relation to the proposed objectives has been diminished due to the inability to implement the methodology at its advanced level.

One of the fundamental pillars of the project was to address the diversity of the student body. As shown in Table 1, the heterogeneity of degrees has disappeared in the last two courses, which have been the ones where the project was applied. However, the countries and universities of origin remain very varied, maintaining heterogeneity concerning the structural engineering content taught in the undergraduate degree.

Table 1. Background studies of Master's students.

Academic Year	Architecture	Building	Aeronautical Engineering	Civil Engineering	Industrial Engineering
2020-2021	35,7 %	-	-	57,1 %	7,1 %
2021-2022	22,0 %	22,0 %	11,0 %	22,0 %	22,0 %
2022-2023	12,5 %	-	-	87,5 %	-
2023-2024	25,0 %	-	-	75,0 %	-

It is worth noting that 100% of the students were unaware of the Estructurando portal and, consequently, had not consulted it previously. After the study, all of them had visited the portal, but only 40.0% in the 2022-23 academic year and 37.5% in the 2023-24 academic year actively incorporated the portal's content into their learning.

The academic results obtained are similar when comparing the averages of the students who participated in the study (Group A) and those who did not (Group B). However, it can be observed that the standard deviation is higher for those who did not use the Estructurando resources in their learning (Table 2).

Table 2. Average Grades Obtained by Students.

Academic Year	Group A	Group B
2022-2023	8,36 ± 1,41	8,58 ± 1,78
2023-2024	7,92 ± 0,59	7,64 ± 1,37

The effectiveness of the project in relation to the established objectives has been analyzed through interviews with the involved faculty. These interviews highlighted the effectiveness of using external material to supplement the students' self-learning process. However, they also pointed out the difficulty in engaging students to create additional material. Consequently, the project was unable to be completed with the advanced level of the methodology.

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

La metodología desarrollada se puede implementar en otras asignaturas que imparten en los estudios de Grado en Ingeniería Civil, Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Grado en Estudios de Arquitectura, Máster Universitario en Arquitectura y Máster Universitario en Rehabilitación Arquitectónica.

Asimismo, se ha promovido la implantación de la metodología en otras asignaturas a través de la impartición de una sesión en el Equipo Docente de formación de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos:

- Puertas, E. *El uso de las TICs en la Divulgación Educativa*. Equipo Docente de la ETSICCP. 2023.

Los resultados del proyecto se han difundido en los siguientes foros:

- Puertas, E.; Bravo, R.; Agudelo, J.A.; Gallego, R. *El uso las TIC en la Divulgación Educativa de la Ingeniería Estructural*. Congreso **EDUTECH 2022**. Educación transformadora en un mundo digital: conectando paisajes de aprendizaje celebrado en la Universitat de les Illes Balears, los días 16, 17 y 18 de noviembre de 2022.
- Puertas, E.; Ávila, F.; Bravo, R.; Agudelo, J.A.; Gallego, R. *Proyecto docente para la inclusión de la divulgación científica en el proceso enseñanza-aprendizaje en ingeniería estructural*. **INDOTEC 2023**. 6th International Conference on Educational Innovation in Technical Careers.

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

The developed methodology can be implemented in other courses offered in the Bachelor's Degree in Civil Engineering, the Master's Degree in Civil Engineering, the Bachelor's Degree in Architectural Studies, the Master's Degree in Architecture, and the Master's Degree in Architectural Rehabilitation.

Additionally, the methodology has been promoted for implementation in other courses through a session held with the Teaching Team of the Technical School of Civil Engineering:

- Puertas, E. The Use of ICTs in Educational Outreach. Teaching Team of the ETSICCP. 2023.

The project's results have been disseminated in the following forums:

- Puertas, E.; Bravo, R.; Agudelo, J.A.; Gallego, R. The Use of ICT in Educational Outreach for Structural Engineering. EDUTEC 2022 Conference. Transformative Education in a Digital World: Connecting Learning Landscapes, held at the University of the Balearic Islands on November 16, 17, and 18, 2022.
- Puertas, E.; Ávila, F.; Bravo, R.; Agudelo, J.A.; Gallego, R. Teaching Project for the Inclusion of Scientific Outreach in the Teaching-Learning Process in Structural Engineering. INDOTEC 2023. 6th International Conference on Educational Innovation in Technical Careers.

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

A la vista de los resultados obtenidos esta experiencia se considera satisfactoria y es extrapolable a diferentes disciplinas. Si bien, se estima necesario formar a los docentes en la creación de contenidos de divulgación en la red para poder abordar la metodología con éxito.

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

El proyecto, si bien ha supuesto una mejora en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje ya que ha consistido en la integración de estrategias centradas en el aprendizaje de estudiantado con el objeto de fomentar su motivación, autonomía y autorregulación en el proceso de aprendizaje, no ha tenido el impacto deseado por el profesorado participante. La carencia de una formación especializada del profesorado para desarrollar contenidos divulgativos de impacto en internet, así como la amplia cantidad de materiales necesarios para poder abordar el aprendizaje autónomo de cada perfil de estudiante ha impedido que se haya desarrollado con la facilidad esperada. Desde el punto de vista académico, el desarrollo del proyecto no ha supuesto ninguna dificultad.