



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

eug EDITORIAL  
UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

# VI Jornadas Internacionales sobre Innovación Docente en las Titulaciones Técnicas

## Libro de Actas

INDOTECH  
2023

Lucía Comino Mateos  
Mónica López Alonso  
Nicolás Marín Ruiz  
José Manuel Poyatos Capilla  
(Eds.)



VI JORNADAS INTERNACIONALES  
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE  
EN LAS TITULACIONES TÉCNICAS

LIBRO DE ACTAS

GRANADA, 26 y 27 DE OCTUBRE DE 2023



Grupo Docente Interdisciplinar de la ETSICCP

Granada  
2024

Editores: Lucía Comino Mateos, Mónica López Alonso, Nicolás Marín Ruiz y José Manuel Poyatos Capilla

Comité Científico:

Nicolás Marín Ruiz (coordinación), Javier Abad Ortega, Juan Carlos Cubero Talavera, Rocío De Oña López, Miguel Del Sol Sánchez, Joaquín Fernández Valdivia, Laura Garach Morcillo, Jesús Garrido Manrique, Pedro González Rodelas, Juan José Granados Romera, Clemente Irigaray Fernández, Eulalia Jadraque Gago, María Lourdes Jalón, Ramírez Ana Jiménez del Barco Carrión, Carlos León Robles, Alejandro León Salas, Juan Carlos Leyva Díaz, Javier Martínez Baena, Pedro Manuel Martínez Jiménez, María José Martínez-Echevarría Romero, Jesús Mataix Sanjuán, Begoña Moreno Escobar, Ángel Fermín Ramos Ridao, Gustavo Rivas Gervilla, María Isabel Rodríguez Rojas, Luz Marina Ruiz Hernández, Daniel Sánchez Fernández y Francisco Serrano Bernardo.

Comité Organizador:

Lucía Comino Mateos (Coordinación), Laura Antiñolo Bermúdez, Miguel del Sol Sánchez, Verónica Díaz Mendoza, M<sup>a</sup> Paz Fernández Oliveras, Luisa M<sup>a</sup> Gil Martín, Pedro Javier Magaña Redondo, Nicolás Marín Ruiz, Carlos Martínez Bazán, M<sup>a</sup> Mar Muñio Martínez, M<sup>a</sup> Begoña Moreno Escobar, Antonio Manuel Peña García y Esther Puertas García.

© LOS AUTORES

© LOS EDITORES

© UNIVERSIDAD DE GRANADA

ISBN: 978-84-338-7313-2

Edita: Editorial Universidad de Granada

Campus Universitario de Cartuja

Colegio Máximo, s.n., 18071, Granada

Tel.: 958 243930-246220

www: editorial.ugr.es

*Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.*

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| ARTÍCULOS. . . . .   | 11 |
| 1. <i>Can ChatGPT and other AI tools help in teaching tasks?</i> . . . . .   | 13 |
| Ruiz, M. Dolores; Díaz-García, J. Ángel; Ortiz-Viso, Bartolomé; Paños-Basterra, Juan; López-Joya, Salvador; Morales-Garzón, Andrea; Morcillo-Jiménez, Roberto; Fernández-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel |    |
| 2. <i>Artificial Intelligence and Personal Knowledge Management tools for teaching</i> . .   | 21 |
| Morcillo-Jiménez, Roberto; Morales-Garzón, Andrea; López-Joya, Salvador; Paños-Basterra, Juan; Ortiz-Viso, Bartolomé; Ruiz, M. Dolores; Díaz-García, J. Ángel; Fernández-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel |    |
| 3. <i>The influence of ChatGPT on the artificial intelligence teaching: An ethical and correct use.</i> . . . . .  | 29 |
| Díaz-García, J. Ángel; Ruiz, M. Dolores; Ortiz-Viso, Bartolomé; Morales-Garzón, Andrea; Morcillo-Jiménez, Roberto; Paños-Basterra, Juan; López-Joya, Salvador; Fernández-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel |    |
| 4. <i>La investigación transversal entre disciplinas técnicas y humanidades. Diagnóstico de bienes patrimoniales en la Educación Superior</i> . . . . .  | 35 |
| García González, Julia; Gutiérrez Carrillo, María Lourdes  |    |
| 5. <i>Adquisición de competencias transversales de forma extracurricular en el Grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada. Curso de Formación Transversal.</i> . . .                                 | 43 |
| Martínez-Echevarría Romero, María José; Jadraque Gago, Eulalia; Rodríguez Rojas, M. Isabel   |    |
| 6. <i>Aprendizaje experiencial como herramienta para fomentar la concienciación ambiental de los estudiantes universitarios.</i> . . . . .   | 51 |
| Ruiz Hernández, Luz Marina; Martín-Pascual, Jaime; Zamorano Toro, Montserrat   |    |

|  |     |
|--|-----|
| 7. <i>IngEscapeOn: un método de aprendizaje para asignaturas de Ingeniería basado en proyectos de Escape Room Online . . . . .</i>   | 59  |
| Martínez Jiménez, Pedro M.; Prados Suárez, María Belén; Molina Fernández, Carlos; Soto-Hidalgo, José Manuel; Martínez Rojas, María; Rivas Gervilla, Gustavo  |     |
| 8. <i>The NextGEng Project: First Steps of an International Co-Teaching Experience. . . . .</i>  | 67  |
| Dorado-Vicente, Rubén; Satorres-Martínez, Silvia; Jiménez-González, José Ignacio; Martínez-Gila, Diego Manuel; Kakko, Anneli; Luosma, Petri; Lapusan, Ciprian; Rad, Ciprian  |     |
| 9. <i>Impacto del uso de actividades de aprendizaje autónomo en las tasas de éxito y abandono de una asignatura de turbomáquinas hidráulicas . . . . .</i>   | 73  |
| Durán, Eduardo; López, José Manuel; Gutiérrez-Castillo, Paloma; del Pino, Carlos   |     |
| 10. <i>Implementación de técnicas de Gamificación en la práctica docente en asignaturas de Ciencias e Ingeniería . . . . .</i>   | 79  |
| Carmona López, Francisco David; Bossini Castillo, Lara; Montes Lorenzo, Rosa; Muñoz Fernández, Pilar; Cuadros Celorrio, Marta; Álvarez Cubero, María Jesús; Rodríguez Lara, María Isabel; Sánchez Medina, María Pilar; Ionescu Ana María Andreea; Rivera Sánchez, Margarita; Castro Torres, José Juan; Blanco Benítez, Carlos; Muñío Martínez, María del Mar; Ayllón Cases, Verónica |     |
| 11. <i>La oportunidad de relacionar la investigación con la docencia. . . . .</i>  | 87  |
| Díaz, Verónica; Antiñolo, Laura; Muñío, M <sup>a</sup> del Mar; Poyatos, José Manuel   |     |
| 12. <i>El Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP como herramienta para la mejora continua de las enseñanzas universitarias . . . . .</i>  | 91  |
| Comino, Lucía; López-Alonso, Mónica  |     |
| 13. <i>Implantación de sistema para el seguimiento y tutorización de TFG/TFM en la ETSICCP . . . . .</i>   | 97  |
| Mataix-Sanjuán, Jesús; León-Robles, Carlos; Martín-Pascual, Jaime  |     |
| 14. <i>Experiencia en la evaluación continua en los trabajos de fin de grado en ingenierías. . . . .</i>   | 105 |
| Sol-Sánchez, Miguel; Moreno Escobar, Begoña; Puertas, Esther   |     |

|   |     |
|---|-----|
| 15. <i>Autoaprendizaje y accesibilidad para la enseñanza de la Estadística mediante un entorno virtual</i> . . . . .  | 111 |
| Rueda Sánchez, Jorge Luis; Cobo, Beatriz; Rueda García, María del Mar   |     |
| 16. <i>Proyecto docente para la inclusión de la divulgación científica en el proceso enseñanza-aprendizaje en ingeniería estructural.</i> . . . . .   | 117 |
| Puertas, Esther; Ávila, Fernando; Bravo, Rafael; Agudelo, José Antonio; Gallego, Rafael   |     |
| 17. <i>Estrategia de Internacionalización en la E.T.S.I.C.C.P. de la Universidad de Granada.</i> . . . . .  | 125 |
| Rodríguez-Rojas, M. Isabel; Comino, Lucía; Martínez-Echevarría, M. José; Martín-Pascual, Jaime; López-Alonso, Mónica  |     |
| 18. <i>Impacto de la evaluación continua stricto sensu durante las clases invertidas</i> . . . .  | 133 |
| Garrido Manrique, Jesús; García-Yeguas, María Araceli   |     |
| PÓSTERES. . . . .   | 141 |
| 1. <i>Enseñanza y mejoras en el aprendizaje integral de sistemas de procesamiento digital.</i> ..   | 143 |
| García, Rosa M.; Novas, Nuria; Portillo, Francisco; Fernández, Manuel; Segura, Francisco; Gázquez, José A.  |     |
| 2. <i>Intensificación en el desarrollo de competencias en la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales a través del análisis de diagramas de flujo mediante estrategias de trabajo colaborativo</i> . . . . . | 151 |
| Leyva Díaz, Juan Carlos; Postigo Rebollo, Cristina; García Martínez, Francisco Javier; Gómez Nieto, Miguel Ángel; Poyatos Capilla, José M.  |     |
| 3. <i>Herramientas didácticas en 3D como estrategia de aprendizaje en Ingeniería</i> . . .  | 159 |
| Barbudo, Auxi; Galvín, Adela P.; López-Uceda, Antonio   |     |
| 4. <i>Animaciones en 3D como herramienta didáctica en procesos constructivos</i> . . . .  | 167 |
| Barbudo, Auxi; Beltrán, Manuel G.; López-Uceda, Antonio; López, Martín; Galvín, Adela P.  |     |
| 5. <i>Prácticas curriculares en túneles de viento: aplicación a problemas de aerodinámica.</i> ..   | 175 |
| Lorite-Díez, Manuel; Durán-Venegas, Eduardo; Bárcenas-Luque, Antonio José; Estepa-Cantero, Cecilia  |     |

|  |     |
|--|-----|
| 6. <i>Qué influye en el índice de suspensos en las asignaturas de Hormigón armado y Estructura metálica del grado de ingeniería civil</i> . . . . .  | 181 |
| Gil Martín, Luisa María; Hernández-Montes, Enrique   |     |
| 7. <i>Integración de alumnos con necesidades especiales de aprendizaje en carreras técnicas. Experiencia en la Universidad de Granada</i> . . . . .  | 187 |
| Hernández, Luisa; Olmo, Juan Carlos  |     |
| 8. <i>El método de enseñanza de la Geometría Descriptiva en los nuevos modelos y planes universitarios: análisis y propuestas</i> . . . . .  | 193 |
| Gómez Vargas, Juan Carlos  |     |
| 9. <i>Incorporación de competencias transversales en el Grado en Ingeniería Civil por la Universidad de Granada. Una oportunidad para mejorar la empleabilidad</i> . . . . .                                     | 199 |
| Martín-Pascual, Jaime; Mataix-Sanjuán, Jesús; López-Alonso, Mónica   |     |
| 10. <i>Empowering Scholars with AI: Enhancing Systematic Literature Exploration for Novel Scholars</i> . . . . .   | 207 |
| Ortiz-Viso, Bartolome; Ruiz, M. Dolores; Díaz-García, J. Ángel; Paños-Basterra, Juan; López-Joya, Salvador; Morales-Garzón, Andrea; Morcillo-Jiménez, Roberto; Fernández-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel |     |
| 11. <i>Aprendizaje práctico de ciencia y tecnología de los materiales a través del estudio de proyectos reales de construcción</i> . . . . .   | 213 |
| Sol Sánchez, Miguel; Martínez-Echevarría, María José; López Alonso, Mónica; Jiménez del Barco Carrión, Ana   |     |
| 12. <i>Aula invertida con apoyo de laboratorio en Electrónica Básica: opiniones tras la implementación en la Universidad de Almería</i> . . . . .  | 219 |
| Portillo, Francisco; Garcia, Rosa M.; Novas, Nuria N; Fernández-Ros, Manuel; Segura, Francisco; Gázquez, José A.   |     |
| 13. <i>¿Turno de mañana o de tarde? Una evaluación empírica</i> . . . . .  | 227 |
| Gaggero, Alessio; Fernández Sánchez, María del Pilar; González-Gallardo, Sandra  |     |
| 14. <i>Métodos de evaluación en el grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada</i> . . . . .  | 233 |
| Garrido Manrique, Jesús; Granados Romera, Juan José; Jadraque Gago, Eulalia; Muñoz Beltrán, Rafael   |     |

## PRÓLOGO

Tras un pequeño periodo de descanso motivado por la pandemia, este año se han podido realizar las VI Jornadas Internacionales sobre Innovación Docente en las Titulaciones Técnicas, un foro donde el personal docente e investigador de universidad puede compartir experiencias y continuar avanzando en la mejora de la docencia de la mano de la innovación y la tecnología.

Las jornadas se han celebrado los días 26 y 27 de octubre, en la ETSICCP de la Universidad de Granada.

Una de las cosas positivas que ha traído esta crisis es la aparición de nuevos enfoques metodológicos cuyo éxito nos anima a incorporarlos de forma definitiva en las aulas. Estos enfoques, junto con otros estudios y prácticas innovadoras de interés para la mejora de la calidad de la docencia, han sido el objetivo de esta nueva edición de las jornadas que, como puede comprobarse en este libro de actas, han tenido contribuciones especialmente relevantes que esperamos sean de interés para los lectores.

LUCÍA COMINO MATEOS  
MÓNICA LÓPEZ ALONSO  
NICOLÁS MARÍN RUIZ  
JOSÉ MANUEL POYATOS CAPILLA



## ARTÍCULOS



# Can ChatGPT and other AI tools help in teaching tasks?

Ruiz, M. Dolores; Díaz-García, J. Ángel; Ortiz-Viso, Bartolomé; Paños-Basterra, Juan; López-Joya, Salvador; Morales-Garzón, Andrea; Morcillo-Jiménez, Roberto; Fernández-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel

*CITIC, Computer Science and AI, University of Granada, mdruiz@decsai.ugr.es, jagarcia@decsai.ugr.es, bortiz@ugr.es, panosjuan@ugr.es, slopezjoya@ugr.es, amoralesg@ugr.es, robermorji@ugr.es, cijferba@decsai.ugr.es, karel@decsai.ugr.es*

## ABSTRACT

This paper is aimed to show and explore how AI-powered chatbots and other AI tools can facilitate diverse types of teaching and administrative tasks for educators. We raise the benefits and weaknesses of its usage, recognizing that AI tools are meant to complement and augment the teaching process rather than replace the role of educators.

**Keywords:** ChatGPT, Artificial Intelligence, Teaching.

## I. INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) tools have proven their ability to help in various industries, facilitating many of the tasks, including not only those involving physical manipulation of objects but also managing massive amounts of data. In recent years, the access to data has propitiated a rapid advancement of AI-powered tools, like Chatbots using models like ChatGPT. These AI tools leverage natural language processing and machine learning capabilities to understand, process, and respond to human queries in a conversational manner. Although educators are aware of such tools and their dangerous misuse in education, we have to be prepared not only for knowing how the students can use them to help in their homework, but also to take advantage of them in our daily teaching tasks especially in university.

The use of ChatGPT and other AI tools for teaching support opens up a plethora of opportunities to enhance the learning experience, improve educational outcomes, and optimize the teaching process. These tools can be employed at various stages of education, but in this paper we will do a review of the opportunities they bring in academia.

This paper is intended to explore how AI-powered chatbots and other AI tools are being leveraged in the education sector to facilitate personalized learning, provide instant support to students, automate administrative tasks for educators, and foster a more interactive and engaging learning environment (RAHMAN, 2023). However, it is essential to strike a balance between the benefits of AI and the human touch, recognizing that AI tools are meant to complement and augment the teaching process rather than replace the role of educators (PEDRÓ, 2019). In this article, we will also delve into the potential challenges and considerations that come with the integration of AI in education, emphasizing the need for responsible AI usage to ensure data security.

The paper is structured as follows. In Section II we describe a series of teaching activities where AI tools can be used through several examples. Next Section provides a brief analysis enumerating some advantages and drawbacks detected. In Section IV we provide some tools using AI that can be useful for teaching. We give some conclusions in the last Section.

## II. TEACHING ACTIVITIES WHERE AI TOOLS LIKE CHATGPT CAN HELP

If we ask to ChatGPT (version 3.5) about which teaching activities can AI tools like ChatGPT can help it provides a list of 10 activities: Personalized Learning, instant student support, tutoring and remediation, essay grading and feedback, content recommendations, creating interactive learning content, language learning, classroom management, assessing student progress and language translation and accessibility. Some of these capabilities were also realized by the authors of this paper, but some of them, like the creation of interactive learning content, were not considered in our initial research.

In the following we show how ChatGPT can help in the mentioned list of activities, through several examples in order to analyze its functioning. For that we are going to focus on teaching about learning programming in first course degrees.

### II.1. *Personalized Learning and assessing student progress*

According to ChatGPT, it can act as a virtual tutor providing personalized support and guidance to individual students. For this, we asked it to provide us with an example of how to use chatGPT for personalized learning. For that it gave some steps to implement personalized learning. However, in order to achieve this, it is necessary to create a student profile in order to give personalized learning. In academia, due to the high volume of students an educator can have in their lessons, it could be an arduous task to implement it. Nonetheless, it gave some hints of how it could be implemented

for personalized learning in case we had enough time or we had a tool to integrate all the suggested steps. For this we have found several tools (see section IV) that can help to this. Particularly interesting is the integration of some of the functionalities given by ChatGPT in the moodle platform (SÁNCHEZ, 2023) taking into account that the University of Granada uses the Prado platform for teaching purposes which is based in moodle.

## II.2. *Instant student support*

Although this is not a direct teaching task, because no instant support has to be given outside the in person lessons or tutorships, it can alleviate the tutoring task of the educator, since the AI tools can help students to do an auto evaluation of their exercises, and in case of needing more support they can ask the educator (see also section II.4).

## II.3. *Tutoring and remediation*

This point is directly related to that of II.2 and II.1. Tutoring is one of the tasks of the educator in order to improve students' success when learning the concepts (RUIZ, 2014). As it was said in the previous point, chatbots can help students as a virtual tutor which can be accessed instantly. However the student has to be careful because, sometimes the AI tools can go beyond the concepts explained by the educators and may not help them leading to a tangle of concepts. We have seen this when using ChatGPT to solve some programming exercises. For that it uses concepts that will be later explained in the course. So, it is true that it can serve to explain instantly some concepts, e.g. we asked it to explain when to use a while type loop versus a for loop in python and the explanation given was surprisingly good, containing an explanation, some use cases and a summary. But to directly consult solutions it has to be used with caution (see also II.4).

## II.4. *Essay grading and feedback*

In programming learning it is not usual to ask students essay type questions, but since ChatGPT can grade questions, we tried to prove its effectiveness in grading programming exercises.

We first asked it to implement a python script that asks for a positive integer  $N$  and shows all the odd multiples of  $N$  lower than 100 and then store the number of integers found in a variable called *mul*. It also had to ensure that the introduced number should be a positive integer.

The first answer did not accomplish our expectations, since we wanted to solve the problem without the use of functions. We re-asked to do it without functions, but it still used one function to ensure the introduction of a positive integer. So we had to change the petition till we found a feasible solution.

After that we asked it to grade the solution given, but although it was a good solution with a good structure it did not give the maximum grade, adding that the code should be commented.

We also proved with other programming problems using other programming languages such as C++, and it also gave lower grades because the code did not implement validation mechanisms to ensure the format of the inputs and comments were not included.

Based on our experience we have seen that we have to be careful about its usage for grading and be aware of the limitations of the tool. For that it is advisable to prove with our own solutions in order to see what it is considered to be perfect for the AI, and supervise in every moment the grades given.

Concerning the feedback given by the AI tool, it is sufficiently detailed, so in this respect we think it can be a useful tool for the students in order to evaluate the exercises that have to be done by them during the practice lessons.

## II.5. *Content recommendations*

AI tools like chatbots can be also utilized to ask them to give new contents about a topic. Moreover, if a student profile is available, it can analyze student's interests and suggest educational resources to complement their learning journey.

We have proven this by asking ChatGPT to suggest some introductory python learning tutorial and it gave back 8 websites about python courses and tutorials with a brief description of each site. Therefore, it can be a good starting point also for educators in order to find new contents and web resources to complement the bibliography, the battery of exercises and examples, etc. Moreover, we asked it to suggest those tutorials of engineers and the resulting websites were completely different to those of the first case.

## II.6. *Creating interactive learning content*

In this case, we asked ChatGPT to give us an example of creating interactive learning content with chatGPT for learning python and it returned several steps to create an interactive python quiz to test and reinforce python programming concepts. For that, the educator has to determine the topics wanted to be covered in the quiz. After that ChatGPT has to be configured to act as a quiz bot. For that some models of questions can be suggested to the student. Next step is to explain the quiz to the students (instructions, functioning, goal of the quiz, etc.). Afterwards, the quiz questions are presented one by one using a function to accept the student's answer. Last steps are related to track and report the progress of each user (the student) and provide explanations when necessary (e.g. for incorrect answers).

## II.7. *Language learning, language translation and accessibility*

It is undoubtedly that chatbots can help a lot educators and students in language learning by means of translation of pieces of text, conversation simulations, and pronun-

ciation feedback. In this way, learners can practice and improve their language skills in an immersive way. Moreover, it can help bridge language barriers, making educational content more accessible to students from diverse linguistic backgrounds.

## II.8. *Classroom management*

AI tools can also assist in administrative tasks providing more time for educators to focus on teaching or other research tasks. It is important to note that moodle platforms are designed for this kind of tasks such as attendance tracking, scheduling, and organizing learning materials, but a step forward, by employing AI tools, would be very beneficial for educators.

## II.9. *Other tasks*

Besides all the activities pointed out by ChatGPT, through its usage we have found that AI tools can be also used for different tasks:

- **Design of evaluation activities.** This is directly related with point II.4 and II.6. We have used ChatGPT to provide test questions about python programming and also about exercises involving some specific concepts, e.g. we asked to write a 10 questions test exam about files use in python or an exam with 2 questions and its answers in python involving the use of a list, a conditional and a while loop. Although we did not like the given questions, it can serve as an inspiration for the educators.
- **Exercise explanation.** Chatbots like ChatGPT are very useful to provide explanations of exercises, especially in programming exercises or pieces of code. We proved this feature by asking ChatGPT to explain a piece of code in python and we thought that this could be very useful for students.
- **Help in paper writing.** AI tools can be very useful to find inspiration when writing a paper or some notes for a course. In fact, we have employed ChatGPT to inspire the introduction of this paper and also to provide explanations about the things ChatGPT can do to help in teaching.
- **Invitation letters.** We have also explored the use of ChatGPT to help us to write an invitation letter to an imaginary Professor that will come to the university to give a talk about “AI Tools for Learning”, and the result provided was very satisfactory.

As we have seen, the use of AI tools and chatbots like ChatGPT open a plethora of opportunities to (1) alleviate the administrative tasks of educators, (2) give a more personalized treat to students and (3) improve the preparation of diverse type of contents (e.g. interactive quizzes, tests of evaluation or auto-evaluation, new bibliography and materials, etc.) for teaching.

### III. ANALYSIS: DETECTED DRAWBACKS

After using ChatGPT, we found several issues that need to be pointed out: (1) Educators need to be careful when using this type of tools for assessment, as we do not know if the results may be biased in the assessment, which could have a negative impact on the students. (2) These tools are helpful, but we need to consult other sources to confirm the feasibility of the content. In addition, there is no citation, so there is no bibliography of the documents consulted to prepare the answers. This leads to the risk of plagiarism since it is not known what sources the AI tool has consulted in order to produce the answer. See also (SOK, 2023) for a more in-depth analysis of the benefits and risks of this type of AI tools.

### IV. AI AVAILABLE TOOLS THAT CAN HELP IN EDUCATION

Although we have mainly used ChatGPT in this paper, we would like to highlight that there are other types of tools also based on artificial intelligence, which are also good to know and which can facilitate some of the educators' tasks. We briefly list them and describe their scope (the links to some of them are in (LIM, 2023):

- DeepL<sup>1</sup> can be used through a web page for translating or checking grammar in other languages.
- Research Rabbit is an AI research assistant that can be used to find and organize papers. By entering a keyword or phrase, it returns a list of relevant papers via Semantic Scholar or PubMed search.
- Gradescope helps in the administration and grading of student assessments, whether online or in class. It provides different templates depending on the type of subject.
- MagicSchool.ai is a tool designed to assist educators with their administrative tasks. It also includes an AI chatbot called Raina that can help with any of the modules provided.
- Consensus and Elicit are two tools that act as search engines to find credible sources.

In addition to these tools, we would like to emphasize that it is possible to include AI-based tools in moodle-based platforms, such as the one used at the University of Granada called PRADO (SÁNCHEZ, 2023).

1. <https://www.deepl.com>

## V. CONCLUSIONS

In this paper we have demonstrated how ChatGPT and other AI tools can help in the academic field, although some of them can be extrapolated to other levels of education. Their use can be of great help in many of the daily teaching and administrative tasks of educators but we must emphasize the need for their responsible use in order to ensure the quality of teaching and not to fall into plagiarism or biased assessments as pointed out in Section III.

## REFERENCES

- LIM, A. (2023). The 6 Best AI Tools for Researchers and Teachers. (*MUO*) *Make use of* <https://www.makeuseof.com/the-6-best-ai-tools-for-researchers-and-teachers/>. Last access: 05/08/2023.
- OpenAI ChatGPT. <https://openai.com/chatgpt>. Last access: 05/08/2023.
- PEDRÓ, F.; SUBOSA, M.; RIVAS, A.; VALVERDE, P. (2019). Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development. *Working papers on educational policy*. UNESCO.
- RAHMAN, MM; WATANOBE, Y. (2023). ChatGPT for Education and Research: Opportunities, Threats, and Strategies. *Applied Sciences*, 13(9):5783. <https://doi.org/10.3390/app13095783>.
- RUIZ, N.; FANDOS, M. (2014) The role of tutoring in higher education: improving the student's academic success and professional goals. *Revista Internacional de Organizaciones*, 12, 89–100.
- SÁNCHEZ, Á. (2023). ¿Cómo integrar ChatGPT en Moodle? ¡Descubre sus usos, ventajas y más!. *Aula Moodle*. <https://www.easyelearning.es/blog-moodle/como-integrar-chatgpt-en-moodle-descubre-sus-usos-ventajas-y-mas>. Last access: 04/09/2023.
- SOK, S.; HENG, K. (2023). ChatGPT for Education and Research: A Review of Benefits and Risks. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=437873>.



# Artificial Intelligence and Personal Knowledge Management tools for teaching

Morcillo-Jimenez, Roberto; Morales-Garzón, Andrea; López-Joya, Salvador; Paños-Basterra, Juan; Ortiz-Viso, Bartolome; Ruiz, M. Dolores; Diaz-Garcia, J. Angel; Fernandez-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel

*CITIC, Computer Science and AI, University of Granada, robermorji@ugr.es, amoralesg@decsai.ugr.es, slopezjoya@ugr.es, panosjuan@ugr.es, bortiz@ugr.es, jagarcia@decsai.ugr.es, cijferba@decsai.ugr.es, mdruiz@decsai.ugr.es, karel@decsai.ugr.es*

## ABSTRACT

In the digital age, educators face the challenge of efficiently managing and disseminating knowledge to engage and empower their students. In this paper we explore the boost that Artificial Intelligence (AI) and Personal Knowledge Management (PKM) tools can provide in the educational field. State of the art AI and PKM tools and techniques will be analysed and classified into categories to better understand how they can provide value to educators, as well as possible challenges that can arise with the use of these tools.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Data Science, ChatGPT, Teaching, Personal Knowledge Management.

## I. INTRODUCTION

Personal Knowledge Management (PKM), as defined by (Grundpenkis et al. 2007), refers to the process of information gathering, classification, storage, search, retrieval and sharing which any given individual utilises in their daily activities. Other authors such as (Smedley et al. 2009), add that PKM came about due to the idea that knowledge workers needed to be responsible for their own learning and growth. The importance of teachers as knowledge workers is emphasised by (Schleicher et al. 2012). They are said to need extensive knowledge as well as ongoing professional skill development. Teachers' roles

as academic professionals include disseminating knowledge to students and assisting them in understanding learning strategies as a necessary skill for surviving, developing into lifelong learners, and being able to handle the majority of obstacles they face. The United Nations has designated it as one of the Sustainable Development Goals (SDGs) in order to accomplish this (Sudibjo et al. 2022). Some of the set of skills associated with PKM include: collaboration, communication, creativity, information literacy, learning management, networking, organisational skills, reflection and research abilities. AI powered tools can help teachers in performing a great range of tasks related to these skills, therefore lowering the threshold of difficulty for achieving optimal educational skills. Though the potential of Web 2.0 technologies for the execution of these skills has been studied (Razmerita et al. 2009), authors considered it an area which should garner more attention (Pauleen et al. 2009) and recently, authors have predicted an increased demand of PKM tools in the future (Serenko et al. 2022).

The goal of this paper is to review the existing applications of artificial intelligence and personal knowledge management to assist educators in their teaching labour. We detail the most pertinent advances in this topic, providing a classification of them and how the teaching community can benefit from these advances.

## II. ANTECEDENTS

With the advent of computational systems in general and Artificial Intelligence (AI) in specific, many researchers have included automated tools to optimise regular tasks (Zhang et al., 2021). AI has changed how we interact with computational systems and facilitated their introduction into our daily lives. This applies to educational tools the AI community has implemented, also bringing value to the academic field.

In what refers to teaching, AI-based tools allow us to perform administrative tasks such as reviewing or grading. This has optimised the reviewing process of teachers, giving them quality and effectiveness in their teaching activities. Also, AI tools' adaptability and flexibility allow to personalise curriculum and content to the students (Mikropoulos et al., 2011). This fact improves the quality and learning experience (Chen et al., 2020). Sec. III details a variety of AI-based that can assist teaching in what refers to PKM, specifically.

If focusing on knowledge management, several studies in the literature have highlighted their impact on current organisations (Pai et al., 2022). Due to recent advances in AI, these tools have increased lately. They are ubiquitous, less costly, and very effective in responding to people's needs (Al Mansoori et al., 2020). For these reasons, AI has been proposed as the future of knowledge management due to the many related tasks in which AI can be integrated (Liebowitz et al., 2001). AI can boost these resources by accelerating decision-making, tracking tasks, and helping organisations optimise their processes, e.g., by extracting knowledge from structured data, using

emotional-aware tools or trend prediction. Many of their tasks are textual related if we focus on the educational field. Consequently, AI tools focused on text processing and understanding are essential for teaching and knowledge management in this area. Large language models (LLMs) like RoBERTa (Liu et al., 2019) and the GPT family of models (Radford et al., 2019) allow for addressing NLP-related tasks in many areas of application. For example, (Suwarningsih et al. 2021) proposed using LLMs to implement education systems through a question-answering system (QAS). This approximation was specifically successful for the health field during the first months of the COVID-19 pandemic. These models have also been used for e-learning, e.g., to check and correct essays at higher education level (Beseiso et al., 2021). Sec. IV describes in more detail the different uses of AI for this field.

### III. ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS FOR PKM

We highlight some of the many PKM tools, describing their main functionalities and relationship with AI:

**Evernote** – General-purpose PKM tool based on notes. You can also add images, audio and PDFs and it has searching tools. It claims to be able to read handwritten text and has AI-based note cleaning that allows you to sort your notes without changing the meaning. More AI-based functionality can be added through external applications such as Filterize.

**Onenote** – Microsoft application for taking notes, making lists, planning projects, etc. It also allows for the addition of multimedia elements. We can highlight the existence of an add-on for teachers that allows tasks such as organising the content of the subject, reviewing students' work or even offering personalised assistance. Microsoft also announced the future integration of Copilot with this tool.

**Roam Research** – PKM tool focused on task and project management, study and research, among others. It uses knowledge graphs where users can connect similar ideas. These ideas act as nodes of the graph and their relationships have an associated weight that allows for Bayesian inference and decision making.

**Notion** – One of the most famous applications for taking notes and organising projects. It has an AI-based tool available that allows functions such as summarising information, identifying key points, translating text, improving text according to the context, or analysing notes to propose next steps.

**Trello** – Tool focused on project management and workflow. It has the ability to identify repetitive actions and make suggestions to automate them through rules or commands. Trello allows integration with many applications, including a chatGPT-based assistant.

**Zotero** – An open source tool focused on bibliographic reference management. Zotero allows you to create reference collections, write notes, tag, save and create

references from your browser, and even open the associated PDFs thanks to its PDF viewer. Because it is open source, the community has already begun to create AI-based repositories through the Zotero API.

**Obsidian** – A note-taking tool that uses a knowledge graph structure. This facilitates establishing links between notes and visualising them. Obsidian has a plugin called AI Assistant that provides text assistance using GPT, image generation using DALL·E 2 and speech-to-text using Whisper.

| Tools PKM     | Associative links | Information capturing and sharing | Knowledge Graphs | Email management | Collaborative PKM Tools | Learning |
|---------------|-------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|-------------------------|----------|
| Evernote      | ✓                 | ✗                                 | ✓                | ✗                | ✗                       | ✗        |
| OneNote       | ✓                 | ✗                                 | ✓                | ✗                | ✗                       | ✓        |
| Roam Research | ✓                 | ✓                                 | ✓                | ✗                | ✗                       | ✓        |
| Notion        | ✓                 | ✓                                 | ✗                | ✗                | ✓                       | ✓        |
| Trello        | ✓                 | ✓                                 | ✓                | ✓                | ✓                       | ✗        |
| Zotero        | ✓                 | ✓                                 | ✗                | ✗                | ✓                       | ✗        |
| Obsidian      | ✓                 | ✓                                 | ✓                | ✗                | ✓                       | ✗        |

#### IV. ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS FOR TEACHERS

AI tools for teachers can be classified into several categories based on their functionality and applications in educational settings. Here is a classification of AI tools for teachers:

**Personalised Learning** – Intelligent Tutoring Systems (ITS): Virtual tutors that provide personalised guidance and support to students, offering feedback and adapting to their learning progress.

**Content Creation and Enhancement** – Language Processing Tools: Tools that help improve the readability and clarity of instructional content.

**Assessment and Grading** – Plagiarism Detection: Tools that use AI to identify and prevent plagiarism in student submissions.

**Classroom Management** – Attendance and Behavior Tracking: AI systems that help monitor student attendance and behaviour in the classroom.

**Language Learning** – Language Learning Apps: AI-powered applications that support language acquisition, offering pronunciation feedback and language exercises.

**Special Education** – AI for Special Needs Students: AI tools designed to assist students with disabilities, including speech recognition and communication aids.

**Data Analytics and Insights** – Learning Analytics: Tools that analyse student data to provide insights into performance and identify areas for improvement.

**Professional Development** – AI-Powered Training: AI tools that offer personalised professional development and training resources for educators.

**Parent-Teacher Communication** – Communication Apps: Platforms that use AI to facilitate communication between teachers and parents, sharing updates on student progress.

**Curriculum Planning** – Curriculum Mapping: AI tools that assist in designing and mapping out curriculum plans based on educational standards

**Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)** – VR and AR Educational Apps: AI-powered VR and AR applications that create immersive learning experiences.

**Emotional Support and Well-Being** – Emotional AI: Tools that assess and support students' emotional well-being by recognizing signs of distress and offering resources.

**Edutainment** – Educational Games: Combine entertainment with learning, using AI for adaptive gameplay.

**Administration and Efficiency** – Administrative AI: Tools that help manage administrative tasks in educational institutions, such as scheduling and resource allocation.

**Security and Safety** – AI for School Safety: AI systems that enhance security measures in schools, including surveillance and threat detection.

The primary objective of these tools is to increase the teaching and learning processes, enhance educational outcomes, and mitigate administrative challenges inherent in the responsibilities of educators. The choice of such tools is contingent upon teachers' and educational institutions' precise requirements and objectives.

## V. CONCLUSIONS AND FUTURE RESEARCH

In this paper, we have highlighted how AI is impacting PKM tools, which is enabling cohorts of new educators to enhance and improve their knowledge transfer and teachings to students. As new technologies and approaches to PKM are constantly evolving, it is paramount that educators stay updated with the most useful advances. To achieve this, AI and IT researchers need to be actively involved in spotting new opportunities and advances which align with educators' needs and requirements.

## REFERENCES

- Al Mansoori, S., Salloum, S. A., & Shaalan, K. (2020). The impact of artificial intelligence and information technologies on the efficiency of knowledge management at modern organizations: a systematic review. *Recent advances in intelligent systems and smart applications*, 163-182.
- Beseiso, M., Alzubi, O. A., & Rashaideh, H. (2021). A novel automated essay scoring approach for reliable higher educational assessments. *Journal of Computing in Higher Education*, 33, 727-746.
- Brown, Tom, et al. Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 2020, vol. 33, p. 1877-1901.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
- Fauzi, Fauzi, et al. Analysing the role of ChatGPT in improving student productivity in higher education. *Journal on Education*, 2023, vol. 5, no 4, p. 14886-14891
- Grundspenkis, J. (2007). Agent based approach for organization and personal knowledge modelling: knowledge management perspective. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 18, 451-457.
- Liebowitz, J. (2001). Knowledge management and its link to artificial intelligence. *Expert systems with applications*, 20(1), 1-6.
- Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., ... & Stoyanov, V. (2019). Roberta: A robustly optimized bert pretraining approach. *arXiv preprint arXiv:1907.11692*.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & education*, 56(3), 769-780.
- Pai, R. Y., Shetty, A., Shetty, A. D., Bhandary, R., Shetty, J., Nayak, S., ... & D'souza, K. J. (2022). Integrating artificial intelligence for knowledge management systems—synergy among people and technology: A systematic review of the evidence. *Economic research-Ekonomiska istraživanja*, 35(1), 7043-7065.
- Pauleen, D. (2009). *Personal knowledge management: putting the “person” back into the knowledge equation*. Online Information Review, 33(2), 221-224.
- Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. *OpenAI blog*, 1(8), 9.
- Razmerita, L., Kirchner, K., & Sudzina, F. (2009). Personal knowledge management: *The role of Web 2.0 tools for managing knowledge at individual and organisational levels*. Online information review, 33(6), 1021-1039.
- Schleicher, A. (2012). Preparing teachers and developing school leaders for the 21st century: Lessons from around the world. *OECD Publishing*. 2, rue Andre Pascal, F-75775 Paris Cedex 16, France.

- Serenko, A. (2022). *The great resignation: the great knowledge exodus or the onset of the great knowledge revolution?* Journal of Knowledge Management, (ahead-of-print).
- Smedley, J. (2009). Modelling personal knowledge management. *Or Insight*, 22(4), 221-233.
- Strzelecki, Artur. To use or not to use ChatGPT in higher education? A study of students' acceptance and use of technology. *Interactive Learning Environments*, 2023, p. 1-14.
- Sudibjo, N., Aulia, S., & Harsanti, H. R. (2022). Empowering personal knowledge management among teachers in Indonesia: A Multi-Faceted Approach using SEM. *Sage Open*, 12(1), 21582440221085001.
- Sullivan, Miriam; Kelly, Andrew; McLaughlan, Paul. ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Kaplan Higher Education Academy*. 2023.
- Suwarningsih, W., Pratama, R. A., Rahadika, F. Y., & Purnomo, M. H. A. (2021, September). Self-Attention Mechanism of RoBERTa to Improve QAS for e-health Education. In *2021 4th International Conference of Computer and Informatics Engineering (IC2IE)* (pp. 221-225). IEEE.
- Zhang, C., & Lu, Y. (2021). Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224.



# The influence of ChatGPT on the artificial intelligence teaching: An ethical and correct use

Díaz-García, J. Ángel; Ruiz, M. Dolores; Ortiz-Viso, Bartolomé; Morales-Garzón, Andrea; Morcillo-Jiménez, Roberto; Paños-Basterra, Juan; López-Joya, Salvador; Fernández-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel

*CITIC, Computer Science and AI, University of Granada, mdrui@decsai.ugr.es, jagarcia@decsai.ugr.es, bortiz@ugr.es, panosjuan@ugr.es, slopezjoya@ugr.es, amoraless@ugr.es, robermorji@ugr.es, ciferba@decsai.ugr.es, karel@decsai.ugr.es*

## ABSTRACT

The emergence of ChatGPT in artificial intelligence classrooms has been like a tsunami. Despite lacking comprehension of the underlying technology, many students excessively rely on the tool to solve problems and complete assignments. It seems unreasonable to discourage AI students from using the tool, so this paper proposes educating students in the proper and ethical use of ChatGPT, harnessing its potential to enhance their daily work without compromising their foundational knowledge.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Data Science, ChatGPT, Teaching, Ethics.

## I. INTRODUCTION

The infiltration of artificial intelligence (AI) into our daily lives has brought about a transformative paradigm shift, redefining the contours of human interaction with technology. This omnipresent force has permeated virtually every facet of society, resonating profoundly within educational institutions. In the pedagogical arena, specifically within the dynamic realms of school and university classrooms, AI's mark is unmistakable.

Within this landscape of using AI in the classrooms, an ethical quandary of considerable magnitude emerges rooted in the paradox of: How can we instruct our

students not to use the tool that they are learning? This underscores the pressing need for a thoughtful and comprehensive framework that provides to teachers, professors and AI students how to use innovations like ChatGPT with an equilibrium between leveraging such advanced tools and preserving the sanctity of knowledge acquisition.

In this paper, we underscore the imperative of ethical guidance in classrooms and offer practical mechanics to deploy ChatGPT while preserving students' knowledge acquisition. The rest of the paper is organized as follows. Section II provides a compendium of related works similar to the one proposed in this paper. Section III serves as the keystone, wherein we construct a pragmatic framework for the ethical employment of ChatGPT. Section IV provides two ethical and correct use cases. Finally in section V we provide conclusions and future research paths.

## II. CHATGPT OVERVIEW AND PROBLEM MOTIVATION

ChatGPT is a language generation model developed by OpenAI, primarily based on the GPT-3 architecture (BROWN 2020). The core of GPT-3 is powered by a deep neural network architecture that is trained, validated, and adjusted with 175 billion parameters being one of the biggest models in the world. These parameters are essentially learned patterns that enable the model to understand and generate human-like text responses. The model was trained on a diverse dataset from the internet, encompassing a wide array of text sources, making it versatile in generating contextually relevant and coherent text in natural language. That model can be used for natural language understanding and text generation, and with these two techniques and by means of a chat someone can ask a question, ChatGPT will understand what the user needs, and generate a response.

The utility of this model is multifaceted. It excels in both comprehending natural language and generating text. Through conversational interactions, users can pose inquiries or request information, and ChatGPT discerns their needs, crafting pertinent responses. These queries span a broad spectrum, ranging from soliciting coding exercise ideas, seeking help in refining paragraphs, or inquiring about specific AI models. It can even generate code snippets to streamline repetitive tasks, such as constructing lists or coding functions.

In contrast, users can also simply request solutions without engaging in critical thought or comprehending the underlying concepts, potentially hindering knowledge acquisition. As depicted in Figure 1, the tool can provide apparently perfect solutions to coding exercises, avoiding the student's understanding process. It is evident that without an ethical framework and comprehension, users might sidestep the learning process in favor of quick solutions. Hence, we underscore the paramount importance of establishing guidelines for ChatGPT's proper utilization, ensuring that it enhances, rather than circumvents, the acquisition of knowledge.

The image shows a chat window with a dark background. At the top, the prompt "write the bubble sort in c++" is visible. Below it, the response reads "Certainly! Here's an implementation of the bubble sort algorithm in C++:". Underneath the text is a code editor window titled "cpp" with a "Copy code" button. The code is as follows:

```

#include <iostream>

using namespace std;

void bubbleSort(int arr[], int n) {
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
            // Swap if the element found is greater than the next element
            if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j + 1];
                arr[j + 1] = temp;
            }
        }
    }
}

```

At the bottom right of the code editor, there is a "Regen" button.

Figure 1. Example of an input prompt that provides a perfect answer to a programming problem

### II.1. *Related works*

Despite the novelty of ChatGPT, its substantial influence on our classrooms is well-documented in existing literature, underscoring the pressing nature of the issue at hand. In (STRZELECKI 2023), authors delve into the assimilation of ChatGPT by students, ultimately concluding that we are witnessing a noteworthy shift in technology adoption trends among students. Furthermore, Fauzi et al. (FAUZI 2023) provide an exhaustive compendium of the benefits that students can accrue from ChatGPT, including elevated levels of productivity, motivation, and efficiency, effectively circumventing monotonous and repetitive tasks. Conversely, Sullivan et al. (SULLIVAN 2023) pivot their focus toward academic integrity and the implications for student learning.

This collective body of research unequivocally situates the debate squarely within our society and, more critically, within our classrooms, demanding our immediate attention. In response to this exigency, our paper aligns with prior research and proposes a comprehensive set of five ethical and pragmatic guidelines. These guidelines are geared not only to foster the judicious use of ChatGPT in technical classrooms but are also extensible to diverse educational domains. They represent a proactive step toward mitigating the challenges and harnessing the potentials of AI-powered education in a responsible and impactful manner.

### III. HOW TO USE CHATGPT FROM AN ETHICAL POINT OF VIEW

Given careful consideration to the points discussed above, it becomes evident that to ethically and effectively employ ChatGPT, we must concentrate on five primary domains of action: Transparency and training, active learning, plagiarism prevention, responsible information sourcing and contextualizing ethical dilemmas.

#### III.1. *Transparency and training*

Educating students about the tool, with a particular emphasis on its limitations, capabilities, and potential biases, is imperative. Given that students will inevitably use this tool, it is crucial for them to comprehend its workings. This understanding helps prevent the misconception that the tool is infallible and can address all tasks perfectly. Transparency and training serves as the cornerstone for the responsible use of the tool. It equips students with knowledge about ChatGPT, enabling open discussions without apprehension or ethical concerns.

#### III.2. *Active learning*

One critical point is fostering a culture of active learning by guiding students to view ChatGPT as an adjunct resource rather than a replacement for independent critical thinking and engagement. It is necessary to make clear in the classrooms that ChatGPT can offer valuable insights and suggestions and also can help us to do repetitive jobs, but it should not supplant the student's fundamental responsibility for self-guided exploration and comprehension. This approach empowers students to drive their learning journey, ensuring that technology supplements, rather than supersedes, their educational growth.

#### III.3. *Plagiarism prevention*

Empower students by educating them about the ethical complexities surrounding the replication of AI-generated content without appropriate attribution and genuine knowledge acquisition. Foster a culture of originality and creativity by guiding students to view AI-generated content as a stepping stone upon which they construct their work, thus infusing it with their unique insights. Additionally, it's essential to impart the understanding that tools like ChatGPT are trained on an extensive corpus of internet documents. This means that copying and pasting such content may inadvertently entail reproducing copyrighted or proprietary material, potentially leading to legal repercussions. It is incumbent upon students to exercise due diligence and adhere to ethical and legal standards when using AI-generated content.

### III.4. *Responsible information sourcing*

Instill in students the vital skill of critically assessing AI-generated information, emphasizing the need to cross-reference it with trusted sources to guarantee accuracy and reliability. Highlight the paramount importance of thorough information verification before deeming it a reliable and credible source

### IV.5. *Contextualizing ethical dilemmas*

Introduce ethical frameworks (COX 2022) that illuminate situations where AI-generated responses can carry profound ethical implications, thus catalyzing essential discussions about the role of technology in decision-making within educational contexts. Moreover, emphasize to students the crucial notion that this tool's output can be influenced by biases present in internet data, the specific algorithm employed, and the guidance imparted through input prompts. This awareness is vital for fostering discernment and ethical considerations in their interactions with AI.

## IV. PROMPT EXAMPLES

In this section we provide a set of uses cases in which ChatGPT can be used to help students without compromising their knowledge acquisition.

### IV.1. *Coding assistance*

Prompt: *I'm stuck on a Java programming problem. Can you guide me through how to implement a binary search algorithm?*

This prompt will provide a comprehensive explanation of the algorithm, including insights into its underlying data structures, variables, and associated information. Furthermore, the algorithm will not only be solved but also meticulously commented upon, facilitating the student's journey to a profound understanding of its workings.

### IV.2. *Concept Clarification*

Prompt: *Explains the concept of object-oriented programming in a simple, short and precise way.*

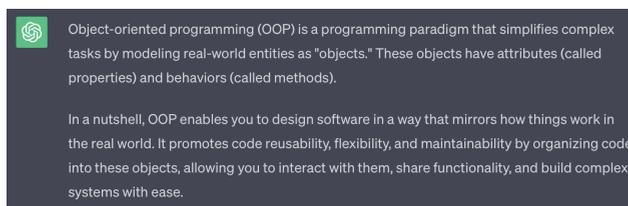


Figure 2. Output of the concept clarification example prompt

### IV.3. *Idea generation*

Prompt: *I need ideas for a final project of a web application for a subject with different development languages and frameworks.*

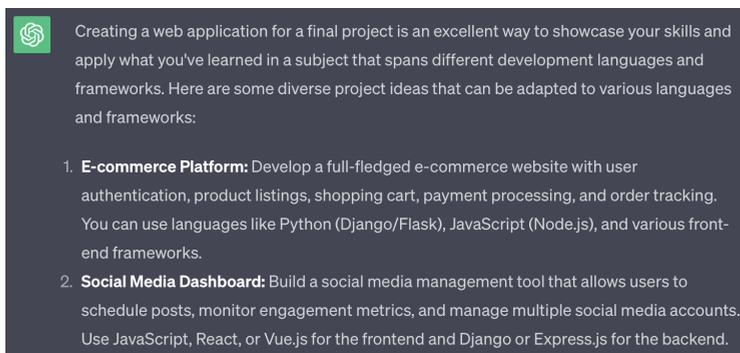


Figure 3. Output of the idea generation example prompt

## V. CONCLUSIONS AND FUTURE RESEARCH

This paper highlights the crucial need for ethical AI integration in education. Emphasizing transparency, active learning, plagiarism prevention, and responsible information sourcing are key pillars of this approach. By nurturing ethical awareness and promoting critical thinking, we empower students to use AI as a valuable tool without compromising their learning. In an AI-driven world, fostering responsible AI use is essential for preserving the integrity of education while harnessing technology's potential. In our future work, we aim to foster collaborative efforts among educators, AI developers, and ethicists. Such collaborations are poised to yield invaluable insights into the ever-evolving landscape of AI in education.

## REFERENCES

- Brown, Tom, et al. Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 2020, vol. 33, p. 1877-1901.
- Cox, Andrew. The ethics of AI for information professionals: Eight scenarios. *Journal of the Australian Library and Information Association*, 2022, vol. 71, no 3, p. 201-214.
- Fauzi, Fauzi, et al. Analysing the role of ChatGPT in improving student productivity in higher education. *Journal on Education*, 2023, vol. 5, no 4, p. 14886-14891
- Strzelecki, Artur. To use or not to use ChatGPT in higher education? A study of students' acceptance and use of technology. *Interactive Learning Environments*, 2023, p. 1-14.
- Sullivan, Miriam; Kelly, Andrew; McLaughlan, Paul. ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Kaplan Higher Education Academy*. 2023.

# La investigación transversal entre disciplinas técnicas y humanidades. Diagnóstico de bienes patrimoniales en la Educación Superior

García González, Julia <sup>(1)</sup>; Gutiérrez Carrillo, María Lourdes <sup>2</sup> <sup>(2)</sup>

*(1) Departamento de Historia del Arte, Universidad de Granada, juliagargon@ugr.es*

*(2) Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad de Granada, mlgutier@ugr.es*

## RESUMEN

El Proyecto Patrimonio tiene por objeto que la sociedad y el alumnado tutelén el patrimonio. Tras trabajar desde las humanidades y ciencias sociales observamos la necesidad de insertar a disciplinas técnicas en los análisis constructivos. Por ello planteamos la propuesta de trabajo con la asignatura “Construcción VI: Sistemas Integrados de Tecnología Avanzada”, mediante una metodología basada en el Aprendizaje por Proyectos.

**Palabras clave:** Patrimonio Herido, Transdisciplinareidad, Práctica docente, Patrimonio Cultural, Aprendizaje por Proyectos.

## I. EL PROYECTO PATRIMONIO HERIDO

El Proyecto Patrimonio Herido se engloba dentro de las acciones de innovación educativa desarrolladas por el “Laboratorio de Competencias Transdisciplinares de la Universidad de Málaga (TransUMA)” que es resultado del proyecto de innovación educativa de la Universidad de Málaga PIE17-123 que continúa en el marco “PIE19-178 Imaginando futuros posibles”. Es el origen de la propuesta que presentamos y su desarrollo se divide en tres etapas: la primera etapa en la que germina el proyecto; la segunda denominada “ética del cuidado patrimonial” y la última, de aperturismo y mejora, en la que nos encontramos actualmente.

La primera etapa arrancó en el curso académico 2013-2014, durante el cual, el grupo de investigación “iArtHis\_Lab” puso en marcha un proyecto experimental de innovación

docente liderado por el profesor Antonio Cruces Rodríguez titulado “Heridas del Patrimonio”. El objetivo fue documentar y dar difusión pública a los resultados del abandono, la falta de cuidados y el desconocimiento sobre el legado cultural por parte del alumnado que trabajaba mediante el desarrollo de una beca de colaboración en el grado en Historia del Arte. La segunda vino derivada de la pandemia de la COVID-19 que desencadenó la necesidad de enseñar al alumnado, dentro de la ética de cuidados que predominaba, a aprender a atender el patrimonio, ampliando los grados en el que se desarrollaba esta acción al grado en Turismo. Ello se hizo mediante una actividad con la que se pretendía conseguir los siguientes objetivos: «1. Propiciar la transdisciplinariedad entre el grado en Historia del Arte y el grado en Turismo de la Universidad de Málaga; 2. Involucrar al estudiantado en el contacto directo con el patrimonio cercano y fomentar su conservación; 3. Promover acciones que permitan sanar el patrimonio cultural herido; 4. Concienciar de la importancia del turismo cultural como factor de preservación del patrimonio; y 5. Familiarizar al alumnado con herramientas digitales para la difusión, protección y conservación del Patrimonio, y proveerles de capacitación técnica a través de talleres de formación específicos.» (MARCOS COBALEDA et al., 2021: 252). En torno a estas premisas, desarrollamos cada año “un trabajo transdisciplinar con el alumnado del grado en Historia del Arte y del grado en Turismo, con el fin de que tomen conciencia: de los daños que presenta el patrimonio cultural y de sus posibilidades de sanación; de la importancia del trabajo transdisciplinar, y del debate, la reflexión y el acuerdo; y, fundamentalmente, de que son un agente primordial, como ciudadanos y futuros gestores patrimoniales, en la salvaguarda de los bienes culturales” (GARCÍA GONZÁLEZ et al., 2022: 966). Este se basa, a grandes rasgos, en la detección de un bien herido y la realización de fichas básicas de manos del alumnado de Turismo que es tomada como punto de partida para la realización de informes más pormenorizados realizados por el alumnado del grado en Historia del Arte que posteriormente son llevados a la página del proyecto web y que pueden ser consultados y modificados en línea si el devenir del bien así lo precisa. Además, en esta fase se decidió implicar a la sociedad a partir de dos ejercicios: la primera consistió en presentar el proyecto a la ciudad mediante una jornada titulada “Ética del cuidado y patrimonio cultural. Estrategias y participación ciudadana” y la segunda se centró en abrir la página web a la acción social con la incorporación de un espacio dedicado a la “Fotodenuncia”. Desde el curso académico 2021-2022 el proyecto se encuentra en la tercera etapa. Dentro de esta, tras realizar un análisis DAFO, es decir, estudiar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del proyecto para poder perfeccionarlo, se han abierto diversas líneas de trabajo como son: las acciones desarrolladas en colegios e institutos encaminadas a concienciar en las primeras etapas educativas de la importancia de tutelar el patrimonio cultural; la elaboración de unas jornadas de presentación y encuentro de las investigaciones realizadas por el alumnado en Antequera; la creación de un seminario-taller bajo el título “Estudios y acciones estratégicas sobre el patrimonio herido” desarrollado en la Universidad de Málaga y la ampliación interuniversitaria del proyecto, línea que se desarrolla con detalle a continuación.

## II. NUEVOS RETOS DEL PROYECTO: APERTURA A DISCIPLINAS TÉCNICAS

En la investigación presentada al II Simposio de Patrimonio Cultural (ICOMOS) señalábamos en el estudio DAFO (figura 1) que el proyecto adolecía de transdisciplinariedad en tanto que, las colaboraciones que se realizaban pertenecían únicamente a las ramas de las humanidades y ciencias sociales (GARCÍA GONZÁLEZ et al., 2022: 979) y, como se puede observar en los informes realizados por el alumnado (figura 2), los campos “descripción técnica, intervención propuesta y factores de riesgo” necesitaban de una mirada técnica que profundizase en ellos.



### Mina de Buenavista

La mina de Buenavista es un conjunto minero abandonado situado en la Sierra Blanca de Marbella. Su degradación supone una herida cada vez mayor. Las instituciones han querido salvaguardar el bien y darlo a conocer incorporándolo a la trigésimo primera etapa de “La Gran Sendas de Málaga”, proyecto llevado a cabo por la Diputación de la provincia de Málaga. Ahora bien, en 2017, el Ayuntamiento de Marbella volvió el acceso a las galerías subterráneas y desde entonces no se ha llevado a cabo ninguna iniciativa adicional. No hay señalética ni panelería que indique su relevancia patrimonial ni su ubicación, y la zona se encuentra en mal estado de conservación al ser frecuente el depósito de papeles y otros productos de deshecho.

En: Anquilomus, 3 Gran dafo, Responsabilidad municipal, industrial

### Descripción técnica

La mina de Buenavista estuvo en activo desde la década de 1830 a la década de 1900. Por tanto ha sufrido múltiples modificaciones a lo largo del tiempo pero siempre se dedicó a la explotación de plomo. Se sitúa en el barriano de la Encha y se puede acceder a ella mediante un sendero que inicia en el Parque Niguelles.

Como señalábamos anteriormente fue creada por Antonio Domínguez, Bernabé Chicilla y Fernando Acosta al contribuir la “Sociedad de la Mina de Plomo”. Estos encargaron su cuidado a Francisco de Sales García. [1]

En cuanto al proceso de extracción podemos señalar que «Tras las tareas de laboreo y lavado del plomo, el mineral se derrieta en una pequeña fundición junto a la mina, pues su bajo punto de fusión permitía la utilización de esta tecnología primaria y sencilla. Por el Malcor describe que la mina producía anualmente de 16 a 20 galápagos (barra de plomo) de un quintal cada uno y que trabajaban unas 20 personas». [1]

### Factores de riesgo

Su degradación supone una herida cada vez mayor. Las instituciones han querido salvaguardar el bien y darlo a conocer incorporándolo a la trigésimo primera etapa de “La Gran Sendas de Málaga”, proyecto llevado a cabo por la Diputación de la provincia de Málaga. Ahora bien, en 2017, el Ayuntamiento de Marbella volvió el acceso a las galerías subterráneas y desde entonces no se ha llevado a cabo ninguna iniciativa adicional. No hay señalética ni panelería que indique su relevancia patrimonial ni su ubicación, y la zona se encuentra en mal estado de conservación al ser frecuente el depósito de papeles y otros productos de deshecho.

Los restos del horno, piscinas y demás edificaciones auxiliares se conservan en un estado ruinoso. El horno se ha llenado de ladrillos fragmentados. Hay varias paredes vandalizadas con grafitis e indicios de haber sido habitadas por personas. Es muy complejo encontrar la boca de la mina, esto sucede por la falta de conservación y remoción de la maleza, además de los deslizamientos de tierra que a menudo ocurren debido a los terremotos en la zona.

### Intervención propuesta

Se debe iniciar el proceso de incoación del bien para su tutela legal y su protección institucional ya que actualmente no consta ninguna protección oficial. De esta manera se atraería la atención sobre la mina y se podrían recaudar fondos para su estudio y acondicionamiento.

Sería interesante coordinar este proyecto con el de restauración de las minas abandonadas de otros municipios cercanos (véanse minas de Benahavés e Izná) para iniciar un proyecto en conjunto, así como incorporarlo al conjunto de patrimonio industrial que posee Marbella como la Femenía de la Concepción o la Torre del Cabe.

Para que este proceso sea efectivo se tendría que trabajar la educación patrimonial en el municipio. Así, proponemos la realización de visitas al mismo tanto con los niveles de educación primaria y secundaria como con el tejido asociativo y visitas abiertas a todo tipo de público.



Figura 1. 1A. A la izquierda: Análisis DAFO. García González et al., 2022: 972.1B.A la derecha: Montaje a partir del informe realizado sobre la Mina de Buenavista, Marbella. Elaboración propia, 2022

Para paliar esta deficiencia desde la Universidad de Granada decidimos sumar una fase más en el estudio. De este modo hemos elaborado una propuesta de trabajo conjunto entre diversas áreas de conocimiento a partir de la docencia del profesorado en asignaturas afines a la tutela patrimonial como son: la asignatura de “Patrimonio Cultural” del grado en Turismo (primer curso), “Introducción al Patrimonio Histórico y a Bienes Culturales” del grado en Historia del Arte (segundo curso) y “Construcción VI: Sistemas Integrados de Tecnología Avanzada”, adscrita al grado en Edificación y al doble grado en Edificación + ADE (cuarto curso).

En lo que respecta a las dos primeras asignaturas venimos trabajando en las sesiones prácticas bajo las premisas de la Taxonomía de Bloom (BLOOM, et al., 1971). Así, dedicamos la primera sesión a recordar qué sabemos sobre patrimonio cultural; la segunda a comprender qué es el patrimonio herido; las centrales a la aplicación de lo aprendido con la realización del ejercicio práctico bajo la supervisión de los docentes; y las últimas a analizar el trabajo de cada equipo de manera grupal. Para finalizar realizamos una sesión de evaluación dentro de la jornada conjunta en Antequera y tras ello los informes se suben a la plataforma del proyecto. Por tanto “la metodología utilizada en la práctica docente se ha basado en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se trata de un aprendizaje tutorizado que parte de la motivación y apuesta por que el alumnado aprenda a través del descubrimiento, que en este caso empleamos de forma grupal tratando de fomentar la creatividad y la autonomía. Con esta idea intentamos presentar, a través de la web y en el aula, el programa teórico y metodológico bajo el que se formula el proyecto. Además, buscamos mantener la coherencia teórico-empírica, desarrollando prácticas en las que se explica e investiga al mismo tiempo. También abogamos por una continuidad y estabilidad; aprovechamos el uso de las TICs; intentamos dar el salto a la esfera de la conciencia ciudadana; y trabajamos transdisciplinariamente. Nuestro modelo educativo es el relacional, pues en este, «las relaciones entre el destinatario de los procesos de enseñanza-aprendizaje, los contenidos y el contexto son el eje de articulación. Las estrategias de enseñanza aprendizaje se adaptarán a las necesidades e intereses de los destinatarios y su relación con los contenidos en el contexto donde todo ello adquiere significatividad» (FONTAL, 2016: 433). En la base del proceso de enseñanza-aprendizaje encontramos el desarrollo de interacción con carácter individual y social. Por ello, en el proyecto, de una parte, se opera individualmente al buscar y contrastar la información recibida modificando su esquema cognitivo y, posteriormente, de modo interindividual en cuanto que trabajan en equipo y deben consensuar la información y presentarla conjuntamente. La selección del bien exige la implicación del alumnado, el salir del aula y contemplar su ciudad fomentando así actitudes reflexivas y de construcción de conocimiento” (GARCÍA GONZÁLEZ et al., 2022: 966).

La asignatura que se integra ahora se incluye dentro de la Rama de Ingeniería y Arquitectura. Los contenidos fundamentales, de acuerdo con los descriptores de la memoria de verificación del título, versan sobre Patología en Edificación, su identifi-

cación, análisis y corrección enlazando a la perfección con las necesidades del proyecto Patrimonio Herido ya que comprende también aspectos relacionados con la Rehabilitación, Restauración y Conservación del patrimonio edificado. Otro de los pilares fundamentales tiene que ver con la elaboración de Manuales y Planes de Mantenimiento del Edificio, así como la Gestión del mantenimiento. Todo ello conexo con el significado del trabajo en equipo transdisciplinar. Esto, junto a las competencias que debe adquirir el alumnado entre las que se encuentran, a modo de ejemplo, la competencia básica CB2 “Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio” o la competencia específica CE42 “Capacidad para dictaminar sobre las causas y manifestaciones de las lesiones en los edificios, proponer soluciones para evitar o subsanar las patologías” de los que devienen objetivos como “Aptitud para participar de, y comunicar, las decisiones tomadas en un entorno multidisciplinar”, hace que sea una asignatura óptima a incluir en el Proyecto.

En cuanto a la aplicación de metodologías de enseñanza aprendizaje, que se ajusten a los objetivos de la asignatura, consideramos trabajar bajo la modalidad de Aprendizaje por Proyectos (BOTELLA et al., 2019), pues permite la realización de un proyecto, en un tiempo determinado, para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades ya que este modelo reforzaría y se integraría con los ya utilizados en el Proyecto. Todo ello a partir del desarrollo y aplicación de aprendizajes adquiridos y del uso efectivo de recursos concretos. El alumnado trabaja en grupo, toma la iniciativa y adquiere un rol activo, favoreciendo su motivación académica, y el profesor actúa como colaborador del alumnado mostrándoles recursos necesarios. En este caso la participación en el proyecto Patrimonio Herido, va a permitir analizar de manera transversal el estado de conservación que presenta el patrimonio arquitectónico previamente seleccionado por el alumnado de Turismo y de Historia del Arte y proponer mecanismos de mejora. A través de ellos, el resolverá situaciones, retos o responderá a preguntas, mediante sus conocimientos, recursos, investigación, reflexión y cooperación activa, siempre respondiendo a las exigencias curriculares. Esta metodología promueve la ruptura de las tradicionales barreras que han existido entre las distintas disciplinas del conocimiento, enfocándose a la resolución de problemas a partir de la realización de análisis multidisciplinarios de una problemática común, en este caso, el estado de conservación del patrimonio cultural.

Por tanto, la integración y participación de los estudiantes se centra en la realización de fichas diagnóstico del estado de conservación del patrimonio en riesgo seleccionado, para seguidamente plantear soluciones a esta problemática concreta, desde una perspectiva técnico-constructiva y compartirlas con los colegas de otras disciplinas en el encuentro interuniversitario que se desarrolla anualmente en la ciudad de Antequera. Debido a la cuatrimestralización de las asignaturas se trata de un trabajo asíncrono en

el que se realiza una participación inicial del alumnado de Turismo e Historia del Arte (segundo semestre) que identifican objetivos que serán analizados a posteriori por los alumnos de Edificación (primer semestre del curso posterior). Por tanto, con esta investigación presentamos una propuesta de actuación que se va a implementar durante el curso 2024/25 en el grado en Edificación y del que ahora presentamos los objetivos y métodos que serán aplicados.

### III. REFLEXIONES FINALES

Somos conscientes de no proponer una práctica innovadora pues «este tipo de pedagogía no es novedosa, en el sentido de que bebe sus fuentes del modelo educativo y didáctico de la Escuela Nueva de finales del XIX, cuya pretensión era convertir al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, modificar el modelo educativo convencional, centrado en el docente, hacia un modelo participativo y colaborativo centrado en el estudiante (MONTEAGUDO y OLIVEROS, 2016: 66-67). Ahora bien, consideramos que sí es novedosa su implementación transdisciplinar en áreas de Turismo, Historia del Arte y Edificación en la Universidad de Granada y el abordaje trans-universitario con la anexión al proyecto iniciado por la Universidad de Málaga.

En lo que respecta al alumnado permite iniciar bajo tutorización una investigación de carácter práctico y transdisciplinar que los acerca a su trabajo futuro, además de propiciar la transmisión de valores culturales más allá del ámbito académico, que posibilita avanzar en la tutela del patrimonio al entender como uno de los elementos claves para la identificación de un bien cultural su fundación en el sujeto (CASTILLO, 2022: 25-48). Se trata de una ampliación que refuerza los intereses sociales, del alumnado y también del propio profesorado en tanto que supone un reto para los propios docentes que aprendemos y nos enfrentamos día a día a las problemáticas patrimoniales vigentes de nuestra ciudad y de nuestra universidad que posee un rico patrimonio arquitectónico que necesita de un continuo mantenimiento.

Por último, queremos señalar que el utilizar una metodología basada en los trabajos-proyecto, además de su importante acción didáctica como preparatorio a la práctica profesional de los estudiantes, resulta una modalidad práctica óptima para aproximar al alumnado a las problemáticas actuales del patrimonio construido, entre otras, la conservación, restauración, rehabilitación, mantenimiento y difusión de este patrimonio, ofreciendo nuevas aproximaciones que posibiliten un desarrollo en la investigación o mejorar su conservación desde un enfoque transdisciplinar. De este modo, se adquiere el conocimiento y los métodos para abordar de forma holística el estudio y conservación del patrimonio construido en toda su complejidad, integrando a los diferentes agentes que intervienen en su conservación y rehabilitación. Además, permite desarrollar capacidad de trabajo en grupo, competencias organizativas, capacidad de escucha y reflexión o valores en competencia global.

## REFERENCES

- Bloom, B., et al. (1971). *Taxonomía de los objetivos de la educación: la clasificación de las metas educacionales: manuales I y II*. Buenos Aires: Centro Regional de Ayuda Técnica: Agencia para el Desarrollo Internacional.
- BOTELLA NICOLÁS, A. M.; RAMOS RAMOS, P. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles educativos*, 41 (163): 127-141. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018526982019000100127&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018526982019000100127&lng=es&tlng=es).
- Castillo Ruiz, J. (2022). *Los límites del patrimonio cultural. Principios para transitar por el desorden patrimonial*. España: Cátedra.
- Fontal Merillas, O. (2016). Educación patrimonial: retrospectiva y prospectivas para la próxima década. *Estudios Pedagógicos*, XLII (2): 415-436.
- García González, J.; Marcos Cobaleda, M.; Santana Guzmán, A.; Cruces Rodríguez, A.; Fuentes Torres, M.a.; Galisteo Martínez, J.; Mayorga Chamorro, I.; De La Torre Amerighi, I.; Crespillo Mari, L.; Montijano Cañellas, M.; Di Paola, M.; Y Rodríguez Ortega, N. (2022). Patrimonio Herido: ética del cuidado y patrimonio cultural. Un Proyecto transdisciplinar e interuniversitario en la Educación Superior en Andalucía. En: *II Simposio de Patrimonio Cultural ICOMOS España* (pp. 965-974). España: ICOMOS.
- Marcos Cobaleda, M.; Santana Guzmán, A.; García González, J.; Cruces Rodríguez, A.; Rodríguez Ortega, N. (2021). Patrimonio Herido: un trabajo-proyecto transdisciplinar para la innovación educativa. En: F. Díez y C. González-Pérez (Eds.), *V Congreso de la Sociedad Internacional de Humanidades Digitales Hispánicas* (pp. 246-258). España: Universidad de Santiago de Compostela.
- Monteagudo Fernández, J.; Oliveros Ortuño, C. (2016). La didáctica del patrimonio en las aulas. Un análisis de las prácticas docentes. *Revista UNES. Universidad, Escuela y Sociedad*, 1: 64-79. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/revistaunes/article/view/12150>.

## AGRADECIMIENTOS

Este artículo es posible gracias a *TransUMA*, Proyecto de innovación educativa de la Universidad de Málaga PIE17-123 que continúa en el marco del *PIE19-178 Imaginando futuros posibles* al que pertenecen las autoras de la investigación y que está dirigido por Nuria Rodríguez Ortega.



# Adquisición de competencias transversales de forma extracurricular en el Grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada. Curso de Formación Transversal

Martínez-Echevarría, María José <sup>(1)</sup>; Jadraque Gago, Eulalia <sup>(2)</sup>; Rodríguez Rojas, M. Isabel<sup>(3)</sup>

*(1) E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, redcaminos@ugr.es*

*(2) E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, secrecaminos@ugr.es*

*(3) E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, mobilitycivil.coord@ugr.es*

## RESUMEN

La formación en competencias transversales de los estudiantes universitarios en carreras técnicas es una necesidad demandada por el mercado laboral y el sector empresarial. En este trabajo se presenta la experiencia llevada a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada de implantar un Curso de Formación Transversal de carácter extracurricular.

**Palabras clave:** Competencias Transversales; Formación Transversal; Empleabilidad; Ingeniería Civil.

## I. INTRODUCCIÓN

El Comité Universidad, Formación y Empresa del Instituto de la Ingeniería de España (IIE) compuesto por 47 profesionales de las 9 Asociaciones de Ingeniería del IIE, realizó a finales de 2017 una encuesta a 528 empresarios y directivos sobre las Competencias Transversales que las empresas demandan de los trabajadores. De esta encuesta, se destacaron 14 competencias valoradas como muy necesarias, mostradas en la Tabla 1.

| <i><b>Puesto</b></i> | <i><b>Competencia</b></i>  |
|----------------------|--|
| <b>1</b>             | Trabajo en equipo  |
| <b>2</b>             | Capacidad crítica y de pensar out of the box.                                      |
| <b>3</b>             | Innovación y Creatividad   |
| <b>4</b>             | Conocimientos de aplicaciones ofimáticas estándar, Digitalización y Redes Sociales |
| <b>5</b>             | Orientación a los resultados y a la entrega (delivery)                             |
| <b>6</b>             | Gestión de Proyectos y Planificación   |
| <b>7</b>             | Liderazgo, capacidad de motivación, empatía e inteligencia emocional               |
| <b>8</b>             | Nivel C1 o superior de inglés  |
| <b>9</b>             | Habilidades comunicativas y asertividad  |
| <b>10</b>            | Autonomía y plan de desarrollo personal y profesional                              |
| <b>11</b>            | Gestión de la Calidad, de Procesos, Mejora Continua y Excelencia.                  |
| <b>12</b>            | Capacidad de Negociación   |
| <b>13</b>            | Emprendimiento.  |
| <b>14</b>            | Código Ético y Responsabilidad Social Corporativa                                  |

Tabla 1. Competencias transversales consideradas como muy necesarias o imprescindibles (Fuente: IIE 2018)

La identificación de estas competencias transversales es fundamental para mejorar la formación de los estudiantes y proporcionarles un complemento adicional para facilitar su inserción laboral. La incorporación de estas competencias en los planes de estudios es inminente tal y como recoge el artículo 4 del RD 822/2021 que establece que “...los planes de estudios deberán incorporar los principios y valores democráticos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como contenidos o competencias de carácter transversal, en el formato que el centro o la universidad decida, en las diferentes enseñanzas oficiales que se oferten, según proceda y siempre atendiendo a su naturaleza académica específica y a los objetivos formativos de cada título”.

Previo a la implantación de las competencias transversales en los planes de estudios, en la titulación del Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada se ha planteado como innovación docente un curso de formación transversal de carácter extracurricular para iniciar a los estudiantes en la adquisición de este tipo de habilidades. En este trabajo se presenta y analiza el resultado de la implantación durante dos años de este “Curso de Formación Transversal en la Ingeniería Civil”.

## II. CURSO DE FORMACIÓN TRANSVERSAL EN LA INGENIERÍA CIVIL

En el año 2021 se implanta por primera vez un ciclo formativo denominado “Curso de Formación Transversal en la Ingeniería Civil”. El objetivo principal de este curso es ofrecer una formación complementaria a los estudiantes del Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada de manera extracurricular. Se desarrolla durante 28 sesiones agrupadas en las siguientes temáticas relacionadas con competencias transversales no recogidas en el plan de estudios del año en curso:

- Orientación académica
- Competencias transversales
- Internacionalización
- Investigación en la ingeniería civil
- Empleabilidad

Se habilitó una franja horaria sin docencia, los miércoles de 12:30 a 14:30 para la implantación de esta actividad durante dos años consecutivos. Las sesiones se iniciaron en un sistema híbrido entre seminario y taller y para casos justificados se impartía de manera síncrona por Google Meet. Los contenidos, impartidos por especialistas en cada una de las materias e invitados del ámbito profesional, se presentan en la Tabla 2:

| <i>Nº</i> | <i>Sesión</i>  | <i>Temática</i>                      |
|-----------|--|--------------------------------------|
| 1         | Bienvenida de estudiantes. Sistema de apoyo al estudiante  | Orientación Académica                |
| 2         | Prepara tu CV / Portfolio.   | Competencias transversales           |
| 3         | Hablar en público. Capacidades de liderazgo  |                                      |
| 4         | La movilidad Internacional en la UGR   |                                      |
| 5         | La movilidad Internacional en el Grado en Ingeniería Civil y Máster de Ing. de Caminos, Canales y Puertos. Destinos Erasmus y Dobles Títulos Internacionales | Intenacionalización                  |
| 6         | Plan Propio de Cooperación al Desarrollo y posibilidades de desarrollar TFG/TFM en voluntariados internacionales   |                                      |
| 7         | Foro Ingeniería Civil: Consultoras/ Ingenierías / Control de Calidad   | Empleabilidad                        |
| 8         | Foro Ingeniería Civil:: Administraciones Públicas  |                                      |
| 9         | Foro Ingeniería Civil: Empresas Constructoras  |                                      |
| 10        | Foro Ingeniería Civil: Mesa redonda. Empleo en Ingeniería civil  |                                      |
| 11        | Curso de formación Transversal de Centros  | Orientación Académica                |
| 12        | Cooperación y Desarrollo en los ODS  | Competencias transversales           |
| 13        | Normativa de la UGR. Sede Electrónica.   | Orientación Académica                |
| 14        | El desarrollo profesional en una gran empresa de construcción. Sacyr   | Empleabilidad                        |
| 15        | Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería  | Investigación en la Ingeniería Civil |
|           | Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica  |                                      |
|           | Ingeniería Civil   |                                      |
| 16        | Urbanística y Ordenación del Territorio  |                                      |
|           | Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica  |                                      |
|           | Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería  |                                      |
| 17        |  |                                      |
| 18        |  |                                      |
| 19        | Curso de Emprendimiento  | Competencias Transversales           |
| 20        |  |                                      |
| 21        |  |                                      |
| 22        |  |                                      |
| 22        | Salidas distintas obra civil: Banca, Inmobiliaria, Fondo capital riesgo  | Empleabilidad                        |
| 23        | Foro de Debates  | Competencias transversales           |
| 24        | Presentación de mención de hidráulica del GIC  | Orientación Académica                |
| 25        | Informes Periciales en la Ingeniería Civil. Conexig  | Empleabilidad                        |
| 26        | Descripción de las menciones en el Grado Ingeniería Civil  | Orientación Académica                |
| 27        | Presentación de estudios de máster   |                                      |
| 28        | Presentación de TFG y TFM  | Competencias transversales           |

Tabla 2. Programación del Curso de Formación Transversal (Elaboración Propia)

El seguimiento del Curso de Formación Transversal se realizó a través de ECAM-PUS, plataforma facilitada por el Centro de Producción de Recursos para la Universidad Digital (CEPRUD) de la Universidad de Granada, que realiza tareas de apoyo a Proyectos de Innovación Docente y otros proyectos formativos, tanto desde un punto de vista tecnológico, como metodológico, asesorando sobre el uso de tecnologías educativas.

En esta plataforma se dieron de alta todos los estudiantes matriculados en el curso y se utilizó para el control de asistencia, comunicación con los participantes y suministro de presentaciones y documentación de las distintas sesiones llevadas a cabo. En la Figura 1 se muestra la interfaz de la mencionada herramienta.

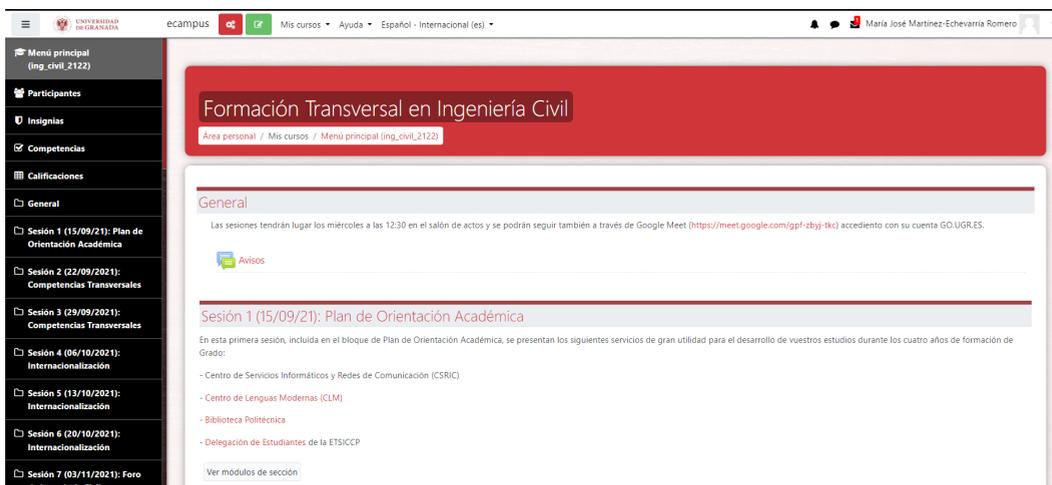


Figura 1. Interfaz de la plataforma ECAMPUS para el seguimiento del curso

### III. COMPETENCIAS TRANSVERSALES APLICADAS EN EL CURSO DE FORMACIÓN TRANSVERSAL

La mayoría de las sesiones presentadas en el epígrafe anterior pueden ser correlacionadas con las 14 competencias transversales consideradas como muy necesarias o imprescindibles por el IIE y mostradas en la Tabla 1.

Las sesiones correspondientes a Empleabilidad dedicadas al Foro de Ingeniería Civil en el que distintas empresas han presentado a los estudiantes sus líneas de negocio, las cualidades demandadas a los posibles candidatos y han interactuado con los estudiantes en los talleres incluidos en esas sesiones, han podido permitir la adquisición de competencias tales como la posicionada en el nivel 7 “Liderazgo, capacidad de motivación, empatía e inteligencia emocional”, la del nivel 10, “Autonomía y plan de desarrollo personal y profesional” y la posicionada en el nivel 12 “Capacidad de negociación”. Las 5 sesiones correspondientes al Curso de Emprendimiento podrían englobar las competencias transversales 1 “Capacidad de trabajo en equipo”, la 2 “Capacidad crítica y pensar out of the box”, la 3 “Innovación y creatividad” y evidentemente la 13 “Emprendimiento”.

La competencia 4 “Conocimientos de aplicaciones ofimáticas estándar, digitalización y redes sociales” ha podido verse reflejada en las sesiones relativas a la Investigación en la ETSICCP, o en la sesión correspondiente a la presentación de la Sede Electrónica de la Universidad. En la sesión dedicada a Informes periciales y en diversas de Orientación Académica también se han realizado algunas actividades relacionadas con la digitalización y participación en redes sociales. El propio seguimiento del curso a través de la plataforma Ecampus (Figura 1) permite al estudiantado mejorar sus competencias en habilidades tecnológicas ampliando su conocimiento y gestión de plataformas basadas en Moodle.

En sesiones como las dedicadas a la Investigación en Ingeniería Civil y la de Informes Periciales se refuerza al estudiantado la Gestión de Proyectos y Planificación, competencia transversal ubicada en la quinta posición.

En las sesiones de Internacionalización se ha puesto de manifiesto la necesidad de adquirir la competencia posicionada en el nivel 8 “Nivel C1 o superior de inglés”.

“Habilidades comunicativas y asertividad”, competencia transversal número 9, puede ubicarse en un número elevado de las sesiones impartidas como por ejemplo la dedicada a Hablar en público, en las de Empleabilidad en las que los participantes han podido interactuar con los empresarios y en la sesión correspondiente al taller de Debates en el que se debatieron distintos temas de actualidad con un nivel muy aceptable de deliberación y rivalidad.

Durante el desarrollo del Foro en Ingeniería Civil que ha ocupado cuatro de las veintiocho sesiones del curso, los estudiantes se han relacionado con los representantes de las distintas empresas que han participado en el Foro presentado su capacidad de autonomía y permitiéndoles un desarrollo personal y profesional, competencias transversales recogidas por el IIE en la posición 10.

La sesión dedicada a la Cooperación y Desarrollo facilita de manera evidente la adquisición de la última competencia de esta clasificación denominada “Código Ético y Responsabilidad Social Corporativa”.

En definitiva, las sesiones de este Curso de Formación Transversal facilitan la adquisición de una serie de competencias transversales de forma extracurricular y que sirven de base para una futura implantación de contenidos curriculares de formación transversal.

#### IV. CONCLUSIONES

El desarrollo durante dos cursos académicos del Curso de Formación Transversal ofrecido a los estudiantes del Grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada ha permitido introducir la formación en competencias transversales de forma extracurricular a través de seminarios y talleres. Ha supuesto un estímulo para los estudiantes que se han enfrentado a la adquisición de una serie de competencias y habilidades no incluidas

hasta la fecha a través de una metodología distinta a las clases de docencia habituales. Ha sido un punto de partida para la incorporación de las competencias transversales en el plan de estudios, tal y como recoge el mencionado Real Decreto 822/2021 en su artículo 4.

#### REFERENCIAS

Instituto de Ingeniería de España. (2018). Informe sobre competencias adicionales requeridas a los ingenieros por las empresas españolas.

Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.  
<https://etsiccp.ugr.es/la-escuela/noticias/formacion-transversal-ingenieria-civil-0>.



# Aprendizaje experiencial como herramienta para fomentar la concienciación ambiental de los estudiantes universitarios

Ruiz Hernández, Luz Marina <sup>(1)</sup>; Martín Pascual, Jaime <sup>(1)</sup>;  
Zamorano Toro, Montserrat <sup>(1)</sup>

*(1) Environmental Technologies Area, Civil Engineering Department,  
University of Granada e-mail: luzmruiz@ugr.es*

## RESUMEN

Se describe una actividad de aprendizaje experiencial en la que los estudiantes cuantifican sus propios residuos. Los resultados mostraron una tasa de generación muy por debajo de los valores habituales. Así mismo, la reflexión realizada no sólo ayudó a adquirir los conocimientos teóricos incluidos en el temario, sino que además fomentó la motivación, interés y conciencia ciudadana de nuestros estudiantes.

**Palabras clave:** Aprendizaje experiencial; Aprendizaje significativo; Concienciación ambiental; Ciencias Ambientales

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el profesorado universitario debe afrontar importantes retos para adaptarse a las nuevas metodologías docentes y buscar actividades que ofrezcan a los estudiantes una serie de recursos innovadores y motivadores que mejoren su rendimiento educativo (McCune et al., 2021). Una de las metodologías de aprendizaje actualmente en auge es el aprendizaje experiencial o vivencial, que pretende construir conocimiento a través de la inmersión en experiencias cotidianas. Este tipo de aprendizaje se caracteriza, en primer lugar por el hecho de que el aprendizaje se basa en vivencias o experiencias reales y, en segundo lugar, por el hecho de que el aprendizaje tiene que ir más allá del aula. Además, es una metodología versátil, adaptable a diferentes contenidos y aplicable a todos los niveles educativos (Salinas-Navarro et al., 2022).

Son muchas las universidades que reconocen la importancia de que el estudiantado relacione los conocimientos impartidos en el aula con el mundo exterior y están implementando diversas estrategias de aprendizaje experiencial en su modelo educativo. Autores como Domnique et al. (2015), por ejemplo, describieron diferentes proyectos universitarios de Ingeniería y demostraron una mayor comprensión y entusiasmo por parte del alumnado al acercar la teoría a la práctica. Además, señalaron el desarrollo de competencias para la vida y de una mayor responsabilidad social por parte del estudiantado. En cuanto a su aplicabilidad en temas medioambientales, Sharma (2017) mostró casos de éxito de aprendizaje experiencial utilizado para sensibilizar sobre la sostenibilidad, ayudando a los estudiantes a ser más responsables y sensibles ante este problema. Otros como Nikolov et al. (2021), llegaron a afirmar que la educación ambiental puede considerarse como un conjunto de conocimientos, habilidades y hábitos que los estudiantes adquieren al enfrentarse a problemas reales y actividades cotidianas comunes, siendo uno de estos problemas ambientales, la necesidad de una recogida, gestión y valorización sostenible de los residuos. En base a ello, la temática de la asignatura de Técnicas y Tratamiento de Residuos en el Grado en Ciencias Ambientales resulta ser muy apropiada para el uso de este tipo de metodologías, ya que la generación y gestión de residuos forma parte del día a día de los estudiantes y su entorno.

En general, el modelo pedagógico basado en el aprendizaje experiencial utiliza herramientas de aprendizaje no convencionales, objetos del día a día, experiencias cotidianas, etc. y busca crear nuevas estructuras y conexiones que relacionen conocimientos con experiencias. Se caracteriza porque el estudiante es protagonista activo en el proceso aprendizaje y porque las actividades realizadas se acompañan siempre de reflexiones y de un análisis crítico sobre la actividad realizada. Estas experiencias ayudan al estudiante a "vivir" sus conocimientos lejos de la rutina diaria de las clases, de tal manera que la tarea del docente consiste en buscar, organizar y proponer actividades, experiencias y situaciones en las que se generarán aprendizajes genuinos, significativos y duraderos para el estudiante (Moon, 2004).

En este caso, se recogen a continuación los resultados obtenidos tras la realización de una actividad práctica basada en un enfoque experiencial en la que el estudiantado, en lugar de realizar ejercicios prácticos sobre el cálculo de la tasa de generación de residuos a partir de valores teóricos aportados por el docente, obtuvieron valores de sus propias tasas de generación, pesando y cuantificando sus propios residuos durante una semana.

## II. METODOLOGÍA

En este trabajo, los estudiantes llevaron a cabo su proceso de aprendizaje experimental según el modelo sugerido por Kolb (1984). En primer lugar, recogieron datos sobre la generación de residuos en sus domicilios (experiencia concreta). En segundo lugar, participaron en una etapa de reflexión y discusión enfocada al desarrollo de soluciones

para abordar los problemas observados (observaciones reflexivas). A continuación, asimilaron interpretaciones conceptuales de los problemas y sus soluciones (conceptualización abstracta) y, por último, pusieron en práctica las soluciones propuestas (aplicación activa del aprendizaje adquirido).

La metodología seguida en este caso consistió en impartir inicialmente las lecciones en el aula siguiendo la metodología tradicional de clase magistral participativa. Los estudiantes recibieron información relativa al cálculo de la tasa individual de generación de residuos, así como las diferencias encontradas en función del país o de las características de los ciudadanos, entorno, hábitos de consumo, etc. y los problemas medioambientales causados por la cantidad de residuos generados en todo el mundo o los elevados costes derivados de la gestión de residuos. Posteriormente, se propusieron diferentes actividades vivenciales para que los estudiantes las realizaran en casa o en la calle. Una de estas actividades sirvió para que el estudiante se familiarizara y entendiera el concepto de tasa de generación de residuos y analizara la composición de sus propios residuos. Para ello, durante una semana, cada estudiante separó y pesó en casa las diferentes fracciones de residuos: materia orgánica y resto, plásticos, papel y vidrio. A partir de los pesos obtenidos y, en función del número de convivientes, obtuvieron tanto su propia tasa de producción de residuos, medida en kilogramos por persona y día como los porcentajes que definen la composición de los mismos. Tras la obtención de los datos experimentales, se llevó a cabo la reflexión individual seguida de una fase de puesta en común y discusión de los resultados obtenidos. A partir de este proceso de reflexión, se obtuvieron las conclusiones pertinentes y finalmente, se evaluó la asimilación de conceptos a partir de pruebas realizadas en el aula pocos días después de proponer estas actividades.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los estudiantes matriculados de la asignatura de Técnicas y Tratamiento de Residuos durante el curso analizado ascendieron a 110, de los cuales 86 (aproximadamente el 95% del total), realizaron y entregaron esta práctica. En primer lugar, cabe resaltar que 15 de estos estudiantes afirmaron no poder analizar las distintas fracciones de residuos domésticos generados en casa puesto que en su domicilio no se lleva a cabo la separación por fracciones, es decir, que más del 17% de los estudiantes no separa en casa. Este hecho llama la atención, especialmente por tratarse de estudiantes del Grado en Ciencias Ambientales, a los que se les presupone un elevado grado de concienciación ambiental. Así mismo, cabe señalar que el 47% de los estudiantes que no separan viven en su domicilio familiar, mientras que un 40% lo hace en un piso compartido con otros estudiantes y el 13% restante vive en residencia universitaria. Por otro lado, en relación con los estudiantes que sí separan los residuos domiciliarios, el análisis de los resultados obtenidos indica que la tasa de generación de residuos, entendida como los kilogramos de residuos generados por habitante y día, mostró valores comprendidos entre 0.26 y 1.80 kg/(hab\*d), con un

valor medio igual a  $0.76 \pm 0.41$  kg/(hab\*d). Si se comparan estos resultados con los valores medios de generación de residuos en España, que en año 2021 fue de 1.29 kg/(hab\*d), según datos de la Unión Europea (UE), se observan valores significativamente inferiores, que demuestran un elevado grado de concienciación ambiental de nuestros estudiantes. En relación a la composición de los residuos domésticos generados, la composición media se muestra en la figura 1. En ella se observa cómo la fracción más significativa fue la fracción de materia orgánica (M.O.) y resto, que representa el 50% del total de residuos generados, seguida de la fracción de plásticos, que representa el 22%, la fracción de papel/cartón con un 18% y por último, la fracción de vidrio, que contribuye al 10% del total.

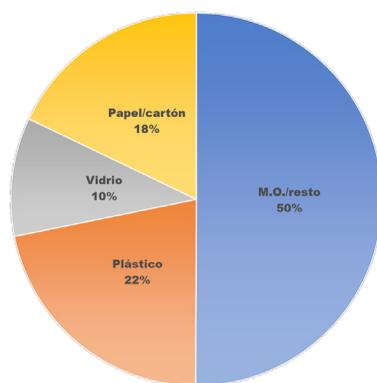


Figura 1. Composición media de los residuos domésticos generados por los estudiantes

En base a los resultados obtenidos y tras comparar sus valores con aquellos obtenidos en diferentes ámbitos (municipal, nacional, europeo, mundial, etc.), el estudiantado mostró una gran satisfacción y un alto grado de motivación para mantener hábitos sostenibles y duraderos en el tiempo y convertirse en agentes de cambio para su entorno más cercano. Así mismo, el debate realizado por los propios estudiantes puso de manifiesto algunas de las técnicas utilizadas por los estudiantes para reducir la producción de residuos, algo que fomentó la colaboración, el trabajo en equipo, la búsqueda de soluciones, la proactividad y la comunicación entre el estudiantado. Aquellos estudiantes que inicialmente no llevaban a cabo la separación por fracciones de sus residuos tomaron conciencia de la necesidad de modificar sus hábitos, más aún, tratándose de estudiantes del Grado en Ciencias Ambientales. Del mismo modo, aquellos cuya tasa de generación de residuos resultó ser más elevada, tomaron conciencia del orden de magnitud del problema generado por la cantidad de residuos domésticos generados, afirmando, tras la práctica, haber modificado sus hábitos de consumo, así como los de su familia, con el claro objetivo de reducir su tasa de generación de residuos. Estos cambios se derivaron de la observación reflexiva y la interiorización de una experiencia

real y, probablemente, no hubieran llegado a producirse si se mantiene la metodología docente tradicional en la que se analizan y se estudian datos muy lejanos al día a día y a la realidad de los estudiantes, ya que no es lo mismo hablarles del problema de los residuos en el mundo que enseñarles las consecuencias negativas que tienen en su propia calle y no es lo mismo explicarles las diferencias entre la cantidad de residuos que genera un ciudadano americano al día y los que genera un habitante de la India que enseñarles cuanto generan ellos mismos en su propia casa y compararlo con lo que generan sus propios compañeros. Además, tras la realización de la práctica, algunos de ellos afirmaron que, al utilizar metodologías de aprendizaje experiencial, encontraron la aplicabilidad de los conceptos teóricos explicados en clase y se sintieron más implicados en estos temas medioambientales, de tal forma que su proceso de aprendizaje fue más motivador y efectivo. Por todo ello, es posible afirmar que gracias a la implantación de actividades de aprendizaje experiencial, se crean experiencias de aprendizaje altamente satisfactorias, tal y como indicaron otros autores como Lewis (2019) o Bouhazzama y Mssassi (2021), que evaluaron la eficacia de introducir actividades de aprendizaje experiencial relacionadas con temáticas medioambientales y demostraron estadísticamente que la incorporación de estas actividades jugó un papel fundamental en la adquisición de conocimientos y el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes.

#### IV. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se pueden obtener de esta actividad práctica realizada por los estudiantes de Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada se fundamentan en que mejora el proceso de aprendizaje de los estudiantes que la realizaron, ya que se consiguió, por un lado, que la adquisición y comprensión de conceptos ya explicados de manera teórica en clase, fuera más significativa y duradera, gracias al uso de una actividad realizada en un entorno conocido y cotidiano. Así mismo, se observó un significativo aumento de la motivación y el interés de los estudiantes por la materia impartida y se involucraron de manera muy activa en la discusión realizada, propusieron mejoras ante el problema de la excesiva generación de residuos domésticos, plantearon numerosos ejemplos y casos prácticos reales, etc., de manera que esta actividad de aprendizaje experiencial demostró ser una herramienta eficaz para aumentar su interés por esta materia, gracias al análisis de su propia experiencia.

Los resultados obtenidos mostraron una tasa de generación individual media significativamente inferior a los valores medios habituales, poniendo así de manifiesto un elevado grado de concienciación ambiental de la mayoría de nuestros estudiantes. Pero lo más importante de esta práctica es, sin duda, la toma de conciencia de aquellos que inicialmente no llevaban a cabo prácticas tan sostenibles en casa, ya que estas propuestas basadas en la exploración de la realidad aumentan sus sentimientos de responsabilidad y sensibilidad hacia los temas medioambientales y les impulsó a promover mejores

prácticas medioambientales en su entorno más cercano. Ver que es algo que les afecta de manera directa y, sobre todo, que es algo que pueden cambiar para mejorar el mundo que les rodea, es algo que el alumnado valoró muy positivamente.

No obstante, la actividad práctica descrita en el presente artículo es sólo un ejemplo de cómo el aprendizaje experiencial puede ser aplicado a la asignatura de Técnicas y Tratamiento de Residuos del Grado en Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada, ya que las opciones en este caso son numerosas. Dadas las características del temario impartido en la citada asignatura, ésta es susceptible de ampliar significativamente las actividades experienciales a realizar a lo largo del curso. Algunos ejemplos son: medir distancias entre contenedores, comprobar los puntos de contenerización de una zona o barrio concreto, cuantificar el número de contenedores, analizar el tipo de contenedores existentes, comprobar la frecuencia de recogida, investigar sobre la existencia de sensores, medir el tiempo de recogida por contenedor, comprobar la disponibilidad de puntos de recogida de residuos especiales o de contenedores para cada una de las fracciones en su zona, analizar malos hábitos de los ciudadanos, horarios, bolsas fuera de los contenedores, presencia de muebles y enseres voluminosos junto a los contenedores, etc. Además, este tipo de prácticas docentes puede ser ampliada a estudiantes de otros Grados menos relacionados con la problemática ambiental, de manera que facilite el despertar de la conciencia ambiental de los y las estudiantes que la realizan.

## REFERENCES

- Bouhazzama, M.; Mssassi, S. (2020). The impact of experiential learning on Environmental Education during a Moroccan summer University. *ICIES2020. E3S Web of Conferences*, 234: 00031.
- Domnique, X. S.; Zhang, L.; Nagchaudhuri, A.; Mitra, M.; Hartman, C.E.; Toney, C.A.; Akangbe, A. (2015). Experiential learning framework for design and development of environmental data acquisition system enhances student learning in undergraduate engineering courses. *Annual Conference and Exposition: Making Value for Society*. American Society for Engineering Education, Seattle, WA.
- <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20180328STO00751/gestion-de-residuos-en-la-ue-hechos-y-cifras-infografia>
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential Learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. USA. 256 pages.
- Lewis, V. (2019). Environmental-Based experiential learning activities and its influence on students' knowledge, critical thinking, attitude towards the environment and career aspirations. Dissertation. *University of Southern Mississippi*.
- McCune, V.; Tauritz, R.; Boyd, S.; Cross, A.; Higgins, P.; Scoles, J. (2021). Teaching Wicked Problems in Higher Education: Ways of Thinking and Practising. *Teaching in Higher Education*, 1–16.

- Moon, J.A. (2004). *A Handbook of Reflective and Experiential Learning: Theory and Practice*. New York: Routledge Ed.
- Nicolov, B.; Petrova, S.; Naydenova, V.; Karagyozyova-Dikova, D. (2021). Interactive Methods of Training in Sustainable Waste Management. *International Conference on Innovations in Science and Education (Natural Sciences and ICT)*. Prague (Czech Republic).
- Salinas-Navarro, D.E.; Mejia-Argueta, C.; Montesinos, L.; Rodriguez-Calvo, E.Z. (2022). Experiential Learning for Sustainability in Supply Chain Management Education. *Sustainability*, 14, 13133.
- Sharma, B.; Steward, B.; Ong, S.K.; Miguez, F.E. (2017). Evaluation of Teaching Approach and Student Learning in a Multidisciplinary Sustainable Engineering Course. *Journal of Cleaner Production*, 142, 4032-4040.



# IngEscapeOn: un método de aprendizaje para asignaturas de Ingeniería basado en proyectos de Escape Room Online

Martínez Jiménez, Pedro Manuel <sup>(1)</sup>; Prados Suárez, María Belén <sup>(1)</sup>;  
Molina Fernández, Carlos <sup>(1)</sup>; Soto Hidalgo, José Manuel <sup>(2)</sup>;  
Martínez Rojas, María <sup>(3)</sup>; Rivas Gervilla, Gustavo <sup>(4)</sup>

(1) *Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada,  
pmmj@ugr.es, belenps@ugr.es, carlosmo@ugr.es*

(2) *Departamento de Ingeniería de Computadores, Automática y Robótica,  
Universidad de Granada, jmsoto@ugr.es*

(3) *Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Universidad de Granada,  
mmrojas@ugr.es*

(4) *Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universidad de Granada,  
griger@ugr.es*

## RESUMEN

En este artículo se propone un método de aprendizaje basado en proyectos de Escape Room Online que, además de aprovechar las ventajas implícitas en este tipo de actividades, intenta solventar sus inconvenientes. Por un lado, se define una metodología que permite simplificar y sistematizar en la medida de lo posible la creación de actividades de tipo Escape Room, pudiendo ser accesibles para docentes poco iniciados en el tema. Y, por otro lado, se plantea una implementación de esta metodología usando recursos propios de la universidad, como es la plataforma Moodle, no siendo necesaria ningún tipo de inversión adicional.

**Palabras clave:** gamificación, aprendizaje basado en proyectos, escape room, moodle.

## I. INTRODUCCIÓN

Existen numerosos estudios psicopedagógicos que han demostrado que el juego es una de las herramientas más eficaces para el aprendizaje, ya que presenta un componente lúdico que divierte a los alumnos y, en consecuencia, conlleva un aumento de su motivación (IBARROLA, 2013; JIMÉNEZ VÉLEZ, 2008). Con relación a esto surge el concepto de *gamificación*, que consiste en aplicar elementos propios de los juegos en contextos no lúdicos por sí mismos, como la educación, para mejorar el aprendizaje (TEIXES, 2015). Sin embargo, esa no es la única ventaja obtenida mediante la gamificación, sino que además contribuye a mejorar el clima en el aula, ya que se fomenta la empatía entre el alumnado y el docente, creando una relación más cercana (RODRÍGUEZ & SANTIAGO, 2015).

Por otro lado, el sistema educativo actual exige un cambio de enfoque en relación con las competencias y objetivos que hay que lograr en los alumnos. En este sentido, se deben fomentar y desarrollar las habilidades que estos aplicarán de una forma práctica en la vida real, como, por ejemplo, competencias de liderazgo, democracia, educación emocional y trabajo en equipo, frente a las clásicas habilidades de memorización y repetición (ÁREA, 2008).

En este sentido, una de las metodologías más exitosas en la actualidad, y que consigue aunar tanto las ventajas de la gamificación como el desarrollo de estas competencias transversales, es la basada en proyectos de Escape Room educativo (PAJUELO, 2018). Sin embargo, para llevar a cabo estas actividades, es necesario habilitar y mantener un espacio físico y toda la infraestructura de los retos propuestos, con la inversión que ello implica (JACKSON, 2016; JOHNSON, 2017; WALSH, 2017). La aparición de los Escape Room Online solventó dichas limitaciones, pero supuso la aparición de dos nuevos inconvenientes: desarrollar estas actividades conlleva cierta complejidad para docentes poco habituados, e implica tener que buscar algún tipo de plataforma externa a la universidad sobre la que implementar la actividad (VERGNE et al, 2020).

En este trabajo se propone un método de aprendizaje basado en proyectos de Escape Room Online que, además de aprovechar las ventajas implícitas en este tipo de actividades, solventa sus inconvenientes. En primer lugar, se ha definido una metodología que permite simplificar y sistematizar en la medida de lo posible la creación de actividades de tipo Escape Room, pudiendo ser accesibles para docentes poco iniciados en el tema. En segundo lugar, se ha aplicado la metodología propuesta para implementar actividades de Escape Room Online en asignaturas de ingeniería, empleando para ello recursos gratuitos y muy empleados en el ámbito universitario, como es la plataforma Moodle. En concreto, para su implementación en la Universidad de Granada, se ha empleado la plataforma de apoyo a la docencia *PRADO* (basada en Moodle), creando nuevas secciones en el curso correspondiente a la asignatura, en donde se plantean las distintas pruebas. De esta forma, no es necesario ningún tipo de inversión adicional, y puede ser inmediata su implantación.

La estructura del presente artículo es la siguiente: en la sección II se define la metodología propuesta para la creación de proyectos de Escape Room Online, mientras que en la sección III se presenta una implementación de esta metodología en asignaturas de ingeniería; los resultados y discusión de esta implementación se muestran en la sección IV; y finalmente, en la sección V, se exponen las conclusiones del trabajo.

## II. DEFINICIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE PROYECTOS DE ESCAPE ROOM ONLINE

En primer lugar, se han analizado todos los recursos estándar proporcionados por Moodle para su posible uso en la implementación de los retos planteados en un Escape Room Online. Asimismo, también se han analizado los diferentes recursos gratuitos externos a Moodle que pueden emplearse para suministrar pistas, como creación de perfiles en redes sociales (Instagram), coordenadas en Google Maps, videos de YouTube, creación de cuentas de correo con respuestas automáticas, etc. Dichos análisis han permitido definir formalmente una metodología para crear proyectos de tipo Escape Room de la forma más sistemática y simple posible, tal y como se detalla a continuación.

1. El punto de partida del Escape Room será el curso de Moodle correspondiente a la asignatura en cuestión, que servirá como base para plantear el hilo argumental.
2. Cada prueba y reto que componga el Escape Room, se debe implementar como una nueva sección en dicho curso, estando todas estas secciones ocultas desde el inicio, salvo la inicial.
3. Dentro de cada sección se debe desarrollar y plantear al alumno el hilo argumental, y el reto, usando para ello la herramienta “etiqueta” de Prado.
4. Dentro de cada etiqueta se pueden incluir pequeñas imágenes para representar los objetos presentes en el entorno del hilo argumental, de tal forma que los participantes puedan tenerlos visibles en todo momento. Cada una de estas pequeñas imágenes son solo iconos representativos que enlazan a una de mayor tamaño (se debe usar la herramienta de “*enlace*” dentro del cuerpo de texto de las etiquetas), en donde se pueden encontrar pistas para resolver los distintos retos, o plantear otros nuevos.
5. Al final de cada sección se debe añadir una herramienta “*cuestionario*” en donde el alumno podrá indicar la solución del reto planteado. Dicha solución suele ser numérica o una palabra clave.
6. La siguiente sección del curso de Prado (es decir, la siguiente prueba del Escape Room) no se mostrará hasta que la solución indicada en el cuestionario previo sea la correcta, exigiendo como “restricción de acceso” a la sección una calificación mínima en el cuestionario.

Así pues, con la metodología planteada hasta este punto es posible la implementación de cualquier Escape Room sobre Moodle simplemente con la combinación adecuada de las herramientas estándar de “secciones” (con restricción de acceso), “etiquetas” (con imágenes) y “cuestionarios”. Sin embargo, para incorporar un poco de variedad en las pruebas y retos, en esta metodología también se ha incluido el uso de otros recursos externos gratuitos. En concreto, se ha propuesto el uso de 3 de las herramientas ofrecidas por Google.

- *Google Maps*: ha resultado ser un recurso muy útil para el proyecto. Cualquier resultado numérico de una prueba previa puede ser usado como coordenadas para obtener la siguiente pista, como el nombre de un lugar o ciudad. Asimismo, también puede ser usado para el proceso contrario, donde una prueba previa haga referencia a algún lugar, y sus coordenadas puedan proporcionar la siguiente pista.
- *YouTube*: de manera similar, se puede hacer referencia a un video de esta plataforma, y algunos resultados numéricos previos pueden indicar el minuto y el segundo concreto en donde se encuentre la siguiente pista, que puede ser una palabra que se está pronunciando, o algún elemento visual que aparezca en imagen.
- *Gmail*: otro recurso muy útil es la creación de cuentas de correo gratuitas, en las cuales se pueden programar respuestas de correo automáticas. De esta forma, el resultado de una prueba puede ser el nombre de la cuenta de correo, y en la respuesta automática indicar la siguiente pista.

### III. IMPLEMENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE ESCAPE ROOM ONLINE EN ASIGNATURAS DE INGENIERÍA

Se ha aplicado la metodología propuesta en la sección anterior para implementar actividades de Escape Room Online en la asignatura “Fundamentos de Ingeniería del Software”, de 2º curso del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada. Dicha implementación ha servido para testear la facilidad que aporta la sistematización propuesta, y comprobar la aceptación por parte del alumnado de este tipo de proyectos. Además, al usar como base de la implementación la plataforma de apoyo a la docencia de la UGR (*PRADO*), que está basada en Moodle, no ha sido necesario ningún tipo de inversión, y su implantación ha sido inmediata, pues se ha empleado el mismo curso asociado a la asignatura.

Para el Escape Room implementado se ha creado un hilo argumental ambientado en un entorno familiar para el estudiante (la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación de la Universidad de Granada), ideando una historia amena y divertida, con la intención de motivar y sorprender al estudiante. En concreto, les llegó un correo indicando que el profesor había desaparecido en extrañas circuns-

tancias, incitándoles a descubrir qué había pasado. Finalmente descubrirían que había quedado atrapado en un portal interdimensional creado por el propio profesor en uno de los laboratorios de la Escuela mientras intentaba hacer un viaje en el tiempo. De esta forma, tal y como indican las premisas de la gamificación: “al actuar sobre la motivación intrínseca de los alumnos y sus emociones, se logra una mejora en el aprendizaje”.

Las pruebas y retos creados han abarcado todas las partes del temario de la asignatura de “Fundamentos de Ingeniería del Software”, con la complejidad suficiente para que suponga un mecanismo de aprendizaje para los alumnos, pero en su justa medida para no crear un ambiente de frustración. El formato elegido para organizar el flujo de los distintos retos y pruebas ha sido principalmente secuencial. Sin embargo, dentro de algunos retos se han planteado varios enigmas en paralelo (múltiples senderos), lo que ha permitido fomentar competencias transversales, como el trabajo en equipo y competencias de liderazgo.

La realización del Escape Room por parte del alumnado de la asignatura se efectuó en horario de clase, en equipos formados por 4 componentes, y los resultados se detallan en la siguiente sección.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se ha comentado en los apartados anteriores, el presente proyecto plantea dos objetivos principales, y será necesario evaluar los resultados obtenidos en cada uno. En primer lugar, para evaluar la metodología propuesta para la creación sistemática de actividades de Escape Room, somos los propios docentes participantes del proyecto los que debemos valorar su utilidad. En concreto, durante la implementación del Escape Room para la asignatura de “*Fundamentos de Ingeniería del Software*”, hemos podido comprobar la facilidad que aporta la sistematización propuesta en la metodología y la rapidez con la que se diseñan las pruebas. En este sentido, todos los miembros del proyecto coincidimos en valorar muy positivamente esta metodología. En futuros proyectos, esta evaluación correrá a cargo de los docentes que usen la metodología para crear actividades de Escape Room Online en sus propias asignaturas. Para ello, se propondrá el uso de encuestas de valoración.

En segundo lugar, para evaluar el Escape Room Online implementado para “Fundamentos de Ingeniería del Software”, se crearon encuestas de valoración, que fueron realizadas por el alumnado que participó en las actividades. Al tratarse de una actividad opcional, participaron un total de 38 alumnos de los 58 matriculados en la asignatura. Las encuestas realizadas están divididas en 2 partes: “Resultados de la actividad” y “Uso de la actividad en próximos cursos”. En la primera parte, los alumnos debían responder a cada pregunta con una valoración entre 1 y 5, donde 1 indica “Nada satisfecho” y 5 indica “Totalmente satisfecho”. Los resultados promedio fueron los siguientes:

| Cuestión   | Valoración (sobre 5) |
|--|----------------------|
| ¿Te ha resultado divertida la actividad?   | 4.8                  |
| ¿Te ha servido para aplicar conocimientos y repasar lo aprendido en la asignatura? | 4.6                  |
| ¿Ha permitido el trabajo en equipo con tus compañeros?                             | 4.8                  |

De estos resultados se desprende que, de acuerdo con la valoración de los alumnos, el proyecto no solo les ha servido para aplicar lo aprendido en la asignatura, sino que además les ha resultado ameno y ha desarrollado otras competencias trasversales, como el trabajo en equipo.

En la segunda parte de la encuesta, las preguntas estaban relacionadas con la aplicabilidad de este tipo de actividades en los próximos cursos, y debían responder a cada pregunta mediante “Si” o “No”. Los resultados se muestran a continuación:

| Cuestión   | Respuesta       |
|--|-----------------|
| ¿Crees que este tipo de actividades sería una buena motivación para hacer los ejercicios de la asignatura? | Si: 100%; No:0% |
| ¿Te gustaría que continuasen el curso próximo?   | Si: 100%; No:0% |
| ¿Te gustaría que se aplique este tipo de actividades en otras asignaturas?                                 | Si: 100%; No:0% |
| ¿Te gustaría que se hiciesen de manera presencial por la ETSIIT?   | Si: 100%; No:0% |

Podemos observar que en este caso se obtuvo una respuesta favorable por parte de los 38 alumnos a las 4 preguntas formuladas, lo que implica una aceptación unánime ante un posible uso de la actividad en los próximos cursos (y en otras asignaturas).

## V. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto un método de aprendizaje basado en proyectos de Escape Room Online que permite aprovechar todas las ventajas implícitas en las actividades de este tipo, pero evitando los inconvenientes que estas presentan. Es decir, proporciona un aprendizaje eficaz, motivado por un ambiente lúdico y ameno, que además permite desarrollar las competencias trasversales (liderazgo, democracia, educación emocional y trabajo en equipo), planteando para ello una metodología sistemática y sencilla para los docentes poco iniciados en el tema, y sin necesidad de invertir en una infraestructura externa.

Como conclusión, en base a los resultados mostrados en la sección anterior, podemos afirmar que el proyecto, aparte de ser útil para el profesorado, tiene una gran acogida por parte de los alumnos, con un alto grado de satisfacción.

## REFERENCIAS

- Área, M. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación en la escuela*, 54: 5-17.
- Ibarrola, B. (2013). *Aprendizaje emocionante: neurociencia para el aula*. Ediciones SM.
- Jackson, C. (2016). *How to Create a Low-Cost Escape Room*. Moosehead Publishing.
- Johnson, H.E. (2017). *Breaking into Breakout Boxes: Escape Rooms in Education*. Createspace Independent Pub.
- Jiménez Vélez, C.A. (2008). *El juego. Nuevas miradas desde la Neuropedagogía*. Editorial Magisterio.
- Pajuelo, L. (2018). Escape room: la tendencia que arrasa en las aulas. *Educación 3.0*, 30:16-17.
- Rodríguez, F.; Santiago, R. (2015). *Gamificación: cómo motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula*. Océano.
- Teixes, F. (2015). *Gamificación: motivar jugando*. Editorial OUC.
- Vergne, M.J.; SMITH, J.D.; BOWEN, R.S. (2020). Escape the (Remote) Classroom: An Online Escape Room for Remote Learning. *Journal of Chemical Education*, 97:2845-2848.
- Walsh, A. (2017). *Making Escape Rooms for Educational Purposes: A Wordbook*. Innovative Libraries.



# The NextGEng Project: First Steps of an International Co-Teaching Experience

Dorado-Vicente, R.<sup>(1)</sup>; Satorres-Martínez, S.<sup>(1)</sup>; Jiménez-González, J.I.<sup>(1)</sup>;  
Martínez-Gila, D.M.<sup>(1)</sup>; Kakko, A.<sup>(2)</sup>; Luosma, P.<sup>(2)</sup>; Lapusan, C.<sup>(3)</sup>; Rad, C.<sup>(3)</sup>

*(1) University of Jaén (SPAIN)*

*(2) JAMK University of Applied Sciences (FINLAND)*

*(3) Technical University of Cluj-Napoca (ROMANIA)*

## ABSTRACT

International co-teaching refers to a teaching arrangement in which two or more teachers, at least one from a domestic university and at least one from an international university, work together to teach a student group. One of the main lines of action of the International Cooperation Framework for Next Generation Engineering Students project (NextGEng) is aligned with this educational model. This paper describes the design and preparation of team teaching activities for successfully implementing the co-teaching pilot program.

**Keywords:** team-teaching, engineering education, international collaborative teaching.

## I. INTRODUCTION

Fast technological advances in all fields require multidisciplinary engineering approaches to achieve their integration into today's products and processes. Nowadays, increasingly complex knowledge results from sharing and collaboration among different disciplines. Hence, multidisciplinary knowledge and teamwork skills are critical for current engineering problems.

Co-teaching, also known as team teaching or collaborative teaching, can promote new teaching methods better aligned with multidisciplinary training. It is a collaborative approach to instruction that involves two or more teachers sharing the responsibility of

planning, delivering, and assessing the learning of a group of students (Rabin, 2020). Specialized literature defines 6 strategies of co-teaching (Friend, M., Cook, L., 2013): (i) one teach-one assist, (ii) one teach-one observe, (iii) station teaching, (iv) parallel teaching, (v) alternative teaching and (vi) team teaching. In all of them, teachers should have compatible pedagogical philosophies to be more committed to working together (Salifu, 2020). It stands to reason that a team of teachers can prepare more comprehensive courses. One of the main benefits of co-teaching is the increased diversity of instruction, which allows teachers to use different strategies, methods, and materials to meet students' individual needs. Co-teaching can also improve students' academic outcomes by giving them more individualized attention, information, and support from multiple teachers. At the same time, team teaching allows teachers to improve their knowledge and teaching skills through communication with peers (Haag et al., 2023).

Despite the above positive points, Salonen and Savander-Ranne (2015) claim that interaction skills are key to developing team teaching methodologies. On the other hand, Vesikivi et al. (2019) informed about the teachers' concerns about the effort required to plan the activities and the evaluation and the loss of autonomy. Nevertheless, these authors noted that a smooth transition from conventional to team teaching methods mitigates those concerns. Financial costs, more complex logistics, and different interpretations of co-teaching between teachers are also highlighted as drawbacks (Mitek, 2022). Despite this, the advantages of co-teaching are likely to outweigh its disadvantages (Guise *et al.*, 2023).

In view of the above, co-teaching strategies are an excellent tool to improve teaching, and for this reason, they are being implemented in the NextGEng project (*NextGEng Project - Nextgeng.eu*, 2022). NextGEng is the acronym of the International Cooperation Framework for Next Generation Engineering Students project. It is an Erasmus+ Cooperation partnership in higher education project that involves a consortium of six partners from European Higher Education Institutions (HEIs) and companies. It aims to develop an international cooperation framework that promotes international team-teaching, including actions to support collaborative international and experiential learning in engineering. To achieve this goal, NextGEng promotes three lines of action: a tailored training process for teachers, an international team-teaching pilot program, and cases for experiential learning (Satorres-Martínez *et al.*, 2023).

This paper deals with the two first lines of action mentioned above. Section II describes the activities and results achieved during the training seminar. This seminar was the start of the international team-teaching pilot program, the second line of action in the NextGEng project. Section III presents the first activities carried out in this line. The main conclusions of the activities performed in both lines of action are given in Section IV.

## II. TAILORED TRAINING PROCESS

The main goal of the tailored training process was to analyse and then improve the pedagogical tools used for each HEI NextGEng partner. For this, six joint courses, 18 courses in total from all HEI partners, were chosen to be upgraded. Through the analysis, lecturers became aware of methods used elsewhere and got help to evaluate their own ones. The training seminar was a workshop held at Jyväskylä (Finland) on the 30th-31st of January by JAMK partner. It aimed to strengthen HEI partners' student-centred teaching competencies, taking advantage of international co-teaching opportunities. The following subsections describe both issues.

### II.1. *Analysis of the teaching methods*

A survey was created to help plan the training days and to clear out the current teaching methods, usage of digital tools, and companies' involvement in the 18 chosen courses. It collected the following information: experience in co-teaching, the current situation with pedagogical methods and digital tools, the current state of producing learning material, assignments, and evaluation, and the current state of the courses' interactivity, internationality and closeness to working life.

All the teachers in the 18 courses responded to the survey, and 28 answers were analysed. Although 19 teachers stated that their teaching experience was more than 10 years at the university level, only 6 of the 28 teachers had co-teaching experience. Those with that experience said that co-teaching at the same time in the same course must be very well coordinated. Some noticed that it is an expensive way of teaching. At best, it was fruitful and brought new aspects for improving the learning process. Some of those with no experience teaching at the same time in the same course were willing to do so.

The current situation with pedagogical methods was pretty much the same in all the courses. Problem- and project-based learning were implemented in 89% and 64% of the courses, respectively. To a lesser degree, cooperative and collaborative learning were also applied. Other used methodologies, but less than 25%, were flipped classroom, inquiry-based learning, game-based learning, and learning by teaching.

Concerning the learning material, lecture-based material was, as expected, the most teacher-made form of material. In addition, the most popular were books, articles, and videos that were written, produced, or published on their own.

Finally, the interaction between students and teachers were mostly during the lectures, seminar, or guidance sessions for small groups. Almost 50% of respondents reported that exchange students participated in their last course implementation. Cooperation with companies was limited to visiting lectures, visits to the company, and expert guidance from the company (e.g., mentoring).

## II.2. *Training seminar*

It promoted and expanded participants' thinking of learning and student-centred pedagogies. It lasted two days, and the attendees were required to complete a pre-assignment to get familiar with student-centred learning and international co-teaching.

On the first day, experts in pedagogical innovation provided training on cooperative team teaching, learner-centred approaches, and flexible assessment framed within the modular organization of engineering courses. Then, the participants were divided into groups, forming a total of 6 groups, one per subject. In each of the groups, company partners were included. The current teaching methods in the selected courses were analysed, and the companies gave an initial proposal of activities to be developed as a part of the courses.

During the second day, each group prepared a plan for course upgrade and team-teaching implementation. The plan included the following information: members of the co-teaching team, course modules, a proposal for co-teaching implementation, laboratories, seminars, or projects developed in partnership with companies, and the co-teaching team meeting schedule. At the end of the day, each group leader presented the plan for upgrading the course.

## III. PREPARATION OF TEAM TEACHING ACTIVITIES

Figure 1 shows the timeframe for the international team-teaching pilot program. It started with the tailored training process and now we are working on the first round, in which four of the six courses are being upgraded. By the end of September 2023, 6 modules per course and 11 laboratory work or tailored seminars in collaboration with companies have to be finished.

The first round implementation of the international co-teaching experience has started in September 2023 and it will last until June 2024. One of the courses, Design Projects, has already started this phase and one international co-teaching experience was held in the University of Applied Science, JAMK, in Finland. Preliminary feedback of the experience has been positive and game-based learning methodologies has been applied during two international co-teaching sessions. In each of them were involved teachers from the host university JAMK and the Technical University of Cluj-Napoca (TUCN), from Romania, and the University of Jaén, from Spain. The co-teaching experience was carried out in English to all the students enrolled in the Design Project course in JAMK.

Basically, the co-teaching strategies implemented were: one teach-one assist (one primary lecturer and one assistant) and station teaching (class divided into small groups with different instructors). Once the first round implementation finished, the results have to be deeply analysed to serve as feedback for improving the second round course upgrading process. The international team-teaching pilot program finishes with the last

implementation to take place from September 2024 until June 2025. Opinion surveys to students and teachers will be done to assess the co-teaching experience.

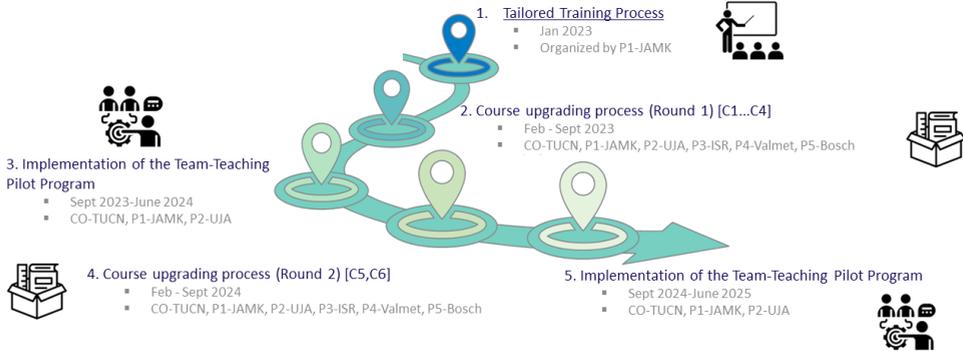


Figure 1. Timeframe for the international team-teaching pilot program

#### IV. CONCLUSIONS

Collaboration among instructors, team teaching, or co-teaching is a promising approach to provide future engineers with the training and skills to face increasingly complex technological problems. This work presents the first steps for implementing and testing several co-teaching methods in the frame of the International Cooperation Framework for Next Generation Engineering Students project NextGEng (*NextGEng Project-Nextgeng.eu*, 2022). Regarding collaborative teaching, this project includes several actions as a training process for teachers about new teaching methodologies and the development and application of international team-teaching activities.

After initial assessing the used teaching methods, we noted that, of those teachers involved in the 18 courses considered in this project, only a few plan and instruct collaboratively (6 of 28 surveyed). Furthermore, those with experience in co-teaching highlight the importance of coordination to get good results. Several point out that it requires additional efforts, but they generally identify co-teaching as a way to improve the learning process through new training methodologies.

The previous analysis was used to prepare a teachers' training course where presentations, debates, and collaborative activities helped to explain and clarify the potential advantages of new teaching student-centred methods and co-teaching. This course reduced the instructors' concerns about collaborative teaching due to the links and the motivational environment created. Additionally, the activity marked the beginning of the co-teaching implementation line of action. Thus, teachers grouped by similar courses prepared a plan for introducing in each course team-teaching. Through online meetings until August 2023, each group has defined the team-teaching activities, and

in September 2023 has started the first round of co-teaching sessions/activities. Considering the current results, the activity has already positively influenced the teachers' methodologies. It is expected to reduce the preparation time and increase instructors' and students' motivation in the subsequent implementation rounds.

## REFERENCES

- FRIEND, M., COOK, L. (2013). 'Interactions: Collaboration Skills for School Professionals', Pearson Education, 7<sup>th</sup> Edition. ISBN: 978-1292041674.
- GUISE, M. *et al.* (2023) 'Collaborative discourse during coteaching: A case study of one in-service teacher's growth', *Teaching and Teacher Education*. Elsevier Ltd, 127, p. 104096. doi: 10.1016/j.rate.2023.104096.
- HAAG, K. *et al.* (2023). 'Co-teaching in Undergraduate STEM Education: A Lever for Pedagogical Change toward Evidence-Based Teaching?' *CBE—Life Sciences Education*, 22(1), es1.
- MITEK (2022) 'Advantages and Disadvantages of', *UKEssays*, pp. 1–16. Available at: <https://www.ukessays.com/essays/communications/interpersonal-relationships-advantages-2866.php>.
- NextGEng Project - Nextgeng.eu* (2022). Available at: <https://nextgeng.eu/> (Accessed: 20 September 2023).
- RABIN, C. (2020) 'Co-Teaching: Collaborative and Caring Teacher Preparation', *Journal of Teacher Education*, 71(1), pp. 135–147. doi: 10.1177/0022487119872696.
- SALIFU, I. (2020) 'Exploring Coteaching as a Trend in Higher Education', *College Teaching*, 69, pp. 1–11. doi: 10.1080/87567555.2020.1838426.
- SALONEN, A. O., and SAVANDER-RANNE, C. (2015). 'Teachers' Shared Expertise at a Multidisciplinary University of Applied Sciences' *SAGE Open*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/2158244015596206>.
- SATORRES-MARTÍNEZ, S. *et al.* (2023) 'Sharing Strengths To Improve International Collaborative Learning and Teaching Processes in Higher Education: the NextGEng Project', *INTED2023 Proceedings*, 1, pp. 2600–2605. doi: 10.21125/inted.2023.0730.
- VESIKIVI, P., *et al.* (2019) 'Team teaching implementation in engineering education: teacher perceptions and experiences', *European Journal of Engineering Education*, 44:4, 519-534, DOI: 10.1080/03043797.2018.1446910.

# Impacto del uso de actividades de aprendizaje autónomo en las tasas de éxito y abandono de una asignatura de turbomáquinas hidráulicas

Durán, Eduardo<sup>(1)</sup>; López, José Manuel<sup>(2)</sup>;  
Gutiérrez-Castillo, Paloma<sup>(3)</sup>; del Pino, Carlos<sup>(4)</sup>

(1) *Departamento de Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos, Universidad de Málaga, eduran@uma.es*

(2) *Departamento de Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos, Universidad de Málaga, jose.lopez@uma.es*

(3) *Departamento de Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos, Universidad de Málaga, paloma\_gutierrez@uma.es*

(4) *Departamento de Ingeniería Mecánica, Térmica y de Fluidos, Universidad de Málaga, cpino@uma.es*

## RESUMEN

En este trabajo se analizan las tasas de éxito y abandono en una asignatura de turbomáquinas impartida en un grado en Ingeniería de Organización Industrial. En concreto, se analizará el efecto que tiene la implementación de una nueva metodología activa en la que se incluyen ejercicios de aprendizaje autónomo para abordar los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

**Palabras clave:** Ingeniería, tasa de éxito, aprendizaje autónomo, objetivos de aprendizaje, plataforma online.

## I. INTRODUCCIÓN

La asignatura de turbomáquinas hidráulicas está presente en los planes de estudio de la mayoría de las titulaciones de Ingeniería Industrial. En el caso de la Universidad de Málaga, se incluye como obligatoria en cuatro grados de Ingeniería distintos, a saber,

Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, Grado de Ingeniería en Organización Industrial, Grado de Ingeniería de la Energía y Grado de Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica. En concreto, los tres objetivos de aprendizaje están relacionados con (1) el diseño del rodete y (2) con las instalaciones hidráulicas, ya sea para (a) un cálculo básico de presiones y caudales de una red o (b) para el cálculo más avanzado de sistemas de control con variadores de frecuencia o válvulas en disposiciones serie y paralelo del grupo de bombeo constituido por bombas centrífugas. Pese a no ser una asignatura conceptualmente complicada, la tasa de éxito ha bajado notablemente a lo largo de la última década. En particular, los estudiantes encuentran especial dificultad en la resolución de problemas, tanto de diseño como de instalaciones. La complejidad en la resolución de problemas aparece principalmente a la hora de aplicar conceptos adquiridos en cursos previos (por ejemplo, cuando se requiere el uso de ciertas herramientas matemáticas como derivadas o aplicar trigonometría), o incluso cuando deben combinar conceptos estudiados en distintos temas de la propia asignatura. Esto supone un gran inconveniente para el avance del alumnado, dificultando a su vez la asimilación de los distintos objetivos de aprendizaje de la materia.

En los últimos años, se han llevado a cabo numerosos estudios demostrando la efectividad de las metodologías activas de aprendizaje en todos los niveles educativos (MORAL-SÁNCHEZ et al, 2022). Entre estas metodologías destaca el aprendizaje autónomo como una estrategia eficaz para que los estudiantes asimilen los contenidos de la asignatura y afiancen los conocimientos adquiridos (RUE, 2009). Por otra parte, los estudiantes cada vez muestran una mayor predilección por este tipo de metodologías, así como por la integración de herramientas tecnológicas en campus virtual en el proceso de aprendizaje (BONILLA-DEL-RIO y AGUADED, 2018; VARGAS-MURILLO, 2020). Este cambio de paradigma en la enseñanza universitaria puede explicar la caída de la tasa de éxito en asignaturas donde se siguen aplicando metodologías tradicionales de clases magistrales con un papel pasivo del estudiante.

Para intentar paliar esta situación en las asignaturas de turbomáquinas hidráulicas, se han implementado una serie de ejercicios de aprendizaje autónomo en la plataforma virtual de la Universidad de Málaga, en concreto, en el Grado en Ingeniería de Organización Industrial. Estos ejercicios abordan los tres principales objetivos de aprendizaje de la asignatura, facilitando la asimilación de conocimientos y motivando la implicación del alumnado. En este estudio se analizará el efecto que ha tenido la implementación de estos ejercicios en las tasas de éxito y de abandono. Para ello, se analizarán los datos de aprobados y alumnos presentados de los últimos cursos académicos, comparando los resultados de los cursos antes y después de la implementación de los ejercicios.

## II. METODOLOGÍA

Se analizarán las tasas de éxito y abandono de la asignatura Tecnología y Máquinas Hidráulicas del Grado en Ingeniería de Organización Industrial de la Universidad de

Málaga desde el curso 2017/18 hasta el 2022/23. Durante los cursos 2021/22 y 2022/23 se ha implementado una nueva metodología basada en incluir una serie de ejercicios de aprendizaje autónomo para abordar los distintos objetivos de aprendizaje de la asignatura. En el primero de estos cursos, los ejercicios fueron de carácter voluntario; sin embargo, a partir del curso 2022/23, pasaron a sumar hasta un 5% de la calificación final dentro del 40% correspondiente a la evaluación continua.

Estos ejercicios consisten en cinco preguntas de respuesta múltiple con siete respuestas posibles cada una, siendo una de ellas ‘ninguna de las respuestas es correcta’. En cada pregunta, el estudiante debe resolver un problema relacionado con algún concepto fundamental de los objetivos de aprendizaje. Para cada pregunta disponen de 15 minutos, permitiendo un total de 75 minutos para resolver los cinco ejercicios completos. Los ejercicios se resuelven online, fuera del horario de clase, para ello los estudiantes cuentan con un número ilimitado de intentos, siendo la nota del último intento la que queda registrada. A lo largo del curso los alumnos realizan cinco ejercicios. Para el aprendizaje de este tipo de ejercicios relacionados con los objetivos de aprendizaje, en total se resuelven en clase al menos cuatro ejemplos de cada tipo a lo largo del curso.

Para analizar el efecto de estos ejercicios de aprendizaje en la participación y el desempeño de los estudiantes, se estudiarán la tasa de abandono, calculada como el porcentaje de alumnos que no se presentan al examen final, y la tasa de éxito, calculada como la relación entre alumnos aprobados frente a alumnos presentados. Se mostrarán los datos desde el curso 2017/18 hasta el 2022/23. En concreto, se analizará la evolución de estos indicadores antes y después de implementar los ejercicios de aprendizaje autónomo. Se ha de indicar que la calificación del examen (60% de la calificación final) consta de dos problemas, uno de diseño y otro de instalaciones, que suponen un 40% del total de la calificación final. El 20% restante de la calificación se refiere a una parte teórica en la que ya se implementó una estrategia de clase invertida mediante cuestionarios de teoría antes y después de clase (PARRAS y DEL PINO, 2012). Por tanto, esta metodología para impartir la teoría se viene realizando desde el curso 2017/18.

### III. RESULTADOS

En la figura 1, se muestran las tasas de abandono y éxito de la asignatura desde el curso 2017/18 hasta el 2022/23, siendo el curso 2021/22 el primero en el que se implementaron los ejercicios. La tasa de abandono (Fig. 1a) tiene una evolución irregular, mostrando un valor especialmente bajo en el curso 2019/20 y uno especialmente alto en el curso 2020/21. Cabe señalar que los dos cursos que presentan valores anómalos corresponden a los dos cursos más afectados por la pandemia de COVID-19, por lo que no son completamente comparables con el resto. Durante los dos años en los que los ejercicios de aprendizaje autónomo fueron implementados, se observa una tasa de abandono ligeramente por debajo de la media. En cuanto a la tasa de éxito (Fig. 1b), se

vuelve a ver un valor especialmente bajo en el curso 2019/20, de nuevo coincidiendo con la pandemia de COVID-19. Respecto a la implementación de los ejercicios de aprendizaje autónomo, si bien en el curso 2021/22 no se aprecia una mejora respecto a los años anteriores, en el curso 2022/23 se obtiene la tasa de éxito más alta de los últimos seis cursos. El hecho de que en el curso 2021/22 no se aprecie mejoría puede deberse tanto a que los alumnos necesiten adaptarse a esta nueva metodología, como al hecho de que durante ese curso los ejercicios fueran voluntarios y no tuviesen efecto en la nota final del curso. Por otra parte, el 71% y el 78% de los alumnos que realizaron los ejercicios durante los cursos 2021/22 y 2022/23, respectivamente, aprobaron el examen. Sin embargo, a la vista de las tasas de éxito y abandono, este dato no demuestra por sí solo una relación causa-efecto directa.

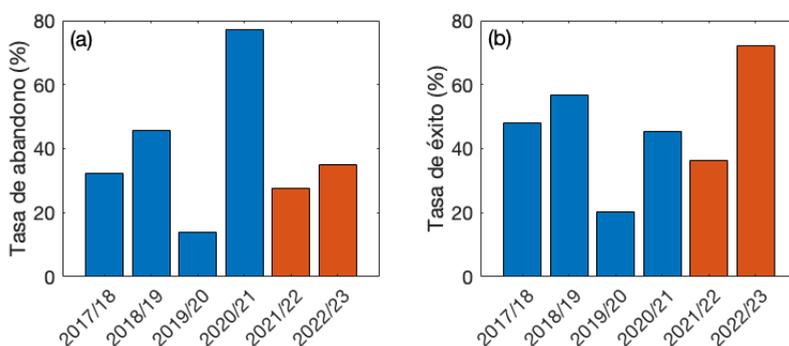


Figura 1. Datos de la asignatura Tecnología y Máquinas Hidráulicas del grado en Ingeniería de Organización Industrial de la Universidad de Málaga para los cursos 2017/18 hasta 2022/23. En rojo, los cursos en los que los ejercicios de aprendizaje autónomo estaban implementados: (a) Tasa de abandono y (b) Tasa de éxito

#### IV. CONCLUSIONES

El efecto de los ejercicios de aprendizaje autónomo en la tasa de abandono no es concluyente, sin embargo, se aprecian valores ligeramente por debajo de la media de los últimos años. En cuanto a la tasa de éxito, se ha visto un aumento significativo en el curso 2022/23, cuando la realización de los ejercicios de autoaprendizaje pasó a valorarse en la nota final de la asignatura. Por otra parte, una amplia mayoría de los alumnos que aprobaron los ejercicios, aprobaron el examen final. En conclusión, los primeros datos tras la implementación de esta metodología son positivos. Sin embargo, será necesario analizar la evolución de los datos a lo largo de los próximos cursos para poder evaluar con más precisión el efecto en el proceso de aprendizaje autónomo del alumnado.

## REFERENCIAS

- Bonilla-Del-Rio, M.; Aguaded Gómez, J.I. (2018). La escuela en la era digital: smartphones, apps y programación en Educación Primaria y su repercusión en la competencia mediática del alumnado. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 53: 151-163.
- Moral-Sánchez, S.N.; Sánchez-Compañá, M.T.; Sánchez-Cruzado, C. (2022). El modelo Flipped Learning enriquecido con plataformas educativas gamificadas para el aprendizaje de la geometría. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 65: 149-182.
- Parras, L.; Del Pino, C. (2012). Ensayo de programación de aprendizaje autónomo en asignaturas troncales: Turbomáquinas. *III Jornadas Indotec*: 311-314. ISBN 84-15418-73-3.
- Rué, J. (2009). *El aprendizaje autónomo en educación superior*. Narcea Ediciones.
- Vargas-Murillo, G. (2020). Estrategias educativas y tecnología digital en el proceso enseñanza aprendizaje. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 61: 114-129.



# Implementación de técnicas de gamificación en la práctica docente en asignaturas de ciencias e ingeniería

Carmona López, Francisco David <sup>(1)</sup>; Bossini Castillo, Lara <sup>(2)</sup>; Montes Lorenzo, Rosa <sup>(3)</sup>; Muñoz Fernández, Pilar <sup>(4)</sup>; Cuadros Celorrio, Marta <sup>(5)</sup>; Álvarez Cubero, María Jesús <sup>(6)</sup>; Rodríguez Lara, María Isabel <sup>(7)</sup>; Sánchez Medina, María Pilar <sup>(8)</sup>; Ionescu Ana Maria Andreea <sup>(9)</sup>; Rivera Sánchez, Margarita <sup>(10)</sup>; Castro Torres, José Juan <sup>(11)</sup>; Blanco Benítez, Carlos <sup>(12)</sup>; Muñío Martínez, María del Mar <sup>(13)\*</sup>; Ayllón Cases, Verónica <sup>(14)\*</sup>

(1) *Departamento de Genética, Universidad de Granada, dcarmona@ugr.es*

(2) *Departamento de Genética, Universidad de Granada, lbossinicastillo@ugr.es*

(3) *Departamento de Biología Celular, Universidad de Granada, monteslorenzo@ugr.es*

(4) *Departamento de Biología Celular, Universidad de Granada, pilar.munoz@ugr.es*

(5) *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular III e Inmunología, Universidad de Granada, mcuadros@ugr.es*

(6) *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular III e Inmunología, Universidad de Granada, mjesusac@ugr.es*

(7) *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular III e Inmunología, Universidad de Granada, mirlara@ugr.es*

(8) *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular III e Inmunología, Universidad de Granada, pilarsan@ugr.es*

(9) *Departamento de Óptica, Universidad de Granada, anaionescu@ugr.es*

(10) *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II, Universidad de Granada, mrivera@ugr.es*

(11) *Departamento de Óptica, Universidad de Granada, jcastro@ugr.es*

(12) *Departamento de Biología Celular, Universidad de Granada, cablancob@correo.ugr.es*

(13) *Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Granada, mmunio@ugr.es*

(14) *Departamento de Biología Celular, Universidad de Granada, vayllon@ugr.es*

(\*) *Co-autoras de correspondencia*

## RESUMEN

Incorporar metodologías como la gamificación en la docencia universitaria tiene efectos positivos en el aprendizaje de materias complejas. En este trabajo mostramos el

material creado y los resultados obtenidos con una actividad gamificada, “La Academia Myastara”, basada en las reglas y dinámicas de juegos de rol, demostrando su impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

**Palabras clave:** Gamificación, motivación, aprendizaje activo, competencias transversales

## I. MOTIVACIÓN PARA EL DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE UNA ACTIVIDAD GAMIFICADA EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE ASIGNATURAS DE CIENCIAS Y TÉCNICAS

El uso de nuevas metodologías docentes como la gamificación tiene efectos positivos en el aprendizaje de materias complejas. No sólo favorecen el refuerzo de conceptos e ideas en un ambiente lúdico, sino que, a la vez, permiten diseñar escenarios gamificados en los que se puedan trabajar y desarrollar competencias transversales como el trabajo en equipo, la asociación e integración de conceptos, la resolución de problemas, etc [1].

Nuestro equipo docente, compuesto por profesores de distintas Facultades de la Universidad de Granada que imparten docencia en asignaturas de Grados de diferentes áreas, como Ciencias, Ciencias de la Salud, e Ingeniería, es consciente del problema de la falta de interés y motivación en el alumnado y, sobre todo en las asignaturas más complejas. Dada la transversalidad de este fenómeno, nuestro objetivo fue crear una actividad gamificada basada en juegos de rol inspirados en series televisivas y películas basadas en sagas literarias de éxito y, por tanto, conocidas por el alumnado, y que pueda adaptarse fácilmente a su uso en una amplia variedad de asignaturas del área de Ciencias, Ciencias de la Salud e Ingeniería.

En nuestro planteamiento, pretendíamos que nuestra actividad gamificada cumpliera los siguientes requisitos:

1. Crear interés y motivación en el alumnado por los contenidos a estudiar, para evitar el absentismo y reducir el abandono del estudio de la asignatura.
2. Crear una atmósfera lúdica y divertida, de compañerismo, que fomente el aprendizaje activo y potencie el desarrollo de competencias transversales.
3. Servir al docente como una herramienta de evaluación continua que permita monitorizar la adquisición de conocimientos y competencias en distintos puntos del desarrollo de la asignatura (al final de cada bloque temático, al acabar la asignatura, etc.).
4. Ser versátil para poder ser adaptada fácilmente a su uso en un amplio espectro de asignaturas de distintas áreas, Ciencias, Ciencias de la Salud e Ingeniería.

## II. DISEÑO DE UNA ACTIVIDAD GAMIFICADA PARA SU APLICACIÓN EN ASIGNATURAS DE LAS RAMAS DE CONOCIMIENTO DE DE CIENCIAS, Y CIENCIAS DE LA SALUD E INGENIERÍA

Al implementar esta actividad en la docencia universitaria, pretendemos mejorar la comprensión de conceptos y materias de las asignaturas, a la vez que se desarrollan otras

habilidades y competencias transversales, tales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la creatividad.

Como primer paso, se creó un universo ficticio inspirado en el mundo de tres sagas literarias de éxito entre el público juvenil: Harry Potter, Canción de Hielo y Fuego (conocida como Juego de Tronos en su versión televisiva) y Crónica del Asesino de Reyes. Para dar veracidad a este universo creado, y aumentar el interés del alumnado, se desarrolló una serie de materiales para fortalecer la narrativa del mismo (ver todo el material completo depositado en Digibug [2]) y facilitar la “inmersión” del alumnado en esta “experiencia de aprendizaje”.

Este universo gira en torno a la denominada “Academia Myastara”, situada en el Reino de Ayia, a la que los estudiantes acuden como representantes de las diferentes “Provincias” de dicho reino y donde serán discípulos del Gran Sabio Ciallmar. Durante el desarrollo de la asignatura, el alumnado participa en diferentes actividades individuales y grupales, que les permite obtener “Cartas de Poder” similares a las usadas en los juegos de rol. Estas reglas han sido diseñadas para que puedan ser adaptadas fácilmente a diferentes asignaturas y contenidos (ver reglas completas en el material depositado en Digibug [2]). Este planteamiento nos ha permitido desarrollar competencias transversales tales como el trabajo en equipo, la creatividad y la resolución de problemas de manera colaborativa.

Una vez concretada la narrativa y el “reglamento” del juego, se procedió a diseñar las cartas y el resto de materiales asociados al juego, usando una estrategia que permitiera adaptarlas fácilmente a diferentes asignaturas. Se usaron distintas herramientas disponibles online para la creación de los materiales:

- Generación de imágenes para apoyar la narrativa (mapa del Reino, ilustraciones representativas de cada provincia, imágenes de la Academia, etc...) con ayuda de la aplicación web “Deep IA” [3] capaz de crear ilustraciones mediante inteligencia artificial usando entradas de texto con descripciones. (Figura 1 A-D).
- Diseño y generación de las “Cartas de Poder” con la herramienta web “HearthCards Custom Card Maker” [4], que permite combinar diferentes diseños de cartas de juego con imágenes producidas por inteligencia artificial (Figura 1 E-F).
- Creación de material impreso (Historia de Ayia, Reglas del Juego, etc...) con la herramienta web de diseño gráfico “Canva” [5].
- Grabación de un vídeo corto explicativo del universo creado y reglas de juego, para despertar interés por la actividad y conseguir mayor implicación de los estudiantes.



Figura 1. (A-D) Ejemplos de algunas de las imágenes creadas con inteligencia artificial para ambientar e ilustrar el universo donde se desarrolla la gamificación de la asignatura. A) Mapa del Reino de Aya. B) La Academia Myastara. C) Maester, el grado que alcanzan los estudiantes/aprendices de la Academia si superan la asignatura. D) Representación del Gran Sabio Ciallmar. E) Características de las “Cartas de Poder” diseñadas para la gamificación. F) Ejemplos de algunos de los tipos de “Cartas de Poder” usados en la implementación de la gamificación en el aula.

### III. IMPLEMENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD GAMIFICADA “ACADEMIA MYASTARA” EN ASIGNATURAS DE LAS RAMAS DE CIENCIAS, CIENCIAS DE LA SALUD E INGENIERÍA

Durante el curso académico 2022-2023 se implementó esta actividad en 4 asignaturas de los Grados de Biología, Biotecnología, Medicina y Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada (Histología, Genética, Biología Molecular, e Ingeniería Ambiental, respectivamente).

Para motivar la asistencia a clase, se identificaron diferentes actividades en cada asignatura cuya realización por parte de los Aprendices sería premiada con la entrega de “Cartas de Poder” que otorgan tanto beneficios personales (pequeñas ayudas o beneficios en pruebas de evaluación, posibilidad de realizar actividades no académicas de su interés, etc...), como puntos de equipo que los “Círculos de Aprendices” (nombre con el cual se denominó a los grupos de trabajo durante el curso) fueron acumulando durante el curso. Al final del período lectivo, los componentes del Círculo con mayor puntuación alcanzaron la distinción de “Golden Maesters”, obteniendo, además, un obsequio simbólico por parte del Gran Sabio Ciallmar como reconocimiento a su esfuerzo.

Dado que las Cartas de Poder otorgan beneficios que pueden ser adaptados y aplicados en distintos contextos docentes, la planificación de su implementación y uso durante el desarrollo de las distintas asignaturas se realizó de manera personalizada por cada

docente, adaptándola a la dinámica de cada una de ellas. A modo de resumen, se trata de diferentes actividades enfocadas a fomentar tanto la presencialidad en las aulas, como el trabajo en grupo y la reflexión sobre los contenidos estudiados. Algunos ejemplos son:

- \* Pruebas de clase con las herramientas Kahoot, Quizizz y cuestionarios en la plataforma docente PRADO de la Universidad de Granada.
- \* Actividades grupales realizadas por los Círculos de Aprendices.
- \* Participación en foros de discusión.
- \* Realización de escape games relacionados con la asignatura.
- \* Diseño de emblemas y folclore de cada provincia, para que los “aprendices” tengan una mayor inmersión en el universo creado, fomentando el trabajo en equipo y la creación de vínculos entre estudiantes.

#### IV. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD GAMIFICADA “ACADEMIA MYASTARA” EN LA DOCENCIA, EL INTERÉS Y LOS RESULTADOS ACADÉMICOS DE LOS ESTUDIANTES

Por parte de los docentes, se ha constatado un claro incremento en la asistencia presencial a clase que ha sido bastante sostenido en el tiempo. Hay que indicar que ninguna de estas asignaturas tiene como requisito la asistencia obligatoria a las clases teóricas. En una de las asignaturas se cuantificó esta asistencia comparando la participación en pruebas con la herramienta Quizizz. Durante el curso 2021-22, la media general de asistencia a la asignatura fue del 50%, con ocasiones donde la asistencia bajó del 30%; mientras que, en el curso 2022-23, con el desarrollo de la actividad “Academia Myastara” la presencialidad se mantuvo bastante alta en el tiempo con descensos puntuales (mínimo cercano al 40%), y una media general en torno al 65%.

Para evaluar el grado de satisfacción de los estudiantes con la actividad, su utilidad y su impacto en el proceso de aprendizaje, se confeccionó un cuestionario de evaluación anónimo usando una plataforma online (cuestionarios Google), donde se usó una escala del 1 al 5 para valorar diferentes aspectos de interés (encuesta disponible en [6]). Se registraron 95 respuestas de un total de 290 estudiantes que siguieron esta metodología (33% de participación voluntaria y anónima).

El interés por la asignatura se incrementó de una media del 3,42 antes de empezar las clases a un 3,94 tras el desarrollo de la actividad de la Academia Myastara. De especial mención es la reducción significativa en estudiantes que valoraban su interés en 1 o 2, que representaban alrededor de un 21% del total de encuestados “Antes de comenzar las clases” y que se reduce al 8% tras la implementación de la gamificación. (Figura 2A). Además, este alumnado mostró, en general, una valoración muy positiva de la utilidad de la gamificación para mejorar su aprendizaje, con una media de 4,2 sobre una escala de 5 (Figura 2B). Además, más de un 70% de ellos indicó que le gustaría que este tipo de estrategias se aplicara en otras asignaturas del Grado (datos no mostrados).

La implementación de la gamificación ha tenido un impacto positivo en la percepción que tiene el alumnado sobre diferentes aspectos de su trabajo en clase. En opinión del estudiantado, (escala del 1 al 5, siendo 1 nada de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo), se han obtenido valoraciones muy positivas sobre el impacto en el trabajo en equipo (media 3,5), aumento del interés por los contenidos impartidos (media 3,8), mayor motivación por asistir a clase y participar de las actividades propuestas (media 4,0), una mayor atracción y comprensión de la asignatura (media 4,0) e incluso una valoración subjetiva de mejora de los resultados académicos (media de 3,4). También se ha obtenido un valor muy alto (media 4,6) en la valoración del alumnado del esfuerzo realizado por los docentes para diseñar e implementar el proyecto. Este dato apoya la utilidad de este tipo de estrategias docentes, que permiten involucrar a los alumnos universitarios de una forma más amena y constructiva en su aprendizaje. Por último, a la mayoría del alumnado encuestado (61%) no les supuso un trabajo extra participar en esta actividad gamificada y solamente el 7% consideró que le ha perjudicado (Figura 2C).

Considerados en conjunto, todos estos datos reflejan un efecto claramente beneficioso tras la implementación de este proyecto. La participación en el mundo de la “Academia Myastara” ha tenido un impacto positivo en la actitud de los estudiantes ante las asignaturas que están cursando, tanto a nivel de interés y motivación, como también a nivel de resultados académicos.

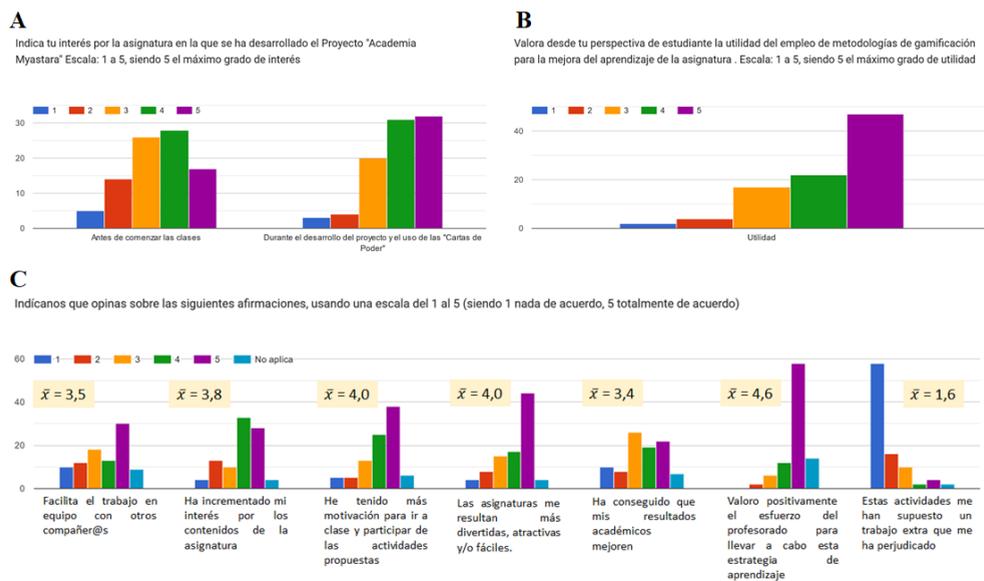


Figura 2. Resultados de la encuesta de evaluación realizada a los estudiantes de asignaturas donde se ha implementado el proyecto “Academia Myastara”, donde se valoraron diferentes aspectos de la aplicación del proyecto con una escala del 1 al 5. A) Interés por la asignatura antes de comenzar las clases y durante el desarrollo del proyecto. B) Apreciación por parte del estudiante de la utilidad de la gamificación en su proceso de aprendizaje. C) Evaluación de diferentes aspectos en los que puede haber impactado positiva o negativamente el desarrollo del proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Contreras, R.s., Eguia, J.L (2016). *Gamificación en aulas Universitarias*. Bellaterra: Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona.
- [2] Repositorio Digibug con todo el material desarrollado <https://digibug.ugr.es/handle/10481/81985>.
- [3] Aplicación web “Deep IA” para generación de ilustraciones a partir de texto <https://deepai.org/machine-learning-model/text2img>) <https://digibug.ugr.es/handle/10481/81985>.
- [4] Herramienta web “*HearthCards Custom Card Maker*” <http://www.hearthcards.net/>
- [5] Herramienta web de diseño gráfico “Canva” [https://www.canva.com/es\\_es/](https://www.canva.com/es_es/)
- [6] Cuestionario de evaluación en Google Forms <https://forms.gle/QwQQgZVZLcR-FN1oY6>).



# La oportunidad de relacionar la investigación con la docencia

Díaz, Verónica <sup>(1)</sup>; Antiñolo, Laura <sup>(2)</sup>; Muñío, Ma del Mar <sup>(3)</sup>; Poyatos, José Manuel <sup>(4)</sup>

*(1) Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada 18071, Granada, España e Instituto del Agua, Universidad de Granada 18071, Granada, España; vdiaz@ugr.es*

*(2) Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada 18071, Granada, España e Instituto del Agua, Universidad de Granada 18071, Granada, España; lantiñolo@ugr.es*

*(3) Instituto del Agua, Universidad de Granada 18071, Granada, España y Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Granada 18071, Granada, España; mmunio@ugr.es*

*(4) Instituto del Agua, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada 18071, Granada, España e Instituto del Agua, Universidad de Granada 18071, Granada, jpoyatos@ugr.es*

## RESUMEN

En la presente comunicación se reflexiona sobre la relación entre la investigación y la docencia a partir de la tutorización de Trabajos de Fin de Máster por parte de estudiantes de doctorado. Se analizan las oportunidades que ofrece, tanto para el estudiante de máster como para el estudiante de doctorado, la elaboración de este TFM experimental.

**Palabras clave:** investigación, docencia, nuevas oportunidades, TFM

## I. INTRODUCCIÓN

Una forma directa de conectar la docencia y la investigación es el llamado Aprendizaje Basado en la Investigación. Este modelo consiste en el aprendizaje y la enseñanza a partir de la actividad investigadora, permitiendo la incorporación del estudiantes en una línea de investigación científica bajo supervisión (RUIZ ESPINOZA et al., 2021). En este línea, algunos autores afirman que este modelo es coherente con los métodos didácticos actuales, basando los conocimientos adquiridos en el trabajo autónomo y la experiencia práctica, además de fomentar el trabajo colaborativo en el laboratorio (PEÑAHERRERA ET

AL., 2014). No solo se obtienen conocimientos científicos sino que además el estudiante desarrolla aptitudes para la innovación tecnológica y social.

En esta ocasión se ha mentorizado el Trabajo de Fin de Máster experimental en el laboratorio de Tecnologías del Medio Ambiente e Ingeniería Sanitaria en la Universidad de Granada de estudiantes del Máster universitario en Ingeniería Química por parte de estudiantes del Programa de Doctorado en Ingeniería Civil.

## II. INICIACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN DE LOS ESTUDIANTES BRINDADA AL REALIZAR UN TFM EXPERIMENTAL

Tal y como se detalla en la memoria del proyecto docente del Trabajo de Fin de Máster (TFM) en el Máster en Ingeniería Química en la Universidad de Granada, el TFM consiste en un proyecto integral de Ingeniería Química de naturaleza profesional en el que se sintetizan las competencias adquiridas en el título. Para ello es posible realizar un trabajo de diseño o desarrollo de un proceso o un trabajo de investigación experimental, en el cual se apliquen los conocimientos adquiridos.

En nuestro caso, los estudiantes optaron por realizar su TFM de forma experimental, llevando a cabo diferentes estudios en el laboratorio relacionados con las líneas de investigación en las que estaba trabajando el equipo investigador durante unas semanas. Esta modalidad permitió emplear la investigación como una herramienta docente, guiando, asesorando y transmitiendo conocimientos a los estudiantes en el laboratorio, así como orientándoles en el tratamiento e interpretación de los datos obtenidos. A partir de este trabajo de investigación no sólo han conseguido superar la asignatura del TFM, sino que además los estudiantes tuvieron la posibilidad de obtener una publicación científica de este estudio.

De esta manera los estudiantes se inician en el ámbito de la investigación conociendo de primera mano el funcionamiento de un laboratorio y adquiriendo conocimientos científicos aplicados a los datos experimentales obtenidos. Al disponer de esta oportunidad son muchos los estudiantes que descubren un nuevo camino educativo y profesional, barajando entre sus posibilidades de futuro el orientar su carrera profesional en el mundo de la investigación y desarrollo (Fig. 1). Así pues pueden optar a continuar sus estudios en un programa de doctorado al haber experimentado todas las fases que se llevan a cabo durante una investigación.

Asimismo, el conocer el día a día del trabajo del investigador, una de las salidas profesionales como egresados, les permite tomar decisiones de cara a su futura inserción laboral. En cualquier caso, si no decidieran continuar en el ámbito de la investigación, el hecho de haber realizado su TFM eligiendo la modalidad experimental también les brinda beneficios como la obtención de una publicación en una revista científica de alto impacto la cual puede ser positiva de forma curricular al ser un mérito que se tiene en cuenta para numerosos puestos de trabajo públicos y privados, mejorando como tal su empleabilidad.

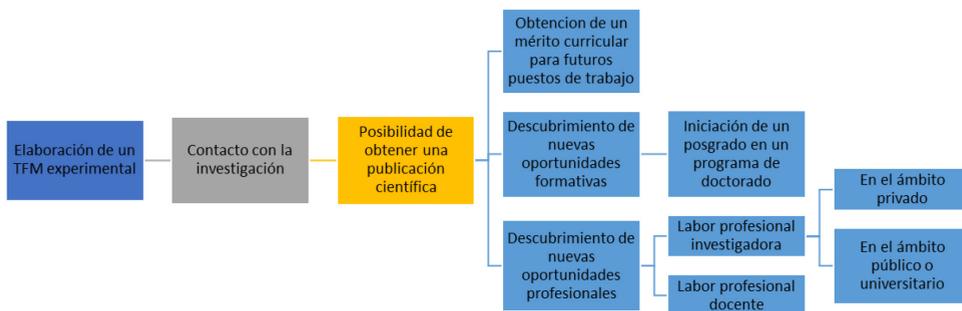


Figura 1. Nuevas oportunidades para los estudiantes al realizar un TFM experimental

#### IV. OPORTUNIDADES DOCENTE COMO DOCTORANDOS

Desde la perspectiva del estudiante de doctorado, el haber mentorizado TFM experimentales directamente relacionados con su ámbito de estudio, supone un gran enriquecimiento profesional y personal ya que nos brinda la posibilidad de acercarnos al mundo docente.

Para doctorandos que dispongan de algún tipo de beca para sus estudios, se encuentra contemplado que tengan un periodo de docencia dentro de su programación de tesis. Sin embargo, para estudiantes que no disfrutaran de estas ventajas y se encuentran realizando el doctorado sin financiación o estando contratadas por la Universidad a cargo de un proyecto, no tienen la oportunidad de recibir esa formación docente durante sus estudios superiores. En esta segunda situación, el mentorizar proyectos experimentales de estudiantes del Máster en Ingeniería Química nos ofrece una gran oportunidad de relacionar nuestro campo de investigación con la docencia adquiriendo aptitudes y capacidades docentes durante el proceso de realización de estos TFM con los alumnos (Fig. 2). Para ello se lleva a cabo una planificación y seguimiento de la fase experimental de los alumnos en el laboratorio, acompañándolos y transmitiendo conocimientos relacionados con las técnicas experimentales y equipos empleados así como educando en seguridad y salud en el laboratorio, orientando esta labor en el marco de la sostenibilidad y concienciando en la preservación del medio ambiente.

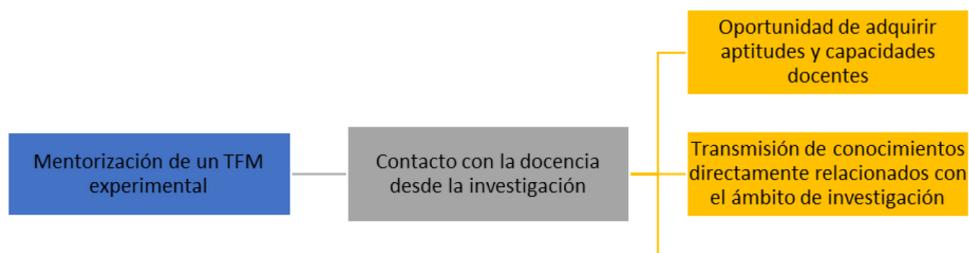


Figura 2. Oportunidades docentes para doctorandos al mentorizar TFM experimentales

## V. CONCLUSIONES

Tras haber tenido la oportunidad como estudiantes de doctorado de mentorizar a estudiantes del Máster en Ingeniería Química en la elaboración de su TFM, hemos podido experimentar e iniciarnos en el ámbito docente, conectando nuestra línea de investigación de la tesis con la transmisión de conocimientos y el asesoramiento a los estudiantes durante su proyecto experimental. Además de esto, se han trasladado los resultados obtenidos a publicaciones científicas de alto impacto, ofreciendo la posibilidad a los estudiantes de máster de iniciar su carrera investigadora con la obtención de un mérito curricular a partir del trabajo realizado en el laboratorio. De esta forma se relacionan el ámbito educativo y el investigador desde el punto de vista de un estudiante de doctorado que, aun sin disponer de becas que contemplen la docencia, se le permite mentorizar a alumnos en sus TFM acercándoles a ellos al mundo investigador.

## REFERENCIAS

- Ruiz Espinoza, F. H., & Estrada Cervantes, R. (2021). Revisión Bibliográfica: La Metodología del Aprendizaje basado en la Investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 1079-1093. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i1.312](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.312).
- Peñaherrera, M., Chiluzza, K. y Ortiz, A. (2014). Inclusión del Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) como práctica pedagógica en el diseño de programas de postgrados en Ecuador. Elaboración de una propuesta. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, 5(2), 204-220.

# El Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP como herramienta para la mejora continua de las enseñanzas universitarias

Comino, Lucía <sup>(1)</sup>; López, Mónica <sup>(2)</sup>;

*(1) Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, lcomino@ugr.es*

*(2) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería,  
Universidad de Granada, mlopeza@ugr.es*

## RESUMEN

La innovación docente es considerada como un reto fundamental en las enseñanzas universitarias. Con este objetivo la UGR en 2009 creó la figura de Equipo Docente. El Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP nació entonces y se ha mantenido a lo largo de los años hasta la actualidad como punto de encuentro y reflexión sobre la innovación docente.

**Palabras clave:** Equipo docente, innovación docente, multidisciplinar.

## I. INTRODUCCIÓN

El recientemente aprobado Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad pretende promover la innovación docente de forma que esta se convierta en una estrategia fundamental de las universidades, de los centros y de las coordinaciones de las titulaciones, partiendo de la consideración de que el objeto esencial del proceso educativo es enseñar y aprender y este proceso debe adaptarse a los cambios sociales, económicos, tecnológicos y culturales que se desarrollan en cada momento histórico. Es evidente el reto fundamental que tienen ante sí las universidades de transformar sus formas de aprendizaje y de enseñanza a las demandas de unas sociedades en permanente mutación.

Compartiendo este mismo objetivo, la Universidad de Granada creó en el año 2009 la figura de Grupo o Equipo Docente.

Actualmente dicha figura se encuentra recogida dentro del Plan FIDO de Formación e Innovación Docente, siendo su última convocatoria la correspondiente al curso 2022-2023, y que se conoce como Plan FIDO<sub>IV</sub> UGR. En ella se incluye la XI Convocatoria de Equipos Docentes para la Formación inicial del Profesorado y Equipos Docentes de Formación Continua.

La finalidad de esta convocatoria es promover en los centros y en el profesorado de la UGR una cultura profesional basada en la formación y actualización permanente para la mejora continua de su actividad profesional; diversificando con ello la oferta formativa y los espacios de formación y planteando una formación contextualizada y ajustada a los grupos docentes. Para ello se establecen los siguientes objetivos generales:

- Ofrecer al profesorado formación específica, en los propios centros de trabajo, que les ayude a optimizar su actividad docente.
- Aprovechar el potencial docente experimentado con que cuenta la UGR para mejorar la formación y autoformación del profesorado.
- Desarrollar la capacidad de diseñar, organizar e implementar la docencia fomentando la participación y/o liderazgo en grupos o redes docentes.
- Generar e integrar en el proceso docente buenas e innovadoras prácticas como un proceso continuado de mejora.
- Fomentar la incorporación en las prácticas docentes de aspectos referidos a la inclusión, emprendimiento, vida saludable, sostenibilidad, internacionalización, digitalización y virtualización de la enseñanza y contenidos en abierto. Así como otros aspectos o tópicos susceptibles de formación e innovación, justificados desde los análisis diagnósticos, planes de mejora de títulos o necesidades planteadas por diversos colectivos docentes.
- Promover la investigación sobre docencia y la elaboración de materiales y recursos docentes, el desarrollo de aplicaciones prácticas y la comunicación y transferencia del conocimiento en el ámbito académico, social y productivo.

A su vez, se marcan unos objetivos específicos para los Equipos Docentes de Formación Continua que se detallan a continuación:

- Favorecer la colaboración, el intercambio de experiencias y el establecimiento de compromisos con la autoformación.
- Establecer mecanismos de colaboración que permitan al profesorado experimentado participar de forma activa en su propia formación.
- Impulsar la creación y consolidación de grupos docentes estables y comprometidos en la formación permanente y mejora de la docencia en la UGR.

- Proporcionar un apoyo y asesoramiento continuado en los centros, que facilite el desarrollo profesional del profesorado en el desempeño de la actividad docente.

## II. EQUIPO DOCENTE MULTIDISCIPLINAR DE LA ETSI DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

### II.1. *Origen*

El origen del Equipo Docente Multidisciplinar de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos se remonta al año 2009, cuando apareció la primera Convocatoria para Equipos Docentes en la UGR.

Un grupo de profesores de diversas áreas de conocimiento con docencia en la ETSICCP se unieron con unos intereses y objetivos comunes: la mejora de la docencia y la innovación educativa. Con ello, se pretendía dar formación e información al PDI para la incorporación en las prácticas docentes de aspectos referidos a la inclusión, igualdad, emprendimiento, vida saludable, sostenibilidad, internacionalización, digitalización y virtualización de la enseñanza.

### II.2. *Evolución*

Desde el 2009, año en que se solicitó el primer Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP, se han ido sucediendo diversos coordinadores del mismo, desde el profesor Miguel Pasadas Fernández en su comienzo, la profesora Luisa M<sup>a</sup> Gil Martín, el profesor José Manuel Poyatos Capilla, la profesora Mónica López Alonso y por último se ha incorporado la profesora Lucía Comino Mateos.

El número de participantes ha ido aumentando a lo largo de estos 13 años, llegándose a un total de 28 en la última convocatoria. Se reflejan en la Figura 1 los datos de los Equipos Docentes más recientes.

| EQUIPO DOCENTE |   |                                |
|----------------|---|--------------------------------|
| CURSO          | COORDINADOR/A   | Nº DE PROFESORES PARTICIPANTES |
| 2019-20        | Prof. José Manuel Poyatos                                       | 27                             |
| 2020-21        | Prof <sup>a</sup> . Mónica López                                | 27                             |
| 2021-22        | Prof <sup>a</sup> . Mónica López                                | 25                             |
| 2022-23        | Prof <sup>a</sup> Mónica López y Prof <sup>a</sup> Lucía Comino | 28                             |

Figura 1. Coordinador/a y número de participantes de Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP en las últimas convocatorias

## II.1. *Actividades desarrolladas*

Las sesiones que se han impartido durante cada una de sus ediciones han versado sobre una temática diversa, si bien la innovación docente ha sido el eje principal de todas ellas. No obstante, podemos comprobar como la programación se ha ido adaptando a las inquietudes del profesorado en cada momento y las circunstancias que rodeaban a cada curso.

Así pues, durante las primeras ediciones, la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior era uno de los temas que más preocupaba a los participantes. Los métodos de evaluación, así como la introducción de las metodologías activas en el aula fueron también foco de atención en las primeras ediciones.

Ya en el curso 2019-20, con la llegada del estado de emergencia creado por la crisis sanitaria derivada del Covid 19, la digitalización de la docencia y las nuevas tecnologías pasaron a ser ejes principales.

En las últimas ediciones, la calidad en la docencia y la transformación digital han cobrado relevancia a la hora de estructurar la programación de las distintas sesiones.

En la Figura 2 se recogen los módulos de las cuatro últimas ediciones, en torno a los cuales se agrupaban las distintas actividades formativas.

| <b>AÑO EQUIPO DOCENTE</b> | <b>MÓDULOS PARA LAS ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>         |
|---------------------------|--|
| 2019-20                   | Formación en Innovación Docente en la Ingeniería Civil |
| 2020-21                   | Formación en Innovación Docente en la Ingeniería Civil |
|                           | Docencia Virtual                                       |
|                           | Introducción al Python                                 |
| 2021-22                   | Formación en Innovación Docente en la Ingeniería Civil |
|                           | Calidad en la Docencia                                 |
|                           | Herramientas y nuevas tecnologías en la Docencia       |
| 2022-23                   | Formación en Innovación Docente en la Ingeniería Civil |
|                           | Transformación Digital                                 |
|                           | Herramientas y nuevas tecnologías en la Docencia       |

Figura 2. Módulos de la programación del Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP en las últimas convocatorias

## II.4. Satisfacción

Al finalizar las actividades formativas, los participantes han recibido una encuesta de satisfacción en las que se ha valorado distintos aspectos de las mismas: objetivos, contenidos, metodología, actividades realizadas, organización, información, recursos, espacios e implicación. Los resultados han sido siempre satisfactorios con puntuaciones positivas y mejorando con el transcurso de las distintas ediciones. Se adjuntan los resultados obtenidos de los últimos cuatro equipos docentes, donde la escala de puntuaciones varía de 1 a 5, siendo 1: “en desacuerdo” y 5: “totalmente de acuerdo” (Figura 3).

| AÑO EQUIPO DOCENTE | Nº DE ENCUESTAS RECIBIDAS | RESULTADOS ENCUESTAS DE SASTISFACCIÓN DEL EQUIPO DOCENTE  |
|--------------------|---------------------------|---|
| 2019-20            | 19                        | Mayoría de resultados por encima de 4,50 / 5.<br>La puntuación más baja ha sido un 4.33 / 5 en el aspecto “implicación personal”.                         |
| 2020-21            | 26                        | Todas las puntuaciones por encima de 4 / 5.   |
| 2021-22            | 11                        | Todas las puntuaciones por encima de 4 / 5.   |
| 2022-23            | 15                        | Mayoría de puntuaciones por encima del 4.8 / 5 en todos los aspectos.<br>La puntuación más baja ha sido un 4.53 / 5 en el aspecto “implicación personal”. |

Figura 3. Resultados de Encuestas de Satisfacción del Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP en las últimas convocatorias

## III. CONCLUSIONES

A lo largo de todas las ediciones, el Equipo Docente Multidisciplinar de la ETSICCP se ha consagrado como una herramienta idónea para conseguir una docencia innovadora y de calidad, cumpliendo los objetivos con los que se creó. Este equipo favorece el intercambio de experiencias, fomenta la formación del profesorado tanto novel como senior y la integración de buenas e innovadoras prácticas docentes aprovechando el potencial con que cuenta la UGR.

Sus contenidos se han ido adaptando a las distintas necesidades surgidas de forma adecuada y así lo han valorado sus participantes, cuyo número ha ido aumentando. Las encuestas de satisfacción reflejan opiniones siempre positivas, con puntuaciones siempre por encima del 4 / 5.

#### REFERENCIAS

Plan Fido UGR Plan de Formación e Innovación Docente 2022-2023 <https://calidad.ugr.es/sites/webugr/calidad/public/ficheros/Formaci%C3%B3n%20e%20innovaci%C3%B3n/Plan%20FIDO%20IV%202022-23%20Aprobado%20CG.pdf>  
Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre. Boletín Oficial del Estado <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/09/28/822/con>

# Implantación de sistema para el seguimiento y tutorización de TFG/TFM en la ETSICCP

Mataix-Sanjuán, Jesús <sup>(1)</sup>; León-Robles, Carlos <sup>(2)</sup>; Martín-Pascual, Jaime <sup>(3)</sup>

- (1) *E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, coordinadorgic@ugr.es*  
(2) *E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, coordinadormiccp@ugr.es*  
(3) *E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, docenciacaminos@ugr.es*

## RESUMEN

Desde la implantación del Grado en Ingeniería Civil y del Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos la tasa de rendimiento de TFG y TFM presenta valores relativamente bajos. Por ello en el curso 2022-23 se puso en marcha un Proyecto de Innovación Docente encaminado a mejorar la eficiencia con la que el estudiantado se enfrenta a estas materias.

**Palabras clave:** TFG; TFM; Tutorización; Tasa de Rendimiento.

## I. INTRODUCCIÓN

La tasa de rendimiento en la materia TFG del Grado en Ingeniería Civil y TFM del Máster universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos obtenida desde la implantación de sendos títulos pone de manifiesto que es necesario tomar medidas para facilitar a los estudiantes a que puedan presentar el TFG/TFM en el curso en el que se matriculen. De hecho en el último informe de renovación de la acreditación de los títulos la Agencia Andaluza de Conocimiento manifestó como recomendación “Se recomienda implantar medidas urgentes para mejorar la tasa de graduación, de abandono y de no presentados en TFG”.

Esta baja tasa de rendimiento puede deberse, entre otros aspectos, a las características de estos títulos que habilitan para el ejercicio de una profesión regulada y al sistema de tutorización que se está siguiendo. Las características del TFG y TFM en los títulos adscritos a la ETSICCP en los que el estudiante ha de alcanzar la competencia

de “ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un Tribunal universitario, consistente en un proyecto de Ingeniería Civil (TFG) o de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (TFM) de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas”, muestran como estos trabajos finales implican la integración de todas las competencias de cada uno de sus títulos. Bajo esta óptica existen una serie de documentos que deben incluir el TFG y TFM que, particularizados para la temática del proyecto de cada estudiante, mantienen algunas directrices comunes que son extensible a todos, o una gran mayoría, de los trabajos. Por su parte, los responsables de tutorización, expertos en diferentes materias del ámbito de la ingeniería civil, durante la tutorización del trabajo, realizan el esfuerzo de revisar y asesorar a sus estudiantes en el proyecto global, lo que en ocasiones implica un aumento de su carga de trabajo y un menor grado de asesoramiento al estudiante en temáticas específicas del proyecto en las que no trabaja de forma habitual. Teniendo en cuenta lo anterior, la focalización de algunos aspectos que afectan a todos los proyectos en especialistas en cada uno de los ámbitos puede ayudar a reducir la tasa de no presentados.

Ante esta situación, y teniendo en cuenta la necesidad innovar en la docencia a que hace referencia el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad, la ETSICCP, a propuesta de la Dirección del Centro, presentó una propuesta de Proyecto Coordinado de Innovación Docente y Buenas Prácticas en la convocatoria del Plan FIDO UGR 2022-2023, denominado “Implantación de sistema para el seguimiento y tutorización de TFG/TFM en la ETSICCP”, el cual fue concedido por la Unidad de Calidad, Innovación Docente y Prospectiva con fecha de 30 de septiembre de 2022, con el código 22/195.

## II. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo general del Proyecto de Innovación Docente 22/195 es mejorar la tasa de rendimiento del Trabajo Fin de Grado (Grado en Ingeniería Civil) y del Trabajo Fin de Máster (Máster universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos) en la ETSICCP, en el marco de los planes de estudios vigentes de ambas titulaciones, así como del Reglamento del Trabajo o Proyecto fin de Grado en la Universidad de Granada (NCG187/2), aprobado en Comisión de Gobierno el 21 de noviembre de 2022, del Reglamento sobre el desarrollo de la materia “Trabajo Fin de Grado” del título de Grado en Ingeniería Civil, aprobado en Junta de Escuela el 25 de julio de 2023, y del Reglamento de Trabajo Fin de Máster de ICCP, aprobado en Junta de Escuela el 11 de diciembre de 2017.

Se plantea para ello una serie de objetivos específicos:

- Orientar al estudiantado en los contenidos habituales de los proyectos constructivos en el campo de la Ingeniería Civil / Ingeniería de Caminos, Canales

y Puertos, que son la base de los Trabajos Fin de Grado y de Máster de las dos titulaciones afectadas.

Ayudar al estudiantado a adoptar una estrategia metodológica eficiente para la redacción de los diferentes documentos que conforman un proyecto constructivo de temáticas diversas.

- Guiar al estudiantado en el desarrollo de su trabajo autónomo para la redacción de su TFG / TFM.
- Editar documentos y materiales audiovisuales orientados al cumplimiento de estos objetivos y ponerlos a disposición del estudiantado a través de la plataforma PRADO.
- Poner en marcha una experiencia piloto de cotutorización de Trabajos Fin de Grado y de Máster por varios/as tutores/as especialistas en determinadas partes de los proyectos constructivos.

### III. PARTICIPANTES

En el Proyecto participan un total de 18 profesores y profesoras de la ETSICCP que cuentan con una dilatada experiencia en la tutorización de TFG y TFM, que representan a la práctica totalidad de los ámbitos de conocimiento que toman parte en los proyectos de construcción, y que disponen de amplia formación en innovación y buenas prácticas docentes:

- Alegre Bayo, Francisco Javier (Proyectos de Ingeniería).
- Chiachío Ruano, Juan (Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras).
- Chiachío Ruano, Manuel (Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras).
- Del Sol Sánchez, Miguel (Ingeniería de la Construcción).
- Garrido Manrique, Jesús (Ingeniería del Terreno).
- Gómez Lorente, Daniel (Ingeniería Eléctrica).
- Jadraque Gago, Eulalia (Proyectos de Ingeniería).
- Lavado Rodríguez, José (Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras).
- León Robles, Carlos (Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría).
- López Alonso, Mónica (Ingeniería de la Construcción).
- Martín Pascual, Jaime (Tecnologías de Medio Ambiente).
- Martínez-Echevarría Romero, María José (Ingeniería de la Construcción).
- Mataix Sanjuán, Jesús (Expresión Gráfica en la Ingeniería).
- Molero Melgarejo, Francisco Emilio (Urbanística y Ordenación del Territorio).
- Moreno Escobar, Begoña (Proyectos de Ingeniería).
- Poyatos Capilla, José Manuel (Tecnologías de Medio Ambiente).
- Ramos Ridao, Ángel Fermín (Tecnologías de Medio Ambiente).
- Serrano Bernardo, Francisco (Tecnologías de Medio Ambiente).

Un tercio de los participantes en el Proyecto forman parte del equipo de Dirección de la ETSICCP: la Directora, la Secretaria, el Subdirector de Docencia, la Subdirectora de Relaciones Externas y los Coordinadores del GIC y del MuICCP. La coordinación del Proyecto es responsabilidad del Coordinador del Grado en Ingeniería Civil.

#### IV. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

El Proyecto se desarrolla durante los cursos académicos 2022/23 (primera fase) y 2023/24 (segunda fase), por lo que en este momento se encuentra en su ecuador.

##### IV.1. *Primera fase (curso 2022/23)*

En la primera fase se programaron dos actividades:

- Redacción y publicación de la “Guía para la Redacción de Proyectos de Construcción de Ingeniería Civil” (primer semestre).
- Realización de una serie de seminarios temáticos acerca de las tipologías más habituales de proyectos de construcción así como de los documentos que los componen (segundo semestre).

Es importante destacar que la guía a la que se refiere el primer punto nace como un documento de ayuda a disposición del estudiantado y de los tutores y tutoras de TFG y TFM, y en ningún caso tiene carácter de obligatoriedad, es decir, su uso y consulta por parte de estudiantes y docentes es completamente voluntario.

La guía contiene dos grandes apartados: en primer lugar, una colección con los índices tipo de proyectos de construcción de temáticas diversas; y en segundo lugar, una breve guía o ficha de orientación para la redacción de cada uno de los documentos que integran dichos proyectos. Se recogen en total 16 temáticas de proyectos de construcción: viales y carreteras; plataforma ferroviaria; montaje / renovación de vía ferroviaria; carriles bici; caminos naturales; urbanizaciones, viales y redes de servicios urbanos; tratamiento de aguas (EDAR y ETAP); transporte de aguas; tanques de tormentas; depósitos; puntos limpios, gestión de residuos, etc.; estaciones; edificios y naves industriales; aparcamientos subterráneos y elevados; instalaciones solares, fotovoltaicas y eólicas; encauzamientos. Las cuales dan lugar a más de 140 fichas con las orientaciones para la redacción de los documentos generales y específicos que integran esos proyectos.

Cumpliendo con la programación prevista, la primera edición de la guía se finalizó y publicó al comienzo del período lectivo del segundo semestre del curso 2022/23 (Fig. 1).

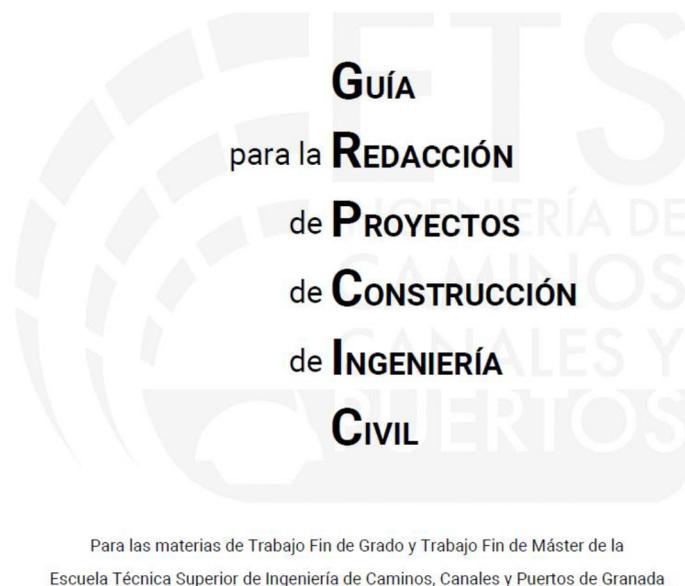


Figura 1. Portada de la Guía para la Redacción de Proyectos de Construcción de Ingeniería Civil

La guía no es un documento cerrado; en cada nuevo curso académico se actualizará en cuanto sea necesario y, en su caso, se incluirán nuevas temáticas de proyectos de construcción.

En el segundo semestre se llevaron a cabo 14 seminarios temáticos, tanto comunes a todo proyecto de construcción como específicos para las diferentes temáticas, impartidos por las profesoras y profesores participantes en el proyecto especialistas en los diferentes ámbitos de conocimiento. Sus contenidos y programación se recogen en la Fig. 2. El objetivo de estos seminarios es orientar al estudiantado para mejorar la eficiencia con que abordan la realización de los cálculos, estudios, anejos, planos y resto de documentos del proyecto. Su programación se estableció acorde con el ritmo deseable con el que el estudiantado debería desarrollar su TFG o TFM para poder entregarlo en ese mismo curso académico.

#### IV.2. *Segunda fase (curso 2023/24)*

En este curso se llevará a cabo una experiencia piloto de cotutorización. El conjunto de estudiantes que estén realizando su trabajo final de titulación tutorizados por los miembros del equipo y que deseen participar en la experiencia se dividirán en dos grupos, TFG (grupo 1) y TFM (grupo 2). A su vez, los profesores y profesoras del equipo también se dividirán en esos dos grupos de forma que en cada uno de ellos exis-

tan docentes especialistas en las distintas materias que son objeto de los TFG y TFM tutorizados. Así, cada miembro de cada grupo será responsable de asesorar y revisar el trabajo de los estudiantes en la materia en que es especialista. El tutor o tutora oficial de cada estudiante mantendrá sus funciones de orientación y asesoramiento general, evaluación, etc.

Esta experiencia de cotutorización se iniciará al principio del curso, una vez se haya completado la primera rase de asignación definitiva de TFG y TFM, y se mantendrá durante la totalidad del curso académico.

| SEMINARIOS COMUNES  |   | SEMINARIOS ESPECÍFICOS   |   |
|---|---|--|---|
| <b>Presentación</b> del PID 22-195 y de la Guía RPCIC a <b>tutores/as</b> de TFG/TFM y <b>profesorado</b> de la ETSICCP   | <b>Miércoles 8 de marzo</b><br>18:00 horas  | <b>Encauzamientos</b>  | <b>Lunes 20 de marzo</b><br>17:30 horas     |
| <b>Presentación</b> del PID 22-195 y de la Guía RPCIC a <b>estudiantes</b> de TFG/TFM. <b>Generalidades</b> del Proyecto de Construcción y cómo abordarlo   | <b>Miércoles 8 de marzo</b><br>18:30 horas  | <b>Viales y carreteras</b><br><b>Ferrocarriles</b>   | <b>Miércoles 22 de marzo</b><br>18:30 horas |
| <b>Anejos informativos</b><br>• Antecedentes<br>• Cartografía y topografía<br>• Geología y geotecnia<br>• Climatología e hidrología<br>• Planeamiento<br>• Estudio de alternativas y justificación del diseño<br>• Efectos sísmicos<br>• Estructuras / Cálculos Estructurales | <b>Miércoles 15 de marzo</b><br>18:00 horas | <b>Carriles bici y caminos naturales</b><br><b>Urbanizaciones, viales y redes de servicios urbanos</b>     | <b>Miércoles 22 de marzo</b><br>19:30 horas |
| <b>Planos y gestión de la documentación gráfica del Proyecto</b>  | <b>Miércoles 15 de marzo</b><br>19:00 horas | <b>Tratamiento de aguas (EDAR y ETAP)</b>  | <b>Jueves 23 de marzo</b><br>17:30 horas    |
| <b>Anejos singulares</b><br>• Anejo ambiental<br>• Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición<br>• Estudio de Seguridad y salud  | <b>Martes 11 de abril</b><br>16:30 horas    | <b>Transporte de aguas</b><br><b>Tanques de tormentas</b><br><b>Depósitos</b>                              | <b>Jueves 23 de marzo</b><br>18:30 horas    |
| <b>Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, Presupuesto y resto de anejos</b>  | <b>Miércoles 10 de mayo</b><br>17:00 horas  | <b>Estaciones</b><br><b>Edificios y naves industriales</b><br><b>Aparcamientos subterráneos y elevados</b> | <b>Viernes 24 de marzo</b><br>16:30 horas   |
|   |   | <b>Puntos limpios, gestión de residuos, etc.</b>   | <b>Martes 28 de marzo</b><br>16:30 horas    |
|   |   | <b>Instalaciones solares, fotovoltaicas y eólicas</b>  | <b>Miércoles 29 de marzo</b><br>17:00 horas |

Lugar de impartición: **Aula ODS** (planta -1 ETSICCP)

Formulario de inscripción: <https://forms.gle/dbzeq6Ms6q6oczjF7>

Figura 2. Programación de los seminarios de orientación TFG/TFM (2022/23)

Como parte de esta experiencia, durante el segundo semestre se volverán a llevar a cabo seminarios de orientación realizados en el segundo semestre de 2022/23. Estos seminarios tendrán un enfoque ligeramente diferente; tendrán una primera parte expositiva, que se grabará y subirá al espacio de TFG y TFM de Prado, y una segunda parte consistente en un taller en el que los y las estudiantes desarrollarán sus trabajos con el apoyo y supervisión del profesorado responsable.

La última actividad del Proyecto será el análisis de los resultados obtenidos: calificaciones, tasa de rendimiento y de éxito y comparativa entre los estudiantes inscritos en el programa y los no inscritos (grupo control).

## V. RESULTADOS ESPERADOS

Actualmente el seguimiento de los TFG y TFM se confía en exclusiva a la labor del tutor o tutora, lo que en ocasiones conlleva disparidad tanto en el proceso como en el resultado del mismo. El asesoramiento y materiales generados por profesores/as tutores/as especialistas en las distintas materias ayudarán al estudiantado a afrontar desde el primer momento y de una forma más eficiente la redacción de su TFG/TFM, mediante un proceso más estandarizado que conseguirá uniformar los contenidos de los proyectos y la dedicación necesaria para superar esta materia, y, en última instancia, facilitar la entrega del TFG/TFM en el mismo curso académico en que se ha matriculado, y obtener un mayor nivel de profesionalidad en los contenidos del trabajo, lo que redundará en la mejora de las calificaciones y tasas de rendimiento y éxito.

En caso de que la experiencia resulte satisfactoria, la metodología y recursos generados por el Proyecto se aplicarán a la docencia de la materia de TFG/TFM tras su finalización. Se creará un espacio permanente en PRADO para alojar la guía y los materiales audiovisuales generados, y si la experiencia piloto de cotutorización resulta exitosa se plantea la posibilidad de incorporarla en el reglamento y procedimiento de TFG/TFM de la ETSICCP.

## REFERENCIAS

- Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad.
- Reglamento del Trabajo o Proyecto fin de Grado en la Universidad de Granada (NCG187/2). 21 de noviembre de 2022.
- Reglamento sobre el desarrollo de la materia “Trabajo Fin de Grado” del título de Grado en Ingeniería Civil. ETSICCP, UGR. 25 de julio de 2023.
- Reglamento de Trabajo Fin de Máster de ICCP. ETSICCP, UGR. 11 de diciembre de 2017.



# Experiencia en la evaluación continua en los trabajos de fin de grado en ingenierías

Del Sol Sánchez, Miguel <sup>(1)</sup>; Moreno Escobar, Begoña <sup>(2)</sup>; Puertas, Esther <sup>(3)</sup>

*(1) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería,  
Universidad de Granada, msol@ugr.es*

*(2) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería,  
Universidad de Granada, bgmoreno@ugr.es*

*(3) Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, epuertas@ugr.es*

## Resumen

Esta comunicación presenta una experiencia de innovación docente basada en la adopción de una metodología de tutorización para la evaluación continua de los TFG, en comparación con una metodología tradicional. Los resultados muestran que el grado de satisfacción del estudiantado que sigue el sistema de evaluación continua es mayor, pudiendo además destacar que dicha metodología implica una calificación más alta.

**Palabras clave:** Innovación docente; Evaluación continua; Trabajo fin de grado; ingeniería civil.

## I. INTRODUCCIÓN

Las ingenierías cuentan con una larga tradición en el desarrollo de los denominados proyectos fin de carrera (PFC), donde ya la Ley de 20 de julio de 1957 de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas (España, 1957) integró las Escuelas Técnicas Superiores en las que ha venido siendo condición necesaria para la obtención del título, la superación de dicho PFC definido como “trabajo de conjunto sobre las materias características de su especialidad en el que se acredite la formación adquirida”. Actualmente, el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las

enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad, establece el Trabajo fin de Grado (TFG) como un trabajo que tiene como objetivo esencial la demostración por parte del o la estudiante del dominio y aplicación de los conocimientos, competencias y habilidades definitorios del título universitario oficial de Grado. En este contexto, ha surgido la necesidad de desarrollar una normativa regulatoria más específica por parte de las universidades.

En el caso de las titulaciones de ingeniería suele ser habitual que el estudiantado realice proyectos de ingeniería clásicos de diseño, estableciendo que el TFG debe realizarse individualmente y efectuar su presentación y defensa ante un tribunal universitario, mientras que la metodología docente de tutorización suele centrarse en la labor de orientación y dinamización de un aprendizaje más autónomo por parte del estudiantado, lo cual supone un importante cambio ya que es la primera vez, en la mayoría de casos, que no está aprendiendo pasivamente, sino que es quien tiene que fijar los “contenidos”, “planificación y organización” y “búsqueda de recursos” para la elaboración del TFG.

En este marco, surge la necesidad de explorar otras modalidades y métodos para la tutorización del TFG, buscando una evaluación y orientación continuada que facilite al estudiantado el aprendizaje y adquisición de las competencias a través de la realización de su trabajo fin de grado. Así, en esta comunicación se muestra la experiencia en la adopción de una metodología basada en la evaluación continua de los TFG, en comparación con la metodología tradicional, heredada de los PFC.

## II. OBJETIVOS

El objetivo principal del presente estudio se centra en analizar la viabilidad e impactos de la experiencia docente desarrollada en torno a la modalidad de evaluación continua en los trabajos de fin de grado en las titulaciones de ingeniería basadas en la realización, presentación y defensa de un proyecto de diseño. En concreto, los objetivos específicos son:

- Evaluar la influencia de la evaluación continua en la motivación de los estudiantes para la realización del TFG.
- Analizar el impacto de la evaluación continua en el tiempo de realización el TFG y los resultados y calificaciones obtenidos por el estudiante.
- Proponer un proceso metodológico que fomente la evaluación continua de los TFG y la mejora del rendimiento de los estudiantes en su realización.

## III. MÉTODO

### III.1. *Participantes*

El estudio se ha realizado en el marco de la realización de TFG en el Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada, siendo participantes 15 estudiantes que han cursado dicha titulación durante los últimos 3 cursos académicos (periodo 2020-2023).

Para la realización de la investigación se han aplicado dos metodologías docentes, una denominada “tradicional” y otra metodología definida como “evaluación continua”. La selección de estas dos metodologías se realizó con el fin de evaluar el impacto de aplicar una modalidad de evaluación continua en los TFG frente a la metodología tradicional, siendo cada una de ellas aplicada a un número de en torno a 15 estudiantes, tratando de conseguir una muestra representativa.

### III.2. *Metodología tradicional para el seguimiento y evaluación de los TFG*

Teniendo en cuenta que el TFG consiste en un ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, el procedimiento denominado tradicional consiste en una tutorización individualizada con cada estudiante tutorizado, siendo este el que establece su planificación en función de su situación académica y personal y por tanto, es quien va fijando el ritmo de ejecución y entregas parciales para su corrección por parte del tutor. En esta metodología es el estudiante el que solicita a demanda las tutorías necesarias para aclaración de dudas que le puedan ir surgiendo al realizar su trabajo y para la revisión de entregas parciales que va realizando.

### III.3. *Metodología de evaluación continua aplicada a los TFG*

El procedimiento seguido para la evaluación continua en los TFG se ha basado principalmente en el objetivo de fomentar la adquisición de competencias, tanto relacionadas con la titulación académica y profesional, como competencias transversales centradas en aspectos como aprendizaje activo, trabajo en grupo y comunicación. Para ello, la metodología consta de tres métodos principales:

- Tutorías grupales: el objetivo fundamental consiste en realizar un seguimiento continuado de las actividades y avances del estudiante en la realización del TFG. Consistente en sesiones con una duración entre 1 y 2 horas (dependiendo del número de estudiantes), en las que los estudiantes exponen durante 10 minutos (tiempo máximo), los avances conseguidos desde la última tutoría. Con esto se pretende mejorar la competencia de habilidades de comunicación de los estudiantes.
- Talleres grupales: el objetivo principal de esta actividad consiste en supervisar el avance y trabajo de los estudiantes, a la vez que se orienta y resuelven dudas de forma grupal en sesiones de trabajo guiado con duración de 2-3 horas. Con esta actividad, a pesar de que cada estudiante debe realizar su trabajo de forma individual, se fomenta el trabajo en equipo buscando la colaboración entre los estudiantes.
- Tutorías individuales: para aquellos casos en los que, por necesidades de los estudiantes, requieran de un seguimiento más individualizado, se realizan tutorías individuales a demanda de los estudiantes.

La evaluación continua consiste mayormente en la calificación de los trabajos expuestos por el estudiante en cada sesión de “tutorías globales”, así como de los documentos enviados para evaluar antes de cada tutoría. Además, en la nota final se considera el contenido final del TFG, y las habilidades de presentar en cada tutoría grupal, y especialmente en aquella en la que los estudiantes ensayan la defensa de tu TFG. Respecto a la distribución temporal de estas actividades, ésta depende del calendario académico de cada curso, y de los objetivos de periodo de entrega de los estudiantes. No obstante, la figura 1 muestra el ejemplo de distribución de actividades aplicado en los dos últimos cursos académicos.



Figura 1. Esquema de metodología seguida en la evaluación continua

#### ***III.4 Métodos usados para analizar los resultados de cada metodología***

Los métodos empleados para calificar y cuantificar los impactos y resultados asociados a la aplicación de cada metodología consistieron en el análisis de varios factores, siendo evaluados para un mínimo de 10 alumnos:

- Influencia en el número de estudiantes que entregan el TFG en el tiempo previsto para su realización en la etapa final del grado. Para ello, se consideraron tanto los estudiantes que entregaron en convocatoria ordinaria, como extraordinaria y especial, así como aquellos que entregaron en cursos académicos siguientes.
- Calificación obtenida por los estudiantes, tanto por parte del tutor (en lo relativo a seguimiento y contenido del TFG) como por parte del tribunal. Para ello, se usó una rúbrica común para ambas metodologías, que es empleada por los tutores de TFG en el Grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada.
- Cuestionario para conocer el grado de interés y motivación de los estudiantes, así como su punto de vista a cerca de la evaluación continua en TFG. Se realizaron 5 preguntas con escala de 5 y una pregunta abierta.

## **VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos tras la realización de la encuesta a los estudiantes tutorizados bajo la metodología tradicional y bajo la metodología de evaluación continua son los que se presentan a continuación.

Es importante tener en cuenta que ambas metodologías solamente llevan conviniendo dos cursos académicos y, por tanto, el número de encuestados es aún bajo para poder obtener conclusiones relevantes.

No obstante, a partir del análisis de la figura 2, que muestra el tiempo empleado por los estudiantes en la realización del TFG para cada modalidad, se puede observar cómo el número de meses de dedicación aumenta a más del doble al utilizar la metodología tradicional, pasando de una duración media en la metodología de evaluación continua de 11 meses, a 26 meses en la tradicional.

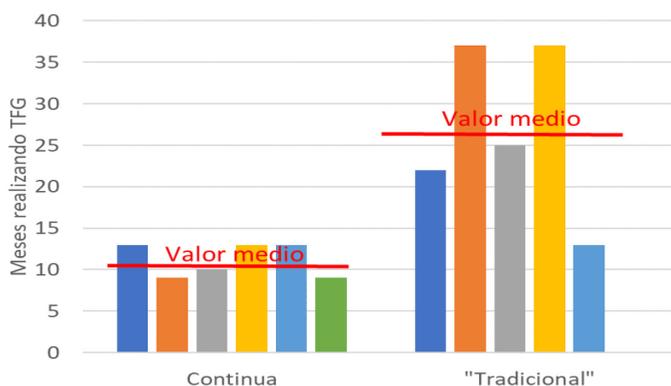


Figura 2. Tiempo de dedicación en meses para la realización del TFG en función de la metodología docente empleada

Se obtuvo además que el aumento en el tiempo de dedicación para la realización del TFG dependía no sólo de la metodología empleada sino también del número de créditos en los que se encuentra matriculado el estudiante a la hora de comenzar su TFG como puede apreciarse en la figura 3. En el caso de la metodología de evaluación continua tiene una relación directa dicho aumento con la carga docente del estudiante; sin embargo, en la metodología tradicional no existe ninguna relación entre ambos parámetros.

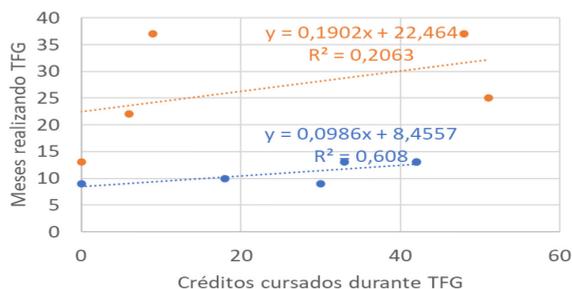


Figura 3. Relación entre el tiempo de dedicación en meses para la realización del TFG y los créditos cursados

El análisis de la calificación obtenida demostró que es superior en casi un punto la media obtenida por los estudiantes que han seguido la metodología de evaluación continua (media de 9) con respecto a la metodología tradicional.

Por último, en relación con los resultados de opinión obtenidos en el cuestionario, en la figura 4 se puede apreciar que los estudiantes que han seguido la metodología de evaluación continua valoran mejor esa tipología de actividades asociadas a dicha metodología. Esto podría indicar que los resultados superan las expectativas de los alumnos que no han seguido dicho método.

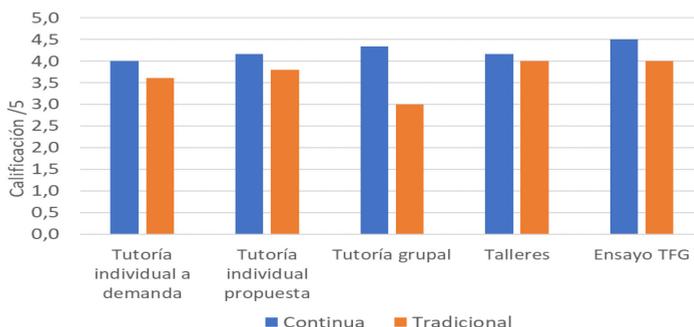


Figura 4. Opinión de los estudiantes sobre las actividades que se han puesto en práctica en la presente investigación

## CONCLUSIONES

La introducción de metodologías de evaluación continua se muestra de gran utilidad para favorecer la motivación del estudiantado realizando el TFG en un tiempo menor y con una relación directa entre la duración en la realización del trabajo y la carga crediticia del estudiante.

El grado de satisfacción del estudiantado que sigue el sistema de evaluación continua es mayor en relación con las actividades seguidas en la metodología. Además, cabe destacar que el seguimiento de una metodología basada en el trabajo continuo tutorizado del estudiante implica una calificación mayor del trabajo.

Así, la metodología desarrollada con el sistema definido como evaluación continua se muestra fácilmente incorporable a la docencia de TFG en enseñanzas técnicas, suponiendo una mejora en el proceso enseñanza-aprendizaje.

## REFERENCIAS

- España. Ley de 20 de julio de 1957 sobre ordenación de las enseñanzas técnicas. BOE de 22 de julio de 1957, núm. 187, pp 607-614.
- España. Real Decreto 1393/2007 (a), de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE de 30 de Octubre de 2007, núm. 260.

# Autoaprendizaje y accesibilidad para la enseñanza de la Estadística mediante un entorno virtual

Rueda, Jorge Luis<sup>(1)</sup>; Cobo, Beatriz<sup>(2)</sup>; Rueda, María del Mar<sup>(1)</sup>

*(1) Departamento de Estadística e Investigación Operativa,  
Universidad de Granada, jorgerueda@ugr.es, mrueda@ugr.es*

*(2) Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa,  
Universidad de Granada, beacr@ugr.es*

## RESUMEN

Estamos desarrollando un entorno web virtual para el aprendizaje de la estadística, incluyendo que sea accesible para invidentes. Se explican diferentes temas de estadística que se imparten en la mayoría de las titulaciones mediante dos programas diferentes, SPSS y R. En este último, usamos el paquete, BrailleR, que permite a las personas ciegas hacer un mejor uso del programa.

**Palabras clave:** Estadística, Aprendizaje, Accesibilidad, BrailleR.

## I. HISTORIA Y EVOLUCIÓN

El origen de este proyecto se remonta al curso 2002-2003, ante la necesidad de potenciar y mejorar la metodología docente de las clases de prácticas de Estadística mediante ordenador. Ya que incluso a día de hoy, gran parte de los contenidos prácticos que se imparten sobre esta ciencia suelen ser a mano, algo totalmente obsoleto, sobre todo teniendo en cuenta el tamaño de los conjuntos de datos que utilizamos y a la gran cantidad de técnicas estadísticas que tenemos disponibles en programas como R o SPSS. Es por eso que se implementó un portal web, siendo este una herramienta fundamental para el desarrollo de las sesiones prácticas mediante SPSS en las distintas carreras en las que se imparte la asignatura de Estadística. Posteriormente, en las ediciones siguientes se completaron las prácticas realizadas con SPSS y en la actualidad el portal consta de ocho

prácticas que engloban desde una introducción a la Estadística Descriptiva hasta Análisis Multivariante, y están alojadas en un nuevo sitio web (<https://wpd.ugr.es/~bioestad/>).

Este proyecto se ha ido ampliando con software libres especialmente indicados para el análisis estadístico como es R, el cual es gratuito e incluye una gran cantidad de paquetes los cuales permiten aplicar funciones de todos los ámbitos de la estadística y que continuamente se van ampliando y actualizando. Este programa dispone de dos interfaces visuales para que su uso sea más fácil e intuitivo, R Commander y RStudio, los cuales también han sido implementados en nuestro proyecto. Destacamos el curso 2016-2017, ya que es el momento en el que se inicia la elaboración de una web accesible para invidentes utilizando el paquete de R llamado BrailleR. Este paquete ha estado en constante desarrollo desde hace 10 años (GODFREY, 2012), pero la versión 1.0 fue publicada en este mismo año (GODFREY et. al, 2023), y está diseñado para que las personas ciegas puedan hacer un mejor uso de R, mediante la inclusión de descripciones de texto para los gráficos y los resultados obtenidos o mediante funcionalidades experimentales para optimizar el contenido gráfico y prepararlo para su impresión en relieve como imágenes táctiles. En los últimos años hemos seguido completando el número de prácticas para cada programa utilizado, destacando BrailleR para permitir el aprendizaje de la Estadística, mediante ordenador, a personas invidentes.

El proyecto está compuesto por profesores del departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa, Didáctica de la Matemática y Estadística e Investigación Operativa, siendo el aprendizaje de la estadística, mediante medios modernos, un importante nexo que los relaciona a todos. El carácter interdepartamental del equipo de trabajo enriquece el proyecto, ya que permite detectar las necesidades en materia de estadística de alumnos de distintas titulaciones y perfiles, y al tener en cuenta todas estas necesidades, el material resultante es mucho más completo. Este trabajo se está desarrollando bajo un proyecto de innovación de la Unidad de Calidad, innovación docente y prospectiva de la UGR

## II. OBJETIVOS

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- Mejorar la docencia de clases prácticas: El proyecto ofrece una gran cantidad de prácticas para áreas tan distintas como la Estadística Descriptiva, Inferencia, Diseño de Experimentos y Análisis Multivariante. Todas ellas explicadas con una profunda base teórica, ejemplos prácticos con explicaciones paso a paso (Supuestos Prácticos), ejercicios completamente resueltos (Ejercicios Guiados) y ejercicios con una breve resolución (Ejercicios Propuestos). Esta gran cantidad de contenido puede ayudar a realizar docencia en las sesiones prácticas, cuyo temario se ajuste al producido en dicha web.

- Multidisciplinariedad: Además de abordar diferentes áreas de conocimiento de Estadística, las prácticas están desarrolladas tanto en software libre, R y sus derivados RStudio, R Commander y BrailleR, como en software propietario, caso de SPSS. Esto permite que se pueda aplicar un mismo conocimiento estadístico en varios software estadísticos distintos o adaptarse a las necesidades del curso o grado en el que se imparta, ya que en ciertas titulaciones se recomienda el uso de un programa determinado.
- Autoaprendizaje: Permite al alumnado de un grado en particular o al personal externo a la Universidad aprender diferentes áreas de la Estadística de forma independiente y autónoma sin ningún tipo de coste. Puede servir, además, como complemento para poder ampliar o mejorar el conocimiento de una asignatura desde un punto de vista más práctico y computacional.
- Accesibilidad: Permite acercar la estadística y su aplicación a diferentes software para el estudiantado ciego, mediante materiales y recursos adaptados usando el paquete BrailleR.

### III. METODOLOGÍA

Para el caso general, los participantes del proyecto creamos las prácticas mediante la redacción de los temarios teóricos y prácticos, su implementación en el software indicado haciendo capturas de pantalla para que el usuario pueda seguir el desarrollo de los mismos y la resolución e interpretación de resultados. Siempre se tiene en cuenta que el usuario (alumno o cualquier otro interesado) puede tener distintos niveles de conocimiento estadístico, por lo que es fundamental explicar todo desde la base y con la máxima claridad y sencillez posible. Todas las prácticas comienzan con una parte básica y van incrementando el nivel de dificultad a medida que vamos avanzando, por lo que será el usuario el que decida hasta dónde quiere o puede llegar. Para cada software, en general, se realizan ocho prácticas que abordan diferentes ámbitos de la Estadística:

1. Conceptos básicos del programa en cuestión.
2. Estadística descriptiva
3. Regresión y correlación
4. Distribuciones de probabilidad
5. Intervalos de confianza
6. Contrastes de hipótesis
7. Diseño estadístico de experimentos
8. Métodos de análisis multivariante

Dentro de cada práctica habrá contenido teórico junto con ejemplos prácticos. Para cada técnica se realiza un ejercicio explicando cómo realizar paso a paso lo explicado teóricamente con el software en cuestión, a estos se ejercicios se les llama “Supuestos

Prácticos”. Una vez se ha hecho esto con todas las técnicas de cada práctica, se procede con los “Ejercicios Guiados” y con los “Ejercicios Propuestos”. Los primeros son como los Supuestos Prácticos pero con diferentes datos y englobando diferentes técnicas de las explicadas en la teoría. Y los “Ejercicios Propuestos” son como los guiados (diferentes datos y agrupando varias técnicas) pero siendo resueltos con una explicación muy breve, para que el usuario sepa la solución del ejercicio pero sin tener una explicación tan detallada. En la actualidad, están desarrolladas todas las prácticas para SPSS y para R. Para RStudio y R Commander solo quedan por subir a la página web algunas que están ya realizadas, y para el caso de BrailleR solo están las cuatro primeras ya que el paquete no permite realizar tantas operaciones estadísticas. Destacamos también un apartado dedicado a diferentes técnicas de Bioestadística (hasta once prácticas), otro apartado para diferentes modelos del Diseño de Experimentos, y el último dedicado a la Química, el cual surgió dada la necesidad de un profesor con discapacidad visual.

Como hemos explicado anteriormente, con el paso de los años el proyecto se ha ampliado haciendo la plataforma accesible para ciegos, por lo que también se ha ampliado el público al que va dirigida. En todas las fases del proyecto se promueve que las aplicaciones planteadas incluyan la atención a la discapacidad, eliminando barreras y fomentando la igualdad. Debido a esto el proceso para crear las prácticas es más complejo, ya que necesitamos que todo sea interpretable para alguien con discapacidad visual. Para conseguirlo utilizaremos programas que adapten las expresiones y ecuaciones matemáticas de forma que puedan ser reproducidas por un lector de pantalla, como el programa JAWS, teniendo en cuenta que este lector no lee HTML, por lo que tenemos que reformular todas las prácticas con MathML para que Jaws las pueda detectar y leer. Además estos lectores no manejan ni figuras y representaciones gráficas, pero la idea es que de alguna manera, los invidentes las puedan imaginar, por lo que recurrimos a BrailleR que hace que la información gráfica esté disponible en forma de texto y de este modo sea legible por el lector de pantalla. En situaciones en las que la información gráfica no está disponible en BrailleR utilizamos una descripción de la misma mediante enlaces, ya sean descritos mediante Word o descritos mediante audio.

#### IV. ACCESIBILIDAD WEB

Hablar de accesibilidad web es hablar de acceso universal a la web, independientemente del tipo de hardware, infraestructura de red, idioma, cultura, ubicación geográfica y capacidades de usuario. Un sitio web accesible implica que las personas con discapacidad pueden utilizarlo de manera efectiva, independientemente de sus limitaciones personales o derivadas de su contexto de uso. Y es que con este proyecto no solo queremos mejorar la enseñanza de las clases prácticas de estadística, al mismo tiempo queremos eliminar las barreras que existen para algunos colectivos y especialmente para las personas con discapacidad.

Para hacer que nuestro entorno sea accesible, por ejemplo, en el caso de las imágenes y las fórmulas, WordPress (programa que usamos para diseñar la página web) permite proporcionar un texto alternativo, el cual debe describir correctamente la imagen para que las personas que no pueden verla la entiendan perfectamente. También si se pulsa en los títulos de las figuras se abrirá un archivo Word o html con la descripción de la misma. Destacar que es importante usar el color con cuidado porque las personas con daltonismo parcial se quejan de que no pueden ver las palabras resaltadas en rojo y naranja. Hay que tener en cuenta que el daltonismo podría involucrar hasta 1 de cada 20 visitantes al sitio web.

La filosofía del software libre R, la entrada y salida basada en texto, la documentación html y su visualización  $\text{\LaTeX}$  siempre que sea necesario, hace que R sea fácilmente utilizable para cualquier software de lectura de pantalla. Las ventajas de usar R para ciegos y con discapacidad visual son innegables, ya que R es compatible con texto y los usuarios ciegos pueden tener una gran cantidad de independencia trabajando en él. Desde el desarrollo del paquete BrailleR (GODFREY et. al, 2023) junto con el uso potencial de R para enseñar estadística se ha convertido en uno de los primeros pasos para estos estudiantes, permitiéndoles trabajar en un nivel bastante cercano a sus contrapartes videntes, y a medida que más implementaciones enriquezcan los paquetes, esperamos que también se use en la industria y los negocios, para así reducir la brecha entre los profesionales videntes y aquellos con discapacidad visual.

#### IV.1. *Paquete BrailleR*

BrailleR es un paquete de R (GODFREY, 2012), cuyo enfoque es el de facilitar el aprendizaje de R para personas invidentes, ya que produce salidas de texto para ser leídos en pantalla describiendo todas las operaciones realizadas y también tiene una función conveniente para facilitar la escritura de código R.

Por ejemplo, la función “UniDesc()” realizará automáticamente un análisis exploratorio unidimensional de las variables que queremos, y mostrará una salida html legible en pantalla. Muchas de las funciones crean varias carpetas que son útiles para el usuario ciego, ya que guarda automáticamente su trabajo en varios formatos. Estas funciones son fáciles de usar y cualquier principiante puede trabajar con ellas. También se han implementado histogramas, diagramas de caja, descripciones univariantes, regresiones lineales y algunas técnicas estadísticas más. Por ejemplo, podríamos obtener el análisis de regresión de nuestras variables solo con la función “OnePredictor()”, la cual mostrará una salida html con un análisis de regresión completo. Además el paquete ofrece funciones que permiten exportar los resultados obtenidos a un formato de texto plano, para poder ser leídos a posteriori por un lector de pantalla.

Para el caso de ciertos gráficos el paquete BrailleR contiene funciones, como la función “VI()”, para reproducir el gráfico en cuestión, y lo describe gráficamente y estadísticamente hablando para que el usuario comprenda perfectamente lo que ha reproducido. Por ejemplo:

```
> V1(y.hist)
```

```
This is a histogram, with the title: Histogram of table(datos$peso)
```

```
"table(datos$peso)" is marked on the x-axis.
```

```
Tick marks for the x-axis are at: 1, 1.5, 2, 2.5, and 3
```

```
There are a total of 23 elements for this variable.
```

```
Tick marks for the y-axis are at: 0, 5, 10, and 15
```

```
It has 4 bins with equal widths, starting at 1 and ending at 3 .
```

```
The mids and counts for the bins are:
```

```
mid = 1.25 count = 18
```

```
mid = 1.75 count = 4
```

```
mid = 2.25 count = 0
```

```
mid = 2.75 count = 1
```

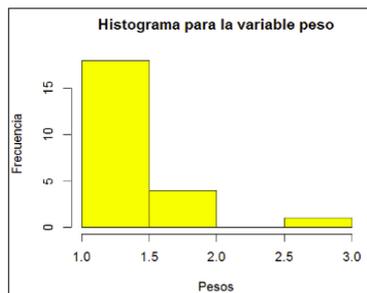


Figura 1. Ejemplo representación gráfica con BrailleR

Aunque otros gráficos más complejos deben ser desarrollados para que dicho paquete lo pueda interpretar de forma correcta.

## V. RESULTADOS E INFLUENCIA

Este proyecto sirve de apoyo para las clases prácticas en aquellos grados de la UGR en los cuales se de cualquier tipo de contenido relacionado con la Estadística que esté incluida en el proyecto. Como sabemos la estadística es una ciencia cuyas herramientas son utilizadas en muchas otras disciplinas o ramas como puede ser cualquier grado de Ciencias, Ciencias de la Salud, Ingeniería, o Ciencias Sociales. También se puede usar para ayudar a las sesiones prácticas realizadas en diferentes Másteres oficiales y en las distintas escuelas de doctorado. Concretamente en los últimos años este proyecto ha sido usado en varios cursos de la Escuela de Doctorado de Ciencias, Tecnologías e Ingenierías, cursos en programas de Doctorado en Lenguas, Textos y Contextos o en el Doctorado en Ciencias Económicas y Empresariales.

## VI. CONCLUSIONES

Estamos desarrollando un proyecto, basado en la creación de una página web, que proporciona una grandísima ayuda para la enseñanza de la Estadística, desde un punto de vista práctico y computacional, en todos los Grados, Másteres y Programas de Doctorado que incluyan este tipo de contenidos. Además permite el autoaprendizaje de todo tipo de software estadístico para cualquier usuario de forma gratuita, y está diseñada de tal forma que sea accesible para personas con discapacidad, especialmente para invidentes.

## REFERENCIAS

- Godfrey, A.J.R. (2012). The BrailleR Project. *Proceedings of Digitization and E-Inclusion in Mathematics and Science, Tokyo*, 1-7.
- Godfrey, A.J.R; Warren, D; Sarkar, D; Becker, G; Thompson, J; Murrell, P; Bilton, T; Sorge, V. (2023). BrailleR: Improved Access for Blind Users. <https://github.com/ajrgodfrey/BrailleR>, <http://ajrgodfrey.github.io/BrailleR/>.

# Proyecto docente para la inclusión de la divulgación científica en el proceso enseñanza-aprendizaje en ingeniería estructural

Puertas, Esther <sup>(1)</sup>; Ávila, Fernando <sup>(2)</sup>; Bravo, Rafael <sup>(3)</sup>;  
Agudelo, José Antonio <sup>(4)</sup>; Gallego, Rafael <sup>(5)</sup>

(1) *Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, epuertas@ugr.es*

(2) *Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, favila@ugr.es*

(3) *Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, rbravo@ugr.es*

(4) *estructurando.net, agudelo@estructurando.net*

(5) *Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, gallego@ugr.es*

## RESUMEN

Con el objetivo de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en la ingeniería estructural, se plantea un proyecto de colaboración entre el Máster Universitario de Estructuras de la Universidad de Granada y el portal web “Estructurando”, fomentando la introducción de elementos de divulgación científica en la docencia del Máster y la inclusión de contenidos educativos del Máster en citado portal web.

**Palabras clave:** innovación docente; ingeniería estructural; divulgación científica; aprendizaje activo; TICs

## I. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

La ingeniería estructural es una de las áreas de conocimiento más complejas en la labor de profesiones relacionadas con el diseño, proyecto y construcción de estructuras

independientemente de su naturaleza y campo de aplicación. La docencia de la ingeniería estructural ha estado tradicionalmente basada en un modelo de enseñanza centrado en el profesor, en el que los estudiantes actuaban como actores pasivos. En los últimos años, sin embargo, se ha avanzado progresivamente hacia técnicas docentes que combinan las metodologías clásicas necesarias en esta disciplina con otras en las que el estudiante es protagonista y centro del proceso de aprendizaje.

El reto para el docente debido a la complejidad propia de estas asignaturas se ve incrementado por la heterogeneidad del estudiantado que accede a las mismas. En este sentido, se ha observado que en el Máster Universitario en Estructuras de la Universidad de Granada (MUE) los estudiantes proceden no sólo de diferentes universidades sino también de titulaciones muy diversas (ingeniería civil, arquitectura, ingeniería de la edificación, ingeniería industrial, etc.), presentando por tanto conocimientos previos sumamente dispares.

En este sentido, buscando facilitar la creación y difusión de complementos formativos para tan heterogéneo estudiantado, se plantea un proyecto de innovación docente basado en la colaboración entre el MUE y el portal web Estructurando (<https://estructurando.net/>), con el objeto introducir elementos de divulgación científica en la docencia del Máster, así como nutrir al portal de contenidos de carácter educativo procedentes del Máster. Estructurando es un portal web de información y divulgación sobre la Ingeniería Estructural a través de diferentes secciones (noticias, documentación, eventos, entrevistas, formación, empleo, etc), que actualmente tiene publicados más de 340 artículos sobre la materia. Sus orígenes se remontan un blog de ingeniería, habiéndose expandido hoy a múltiples utilidades y plataformas (Fig. 1). El portal registra más de un millón de visitas al año y suma un total de más seis millones de visitas.

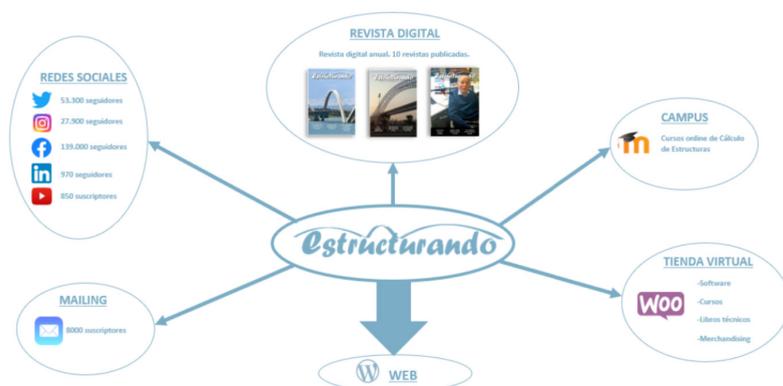


Figura 1. Estructura de recursos de Estructurando

El presente proyecto se enmarca en la línea del fomento del aprendizaje centrado en el estudiante, desarrollado a lo largo del llamado proceso de Bolonia e incluido en los Criterios y directrices para el aseguramiento de la Calidad en el Espacio Europeo de Educación Superior (ESG, 2015), aprobado por la conferencia de Ministros en 2015. Asimismo, el aprendizaje centrado en el estudiantado ha sido reconocido y destacado por el Marco de Acción de la Agenda Educación 2030 y el Objetivo de Desarrollo Sostenible núm. 4, indicándose en dicho Marco de Acción que “los docentes y educadores competentes, en cantidad suficiente, deberán aplicar enfoques pedagógicos centrados en el estudiantado, dinámicos y de colaboración” (UNESCO, 2016).

El proyecto planteado, por tanto, busca fomentar el desarrollo de algunos de los aspectos fundamentales de los procesos de enseñanza-aprendizaje con participación activa del estudiantado (SHUELL, 1986), como son el aprendizaje activo, el aprendizaje autorregulado y el aprendizaje cooperativo, definidos como sigue:

- Aprendizaje activo: método de enseñanza en el que los estudiantes participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, generando competencias relacionadas con la comprensión, promoviendo la autonomía y responsabilidad del estudiante y favoreciendo un clima de cooperación en clase (SCHWARTZ et al., 1998). El docente en el aprendizaje activo se convierte en un facilitador en el proceso de aprendizaje favoreciendo la motivación el estudiante para aprender.
- Aprendizaje autorregulado: proceso de control de pensamientos, sentimientos, motivaciones y acciones para el logro de los objetivos del aprendizaje (ZIMMERMAN et al., 2009). Ésta implica la búsqueda de la autonomía en los procesos del aprendizaje del estudiantado, siendo necesario considerar el grado de conocimiento que tiene la persona sobre sí misma, los requerimientos de la tarea a realizar y el propio aprendizaje que se produce (FUENTE ARIAS et al., 2003) y se presenta como una de las principales contribuciones para incrementar el aprendizaje y la motivación en el estudiantado.
- Aprendizaje cooperativo: enfoque interactivo de organización del trabajo en el aula en el que los estudiantes son responsables de su aprendizaje y del de sus compañeros, en una estrategia de corresponsabilidad. Se basa en una propuesta de actividad en pequeños grupos para que, al trabajar juntos, maximicen el aprendizaje propio y el de los demás. Entre las ventajas que presenta están la mejora la capacidad de búsqueda, selección, organización y valoración de la información; facilita la comprensión de conceptos esenciales de la materia; promueve las habilidades sociales de los estudiantes, así como la comunicación; aumenta la motivación y el interés en la materia; eleva el grado de compromiso y responsabilidad y favorece el clima de trabajo de clase.

Además, el proyecto incluye de forma directa el uso de las llamadas Técnicas de la Información y la Comunicación (TICs), cuya utilidad como recurso de mejora en el proceso enseñanza-aprendizaje ha sido ampliamente estudiada, y sus ventajas e inconvenientes han sido analizados con detalle (GONZÁLEZ et al., 2010; ISLA et al., 2011). Las técnicas y recursos empleados buscan aumentar la implicación del estudiantado, y con ello su motivación (TERENZI et al., 2001). Existe un amplio consenso en afirmar que la motivación es un elemento de enorme relevancia en el proceso de aprendizaje (CARMONA-MURILLO et al., 2016).

## II. METODOLOGÍA

Se plantea una metodología orientada a la consecución del objetivo principal de incluir el uso del portal divulgativo Estructurando en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería estructural, como estrategia de enseñanza centrada en el estudiante para atender a la diversidad del estudiantado. Como objetivos específicos del proyecto se plantea: el desarrollo de una metodología para la implementación en la educación de elementos de divulgación científica en el ámbito de la ingeniería estructural; la evaluación de la eficacia de la propuesta planteada como metodología educativa en el ámbito de la ingeniería estructural y su posible extensión a otras áreas de conocimiento; y la divulgación de conceptos de ingeniería estructural.

De este modo, la implantación de la colaboración entre la docencia del MUE y Estructurando se estructura en tres fases con creciente nivel de interacción (Fig. 2):

- Fase I: incorporación de recursos de Estructurando a la enseñanza del MUE.
- Fase II: creación de recursos y contenidos en Estructurando por parte del profesorado del MUE.
- Fase III: creación de recursos y contenidos en Estructurando por parte del estudiantado del MUE.



Figura 2. Esquema de implantación del proyecto

En la primera fase, se da a conocer el portal Estructurando a los estudiantes del MUE. Se realiza una presentación de los recursos disponibles, que se emplean por parte del profesorado en situaciones de aprendizaje específicas en el aula y que los estudiantes podrán consultar y utilizar según sus necesidades individuales a lo largo del desarrollo de la asignatura. Esta primera fase se lleva a cabo durante un curso académico completo, realizando un seguimiento de las herramientas y contenidos más consultados por los estudiantes y la aplicación que se da a los mismos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este seguimiento se complementa con un cuestionario realizado a los estudiantes a tal efecto al final del curso.

Sobre la base de los resultados de la fase I, se inicia una segunda fase en la que el profesorado de las asignaturas del MUE implicadas procede a desarrollar recursos para el portal Estructurando. Este nuevo contenido busca responder a las necesidades observadas en el estudiantado del máster, sirviéndose del alcance de Estructurando para que este contenido pueda alcanzar a otros estudiantes y profesionales de la ingeniería estructural externos al ámbito del proyecto. Las fases propuestas tienen carácter acumulativo, es decir, en la fase II de desarrollo de recursos para Estructurando por parte de los docentes del MUE, los estudiantes siguen haciendo uso de los contenidos disponibles en el portal web.

La tercera fase va un paso más allá y tiene como objetivo que sean los propios estudiantes los que participen en la creación de contenidos para el portal Estructurando. Organizados en grupos de trabajo, los estudiantes llevan a cabo pequeños proyectos de investigación sobre temas de su interés en el ámbito de la ingeniería estructural, orientados a la creación de contenido técnico y/o divulgativo para el citado portal. Los estudiantes cuentan en todo momento con la ayuda y orientación proporcionada por el profesorado –con experiencia adquirida en las fases precedentes– y por los responsables de Estructurando.

El seguimiento y evaluación del desarrollo del proyecto se lleva a cabo con diferentes mecanismos relacionados con los diferentes agentes implicados en el proyecto. En particular, los estudiantes realizan un cuestionario inicial, que permita evaluar su diversidad con el fin de establecer los recursos necesarios para cada asignatura, y un breve cuestionario intermedio con el objeto de comprobar el grado de satisfacción en el desarrollo de cada asignatura en relación con la metodología seguida y las dinámicas de trabajo. Los profesores, por su parte mantienen una comunicación continua a través de la plataforma PRADO para evaluar el desarrollo del proyecto con relación a la consecución de objetivos y la planificación y recursos empleados, así como para la medición del impacto que supone el proyecto en el desarrollo de la docencia. Además, se realizan reuniones trimestrales entre la coordinación del proyecto y los autores de Estructurando para evaluar el estado de la colaboración y plantear posibles modificaciones y mejoras.

De manera análoga, al finalizar el proyecto y para definir sus resultados e impactos, se plantea la realización por parte de los estudiantes de un cuestionario final de satisfac-

ción del proceso enseñanza-aprendizaje. Estos resultados se combinan con un análisis del rendimiento académico para valorar los impactos reales del proyecto. En el caso de los estudiantes del primer curso de implantación del proyecto, como se ha indicado, los resultados obtenidos permiten establecer estrategias de mejora para la implementación de las fases siguientes en el curso sucesivo. Con los estudiantes del segundo curso, por su parte, se obtienen los resultados finales en cuanto al grado de satisfacción con el proyecto. Los datos procedentes del estudiantado se complementan con los resultados de entrevistas realizadas por los responsables del proyecto con el resto de los docentes implicados y de una reunión final con los responsables de Estructurando, donde se evaluará también el impacto del proyecto en el portal web.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente el proyecto se encuentra en su ecuador, habiéndose desarrollado conforme a lo previsto el primer curso de su implantación y obtenido los resultados de la evaluación intermedia. De forma general se puede afirmar que la propuesta del presente proyecto obtuvo una buena acogida por parte del estudiantado, que mostró su interés en el portal web Estructurando y en su potencial utilidad para su desempeño académico y profesional. En las asignaturas de aplicación del proyecto durante este primer año, y conforme al desarrollo de la fase I previsto, el profesorado propuso casos particulares de consulta al portal para presentar su contenido y posibilidades de uso. Tras esto, los estudiantes, de forma autónoma, emplearon diferentes herramientas de Estructurando para complementar su formación en las materias tratadas.

Como estaba previsto, y según muestran los resultados de las entrevistas realizadas a los docentes de las asignaturas implicadas, la implantación de esta primera fase no ha tenido un gran impacto en las dinámicas docente de estas materias. El uso de Estructurando como herramienta de consulta y recurso adicional se valora como positivo, con un impacto medio en el proceso enseñanza-aprendizaje. Los resultados de las encuestas de valoración de los estudiantes a la labor docente en las asignaturas implicadas se han mantenido aproximadamente constantes con respecto a años anteriores a la implantación del proyecto.

Se considera que las condiciones son adecuadas para la implantación sucesiva de las fases II y III del proyecto en el presente curso académico, previéndose un mayor impacto en el proceso enseñanza-aprendizaje.

### IV. CONCLUSIONES

Ante la complejidad propia de las asignaturas de ingeniería estructural, y teniendo en cuenta las dificultades añadidas de impartirlas a estudiantado de origen y formación muy heterogéneo, se plantea un proyecto de innovación docente basado en la colaboración entre el Máster Universitario en Estructuras de la Universidad de Granada y el

portal web Estructurando, con el objeto introducir elementos de divulgación científica en la docencia del Máster, así como nutrir al portal de contenidos de carácter educativo procedentes del Máster.

Se han obtenido resultados positivos en cuanto a valoración de estudiantes y docentes en la fase I del proyecto, consistente en la incorporación de recursos de Estructurando a la enseñanza de asignaturas del Máster. Se considera alcanzada una base necesaria para desarrollar en el presente curso las fases II y III, que suponen la creación de recursos de divulgación por parte de profesorado y estudiantado del máster.

## REFERENCIAS

- Carmona-Murillo, J.; Valenzuela-Valdés, J. F. (2016). Motivation on Problem Based Learning. En: D. Fonseca & E. Redondo (Eds.), *Applied E-Learning in Engineering and Architecture Education* (pp. 179–203). Engineering Science Reference, IGI Global.
- Fuente Arias, J.; Justicia Justicia, F. (2003). Regulación de la enseñanza para la autorregulación del aprendizaje en la Universidad, *Aula Abierta*, 82: 161-172.
- Gonzalez, R.; García, F. E. (2010). Propuesta de un modelo de medición del desarrollo de los blogs educativos. Una aplicación empírica al sistema educativo español, *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 3(1): 8-20.
- Isla, C.; Carranza, M. R. (2011). Uso de las redes sociales como estrategias de aprendizaje. ¿Transformación educativa?, *Apertura*, 3(2).
- Schwartz, S.; Pollishuke, M. (1998). *Aprendizaje active: Una organización de la clase centrada en el alumnado*. Narcea S.A.
- Shuell, T. J. (1986). Cognitive conceptions of learning, *Review of Educational Research*, 56: 411-436.
- Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG) (2015). Brussels, Belgium.
- Terenzini, P. T.; Cabrera, A. F.; Colbeck, C. L.; Parente, J. M.; Bjorklund, S. A. (2001). Collaborative Learning vs. Lecture/Discussion: Students' Reported Learning Gains, *Journal of Engineering Education*, 90(1), 123-130.
- UNESCO (2016). *Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*.
- Zimmerman, B.J.; Moylan, A.R. (2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. En: *Handbook of metacognition in education*. Routledge.



# Estrategia de internacionalización en la E.T.S.I.C.C.P. de la Universidad de Granada

Rodríguez-Rojas, M. Isabel <sup>(1)</sup>; Comino, Lucía <sup>(2)</sup>; Martínez-Echevarría, M. José<sup>(3)</sup>; Martín-Pascual, Jaime <sup>(4)</sup>; López-Alonso, Mónica <sup>(5)</sup>

*Subdirectora de Internacionalización de la E.T.S.I.C.C.P.,  
Univ. de Granada, mobilitycivil.coord@ugr.es*

*(2) Subdirectora de Gestión de Espacios y Sostenibilidad de la E.T.S.I.C.C.P.,  
Univ. de Granada, espacioscaminos@ugr.es*

*(3) Subdirectora de Relaciones Externas, Emprendimiento y Divulgación de la E.T.S.I.C.C.P.,  
Univ. de Granada, redcaminos@ugr.es*

*(4) Subdirector de Docencia, Estudiantes y Calidad de la E.T.S.I.C.C.P.,  
Univ. de Granada, docenciacaminos@ugr.es*

*(5) Directora de la E.T.S.I.C.C.P., Univ. de Granada, direccioncaminos@ugr.es*

## RESUMEN

La ETSICCP de Granada considera la internacionalización como una prioridad para aumentar la visibilidad del centro y dar respuesta al panorama universitario y profesional cada vez más multicultural y globalizado. Para ello, el equipo de dirección ha impulsado una estrategia de internacionalización con el objetivo de dotar a sus estudiantes de una formación integral fortaleciéndoles en el panorama internacional.

**Palabras clave:** Internacionalización, Estrategia, Escuela de Ingeniería de Caminos, Ingeniería Civil, Granada

## I. INTRODUCCIÓN

El equipo de dirección la ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (en adelante ETSICCP) de la Universidad de Granada (en adelante UGR) elaboró en 2021 una 'Estrategia de Internacionalización' (en adelante EI) que definía los objetivos y acciones en materia de internacionalización propuestos para ser llevados a cabo durante

los años 2021 a 2025 ([https://etsiccp.ugr.es/sites/centros/etsiccp/public/inline-files/ESTRATEGIA%20DE%20INTERNACIONALIZACION%20C3%93N\\_01\\_07\\_2022.pdf](https://etsiccp.ugr.es/sites/centros/etsiccp/public/inline-files/ESTRATEGIA%20DE%20INTERNACIONALIZACION%20C3%93N_01_07_2022.pdf)). Esta EI se está aplicando desde entonces en el Grado en Ingeniería Civil y el Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y se complementa con el ‘Plan de Acciones para la Internacionalización’ que se elabora a principio de cada año y que es revisado a final de año en el correspondiente ‘Informe de Seguimiento’ anual.

## II. OBJETIVOS

Los objetivos de la EI de la ETSICCP, alineados con los definidos en materia de internacionalización por la UGR, pretenden trasladar los principios de dimensión internacional e intercultural a la formación de nuestros estudiantes, promoviendo las experiencias internacionales de diferente índole. Estos objetivos se dividen en dos tipos, aquellos cuyas acciones conllevan movilidad física fuera de la UGR y aquellos que no. De esta forma, se pretende promover que los estudiantes tengan experiencias de movilidad en centros internacionales pero también traer la internacionalización a la escuela. En la Tabla 1 puede verse un resumen de los objetivos y subobjetivos de cada tipo definidos por la EI.

| OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA E.T.S.I.C.C.P.,<br>UNIVERSIDAD DE GRANADA |  |
|--|--|
| <b>O1.</b><br><b>Promover acciones que conlleven la movilidad física</b>                           | O1A. Promover acuerdos interinstitucionales.             |
|  | O1B. Promover Dobles Títulos Internacionales             |
|  | O1C. Promover prácticas internacionales.                 |
|  | O1D. Promover estancias formativas fuera de la UGR       |
|  | O1E. Promover la movilidad INCOMING.                     |
|  | O1F. Promover la movilidad OUTGOING.                     |
| <b>O2.</b><br><b>Promover acciones que no conlleven la movilidad física.</b>                       | O2A. Promover acciones formativas en la E.T.S.I.C.C.P.   |
|  | O2B. Promover la participación en redes internacionales. |
|  | O2C. Promover la internacionalización del cv.            |
|  | O2D. Mejorar la visibilización del centro.               |
|  | O2E. Mejorar la atención a los socios internacionales.   |

Tabla 1. Objetivos de la Estrategia de Internacionalización de la ETSICCP de la UGR

## III. ACCIONES DE INTERNACIONALIZACIÓN

Para alcanzar los objetivos planteados por la EI se están desarrollando, desde marzo de 2021 hasta el momento, una serie de acciones estratégicas que se plasman en diferentes evidencias o acciones específicas (E1, E2, E3...). A continuación se muestra un resumen de las mismas.

### A1. *Gestión de acuerdos interinstitucionales; Acciones E1, E2 y E3.*

Anualmente se revisan los acuerdos interinstitucionales existentes, eliminando aquellos que no resultan viables o beneficiosos, renovando la gran mayoría de ellos y firmando otros nuevos. Durante 2021 y 2022 se han firmado nuevos acuerdos con universidades de países como Italia, Noruega, Francia, Grecia, Croacia y Portugal. El número de acuerdos bilaterales existentes a día de hoy asciende a 57.



Figura 1. Localización de países con acuerdo y número de acuerdos ERASMUS + existentes en la actualidad

### A2. *Dobles títulos Internacionales (DTI); Acciones E4, E5 y E6*

Se ha firmado un nuevo DTI con la ENISE de Lyon en Francia para los estudiantes de todas las especialidades del Grado en Ingeniería Civil y del Máster en Ingeniería de Caminos (E5). Por otro lado, se están revisando los 2 DTI existentes con la ESITC de Caen y el INSA de Rouen, elaborando de nuevo los itinerarios académicos para adaptarlos a los nuevos planes de estudio de Grado y Máster tanto de Granada como de las escuelas francesas (E4). Por último, se llevan a cabo presentaciones periódicas de los DTI a los estudiantes para promover la participación (E6).

### A3. *Prácticas Internacionales; Acción E7*

Se han firmado acuerdos con empresas internacionales localizadas en Granada que pueden acoger a estudiantes internacionales para la realización de prácticas profesionales. De esta forma, los estudiantes Incoming tienen una mayor oferta formativa en nuestra escuela.

**A4. Estancias formativas; Acciones E8 y E26**

Se ha formado parte del equipo internacional constituido por 7 universidades europeas que ha diseñado y puesto en marcha una estancia formativa cooperativa de un semestre denominada ‘Semestre Internacional’ dirigida a estudiantes de nuestro Máster en Ingeniería de Caminos (E8). La formación teórica se recibe en la ESITC de Caen, Francia y las prácticas se realizan en los diferentes países socios. Asimismo, se ha firmado un acuerdo con dicha escuela para ofertar otra estancia formativa que consiste en la realización de un Workshop de 1 mes de duración, aumentando la oferta formativa internacional de nuestros estudiantes de Máster (E26).

**A5. Movilidad INCOMING; Acciones E9 y E10**

Anualmente se organizan 2 jornadas de recepción para los estudiantes Incoming donde se les proporciona toda la información necesaria para su integración en nuestra escuela y en nuestra ciudad, tanto en el ámbito académico como en el personal (trámites burocráticos, requisitos sanitarios, gestiones académicas, actividades desarrolladas en el centro, contacto con el profesorado, formación lingüística...) (E9). Se cuenta con la colaboración del Centro de Lenguas Modernas de la UGR y de la ‘Erasmus Student Network (ESN) Granada’. Estas acciones se han traducido en un aumento del número de estudiantes de movilidad en nuestra escuela en los últimos años (E10).

**A6. Movilidad OUTGOING; Acciones E11, E12, E13, E14 y E15**

Cada año, en el mes de octubre, se organizan las ‘Jornadas de Internacionalización’ para los estudiantes de la ETSICCP. Su objetivo principal es promover la movilidad entre nuestros estudiantes presentando la oferta existente en materia de internacionalización y proporcionando la información necesaria para la planificación de la movilidad (E11). Asimismo, se realizan presentaciones específicas de diferentes escuelas con las que se tienen firmados acuerdos de movilidad, con el fin de promover la participación (E12, E13, E14 y E15).

**A7. Acciones formativas; Acciones E16 y E27**

Se ha conseguido financiación de la UGR a través del programa BIP (‘Blended Intensive Programmes’) de la UE, para la realización de 2 acciones formativas. La primera de ellas, el ‘Programa intensivo europeo sobre ingeniería de estructuras de materiales compuestos’ se ha llevado a cabo con la colaboración de la Universidad Católica Leuven en Bélgica y la Universidad Tecnológica de Delft en Países Bajos (E16). La segunda, denominada ‘Be Extreme Events Prepared’ está siendo coordinada por la Universidad de Nápoles, Italia, con la colaboración de la UGR, la Universidad Católica Leuven en Bélgica, la Universidad de Tesalia en Grecia y la Universidad Tecnológica de Delft en Países Bajos (E27).

### A8. *Participación en redes internacionales; Acción E17*

La Escuela se ha integrado en la Red Internacional ‘Resilient Cities Network’ formada por las ciudades de Saint Etienne (Francia), Granada (España), Mannheim (Alemania), Silesia (Polonia) y New Castle (RU).

### A9. *Internacionalización del curriculum; Acción E18*

Nuestra escuela ha puesto en marcha, por primera vez en la UGR, el ‘Programa para la atención en lengua extranjera al estudiante entrante’. Este Programa tiene como objetivo principal promover la internacionalización de nuestro curriculum y dar mayor visibilidad internacional a nuestro centro. Como resultado de este programa, 27 profesores/as del centro se han adscrito a este programa, facilitando así la integración y el aprovechamiento académico de los estudiantes Incoming en nuestro centro.

### A10. *Visibilización del centro; Acciones E19, E20, E21 y E22*

Se están llevando a cabo diferentes acciones que potencian la presencia de nuestra escuela en otros centros internacionales. Se ha realizado un tríptico divulgativo en inglés de los planes de estudio de Grado y Máster (E19) (Figura 2), se imparten clases en el ‘Semestre Internacional’ (E20), se ha participado en los ‘National Erasmus Games’ (E21) y en las Jornadas de internacionalización de la ENISE en Francia (E22).



Figura 2. Tríptico divulgativo en inglés de los planes de estudio de Grado y Máster de la E.T.S.I.C.C.P. de la UGR

### A11. *Mejora de la atención a los socios; Acciones E23, E24 y E25*

Se están llevando a cabo diferentes acciones que potencian la comunicación con los diferentes centros internacionales, como la difusión del ‘Programa para la atención en

lengua extranjera al estudiante entrante' entre nuestros socios (E23) y la organización de reuniones con distintos socios para formalizar y/o revisar los acuerdos interinstitucionales existentes y futuros (E24 y E25).

#### IV. ESTADO ACTUAL DE LA EI

A modo resumen, en la tabla siguiente puede verse el estado actual de desarrollo de la EI, a través de las acciones que se están llevando a cabo y las evidencias que las representan. Esto permite conocer el estado actual de cumplimiento de la EI y realizar una programación de acciones.

Como puede verse, todos los objetivos han sido ya puestos en marcha a través de acciones estratégicas y específicas. Durante los años 2024 y 2025 se terminarán de concretar las acciones necesarias para la consecución global de los objetivos propuestos.

| OBJETIVOS DE LA EI                           | ACCIONES |  | EVIDENCIAS         |                    |               |
|--|----------|--|--------------------|--------------------|---------------|
|  |          |  | 2021               | 2022               | 2023          |
| <b>O1A.<br/>Acuerdos</b>                     | A1.      | Gestión de Acuerdos.                         | E1, E2, E3         | E1, E2, E3         | E1, E2, E3    |
| <b>O1B.<br/>DTI</b>                          | A2.      | Promoción de Dobles Títulos Internacionales. | E4, E6             | E4, E6             | E4, E5, E6    |
| <b>O1C.<br/>Prácticas Internacionales</b>    | A3.      | Promoción de Prácticas Internacionales.      | E7                 | E7                 | E7            |
| <b>O1D.<br/>Estancias formativas</b>         | A4.      | Promoción de estancias formativas            | E8,                | E8                 | E8, E26       |
| <b>O1E.<br/>Movilidad INCOMING</b>           | A5.      | Promoción de la Movilidad INCOMING.          | E9, E10            | E9                 | E9, E10       |
| <b>O1F.<br/>Movilidad OUTGOING</b>           | A6.      | Promoción de la Movilidad OUTGOING.          | E11, E12, E13, E14 | E11, E14, E15      | E11, E12, E14 |
| <b>O2A.<br/>Acciones formativas.</b>         | A7.      | Promoción de acciones formativas.            |                    | E16                | E16, E27      |
| <b>O2B.<br/>Redes internacionales.</b>       | A8.      | Participación en Redes internacionales.      | E17                | E17                | E17           |
| <b>O2C.<br/>Internacionalización del CV.</b> | A9.      | Internacionalización del curriculum          |                    | E18                | E18           |
| <b>O2D.<br/>Visibilización del centro.</b>   | A10.     | Visibilización del centro                    | E22                | E19, E20, E21, E22 | E19, E20, E22 |
| <b>O2E.<br/>Atención a los socios.</b>       | A11.     | Mejora de la atención a los socios.          | E23                | E23, E24, E25      | E23, E25      |

Tabla 2. Estado actual de la EI de la ETSICCP de la UGR

#### IV. CONCLUSIONES

En esta comunicación se presenta la EI de la ETSICCP de la UGR desarrollada por el actual equipo directivo. Los objetivos de esta estrategia siguen las líneas generales de política universitaria de la UGR así como los objetivos estratégicos aprobados por la Junta de Escuela el 1 de Julio de 2022. Esta estrategia se desarrolla a través de diferentes acciones coordinadas por la Subdirectora de Internacionalización de la Escuela, M<sup>a</sup> Isabel Rodríguez Rojas y la Responsable de Negociado, Victoria Jiménez Tejada. Las acciones están relacionadas con la movilidad nacional e internacional de los estudiantes del centro, pero también del profesorado y del PTGAS. El fin último de la EI es dotar de una formación más global a nuestros estudiantes que les permita desarrollar su actividad profesional tanto a nivel nacional como internacional, contribuyendo así a que nuestros egresados tengan una mayor capacitación y se vean fortalecidos en el panorama internacional.

#### REFERENCIAS

- ESTRATEGIA DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA UGR (2017). [file:///C:/Users/Mabel%20Rodriguez/Downloads/estrategiainternacionalizacion%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Mabel%20Rodriguez/Downloads/estrategiainternacionalizacion%20(1).pdf).
- ESTRATEGIA DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA E.T.S.I.C.C.P. DE LA UGR (2021). [https://etsiccp.ugr.es/sites/centros/etsiccp/public/inline-files/ESTRATEGIA%20DE%20INTERNACIONALIZACI%C3%93N\\_01\\_07\\_2022.pdf](https://etsiccp.ugr.es/sites/centros/etsiccp/public/inline-files/ESTRATEGIA%20DE%20INTERNACIONALIZACI%C3%93N_01_07_2022.pdf).
- INFORME DE SEGUIMIENTO DE LA ESTRATEGIA DE INTERNACIONALIZACIÓN DE LA E.T.S.I.C.C.P. DE LA UGR (2022). [https://oficinavirtual.ugr.es/acreditacion/consultaVistaDocumentos.jsp?ref\\_fichero=5d15036a-2b5d-4fef-8a99-f69f7e3bc139](https://oficinavirtual.ugr.es/acreditacion/consultaVistaDocumentos.jsp?ref_fichero=5d15036a-2b5d-4fef-8a99-f69f7e3bc139).
- PLAN DE ACCIONES PARA LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LA E.T.S.I.C.C.P. (2023). <https://etsiccp.ugr.es/movilidad/outgoing-students#title12>.



# Impacto de la evaluación continua *stricto sensu* durante las clases invertidas

Garrido Manrique, Jesús <sup>(1)</sup>; García-Yeguas, María Araceli <sup>(2)</sup>

(1) *Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada, jega@ugr.es*

(2) *Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Granada, araceligy@ugr.es*

## RESUMEN

Se valoran las clases invertidas, así como la Guía de Aprendizaje Autónoma utilizada durante la parte no presencial. Además, se analiza el impacto de la evaluación continua diaria en los exámenes de la convocatoria ordinaria de la asignatura de Cimientos en la Ingeniería Civil, del Grado en Ingeniería Civil de la UGR.

**Palabras clave:** Clases invertidas, Guía de Aprendizaje Autónomo, evaluación continua diaria.

## I. INTRODUCCIÓN

Altas tasas de fracaso en las asignaturas pueden indicar un problema imputable al profesor o a su metodología docente, pese a que no lo reflejen las encuestas de evaluación del profesorado que completan los alumnos anualmente. Por este motivo cada año se ha modificado la metodología docente y la forma de evaluación en la asignatura de Cimientos en la Ingeniería Civil, de 3 ECTS, que se imparte en el segundo semestre del 2º curso del grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada. Así, por ejemplo, en el curso 2018-2019 se valoraron los apuntes que tomaban los alumnos en clase y en el curso 2020-21 se implementaron algunas clases mediante el Aprendizaje basado en proyectos.

La metodología de enseñanza tradicional en el sistema educativo español es la clase magistral aunque en los últimos años se están imponiendo metodologías que requieren una mayor participación por parte del alumnado, como la clase invertida (RIQUELME

et al, 2021; SANDOBAL et al. 2021), en las que hay una primera fase no presencial y una segunda presencial. GARCÍA RAMÍREZ (2018) muestra los beneficios de las clases invertidas en una asignatura de la Ingeniería Civil. Sin embargo, su implantación es complicada ya que requiere la implicación del estudiantado. Por ese motivo, durante la primera clase de los cursos 2018-19 se preguntaba a los alumnos, de forma anónima, sobre si querían clases magistrales o invertidas. Mayoritariamente se votaba lo esperado, que las clases fueran magistrales. La opinión generalizada era que las clases invertidas les iban a suponer mucho trabajo, especialmente a medida que avanzara el semestre, por lo que preferían el método tradicional. Sin embargo, debido a que la tasa de suspensiones seguía siendo elevado se decidió implantar la clase invertida en el curso 2021-22.

Un aprendizaje de forma continua reduciría el tiempo de estudio del alumno en los días previos al examen y supuestamente le permitiría manejar con mayor soltura conceptos que pudieran ser complicados de asimilar en un intervalo corto de tiempo, lo que evidentemente incrementaría la tasa de éxito en la asignatura. Por ese motivo se planteó “forzar” el aprendizaje del alumno mediante las clases invertidas y la evaluación diaria de sus conocimientos al finalizar cada una de las mismas. Se estaría realizando una evaluación continua stricto sensu frente a la evaluación continua, de forma discontinua, que se realiza tradicionalmente. Como forma de “motivación” del alumnado los exámenes relacionados con las clases invertidas se realizaban al finalizar la clase presencial. Durante el curso 21-22 representaban el 7% de la nota final, mientras que en el curso 22-23 suponían el 15%.

En la convocatoria ordinaria el 70% de la nota final dependía de dicho examen, 20% la parte teórica y 50% la parte práctica, siendo necesario obtener un 5 en cada una de las partes. El 30% restante se obtenía a partir de la calidad de los apuntes de clase, de tareas individuales o en parejas y de exámenes tipo test realizados al final de las clases.

Durante el curso 22-23 aproximadamente un tercio de los alumnos matriculados se acogieron al sistema de Evaluación Única Final, por lo que, aunque muchos de ellos asistían a clase, el 100% de su nota final dependía del examen de la convocatoria ordinaria siendo, generalmente, nula su implicación con las clases invertidas. La mayoría de los alumnos repetidores solicitaron dicho sistema de evaluación, probablemente porque las clases invertidas y la evaluación continua diaria les suponía no solo un mayor esfuerzo, sino también un cambio drástico en su forma tradicional de recibir la docencia.

En este trabajo se analiza el impacto de las clases invertidas y de la evaluación continua stricto sensu, es decir, cada día, en una asignatura en la que es necesario dominar una serie de conceptos de mecánica de suelos, como el comportamiento de los suelos a corto y largo plazo, las presiones totales y efectivas o el uso de los pesos específicos dependiendo de la situación del nivel freático. Pese a que dichos conceptos no son complicados los alumnos deben asimilarlos para poder analizar posteriormente las cimentaciones. Debido a la percepción de los estudiantes de que las asignaturas de 3 ECTS se pueden preparar en poco tiempo les resulta complicado afianzar los citados conceptos en el corto

espacio de tiempo que hay entre los exámenes finales, generalmente en días alternos, especialmente si, además, el examen de la asignatura es el último que se celebra en el semestre. El resultado es que el número de repetidores de la asignatura es muy elevado como así sucede en la mitad del resto de asignaturas del semestre (3 asignaturas de 6 ECTS y otra de 9 ECTS), lo que lo convierte en el semestre tradicionalmente más difícil del grado. Dada la baja carga docente, 1 h. de teoría y 1 h. de problemas a la semana, de la asignatura de Cimientos los alumnos la consideran, a priori, como la más sencilla y la que tiene menos prioridad.

## II. METODOLOGÍA DE LAS CLASES INVERTIDAS

Aproximadamente la mitad de los créditos de la asignatura se dedican a las cimentaciones superficiales y la otra mitad a las cimentaciones profundas. Las clases invertidas se utilizaron principalmente durante las sesiones teóricas correspondientes a la parte de cimentaciones superficiales. El examen final valoró los contenidos de los capítulos 2 y 4 de la Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras y algún apartado del DBSE-Cimientos del Código Técnico de la Edificación.

### II.1. *Guía de Aprendizaje Autónomo*

Para la parte no presencial el profesor elaboró una Guía de Aprendizaje Autónomo (GAA), organizada por semanas lectivas, cuya implementación era necesaria para el desarrollo de la sesión presencial. LA GAA únicamente pretendía ser una ayuda para el estudio de la asignatura. Por tanto, no era obligatorio completarla ni entregarla. Por supuesto, no se trataba de una tarea puntuable. A priori la GAA le requeriría al alumnado menos tiempo de trabajo a medida que avanzaban las semanas para evitarle la acumulación de trabajo con otras asignaturas. La GAA se estructuró de la siguiente forma:

- Objetivos de la sesión
- Su experiencia en la temática de la sesión (como forma de romper el hielo).
- Actividades previas (generalmente se trata de la lectura del apartado correspondiente de la Guía de Cimentaciones de Obras de Carretera).
- Actividades para el aprendizaje autónomo (ayudan a afianzar los conceptos aprendidos en las actividades previas).
- Lecturas complementarias (completan los contenidos de la sesión).
- Dudas (para resolver durante la actividad presencial).

La mayoría de las actividades para el aprendizaje autónomo se completaban a partir de las lecturas de las actividades previas. Se incluían cuadros para completar, palabras para relacionar, ...y actividades para pensar. Generalmente estas últimas les generaban bastante inquietud y en muchos casos no eran capaces de resolverlas. La queja más habitual era que la GAA se debería haber entregado resuelta.

Las actividades para el aprendizaje autónomo estaban planteadas para que los alumnos entendieran los conceptos a través de la utilización de imágenes, por ejemplo, de los Simpson, o de ejemplos de la vida diaria aplicados a la mecánica de suelos y las cimentaciones.

## II.2. *Sesión presencial*

Las clases se desarrollaron según la siguiente secuencia:

- Resolución de las dudas
- Desarrollo de los aspectos más importantes y/o complejos de la sesión
- Examen (offline – clases de teoría – o plickers – clases de problemas)

Durante el curso 21-22 el examen se realizaba después de la resolución de dudas pero debido a las bajas calificaciones obtenidas por los alumnos, probablemente debido a que no habían realizado las lecturas recomendadas, durante el curso 22-23 se decidió hacerlo al final de la clase, para que al menos los alumnos pudieran aprobar si habían estado atentos durante la clase. En relación con la resolución de dudas es significativo que las actividades para el aprendizaje autónomo que los alumnos no sabían resolver ni siquiera eran planteadas en clase, por lo que la sesión se centraba en una clase magistral de los aspectos que el profesor consideraba más importantes o complejos.

En los exámenes tipo test se planteaban principalmente preguntas conceptuales, que representaban el 15% de la nota final de la asignatura, y que servirían al estudiante para resolver los problemas del examen de la convocatoria ordinaria.

Durante las clases presenciales se utilizaron herramientas TICs de enseñanza-aprendizaje como Plickers (Garrido y Garach, 2017), Padlet y Mentimeter. Durante el desarrollo de las clases el profesor utiliza el teléfono móvil para las dos primeras y el ordenador para la tercera. Los estudiantes utilizan unos códigos QR plastificados aportados por el profesor en el primer caso y sus móviles para el resto de TICs. Padlet se utilizó para que los alumnos plantearan dudas, que al ser anónimas aumentaban la participación, Mentimeter para plantear algunas preguntas, así como para valorar el nivel de conocimientos de los estudiantes y Plickers para examinar a los alumnos durante las clases prácticas. Además, se realizaron exámenes tipo test con cuestionarios de papel durante las clases teóricas. Las preguntas planteadas eran similares a las del examen de la convocatoria ordinaria.

## III. RESULTADOS

Al final de algunas clases teóricas del curso 21-22 se hicieron algunas encuestas, utilizando Mentimeter, para valorar principalmente la GAA. Durante el curso 22-23 dichas encuestas se realizaron al final de todas las clases teóricas para valorar, además, las clases invertidas. Durante los cursos 21-22 y 22-23 se pasó la misma encuesta desde

la segunda semana hasta la penúltima y la última semana, respectivamente, es decir, durante 4 y 5 semanas. En la mayoría de las encuestas se diferenciaba entre los alumnos que se matriculaban por primera vez en la asignatura y aquellos que repetían. Las preguntas iban encaminadas, principalmente, a evaluar la GAA ya que era la base de las clases invertidas. Las preguntas eran siempre las mismas: tiempo dedicado tanto si había realizado algunas como todas las actividades, motivos por los que no había realizado todas las actividades, utilidad y calificación de la GAA y calificación de las clases invertidas. Durante las encuestas se podían proponer cambios que permitirían mejorar la GAA de las futuras sesiones.

El número de alumnos que participaban en las encuestas disminuía a lo largo de las semanas. Asimismo, el número de respuestas a las diferentes preguntas, cuyos resultados se presentan en los apartados siguientes, disminuía a medida que avanzaba la encuesta pese a que solo había 6 preguntas máximo, de respuesta monosílaba. Probablemente la disminución del número de respuestas se debía a la repetición de las preguntas semanalmente.

### III.1. *Guía de aprendizaje autónomo*

En relación con las actividades realizadas en la GAA durante el curso 21-22, el 40% de los alumnos no realizaron ninguna actividad para el aprendizaje autónomo, mientras que solo el 5% realizaron todas las actividades. No hay diferencias significativas entre los alumnos repetidores y los no repetidores. El 35% no termina las actividades sin especificar el motivo, mientras que entre un 12 (repetidores) y un 25% (primera matrícula) no las termina por falta de tiempo, pese a que no existía ninguna limitación temporal. Aproximadamente un 15% no las termina porque no sabe hacerlas.

Durante el curso 22-23 el 50% de los alumnos realizaron alguna actividad para el aprendizaje autónomo, mientras que solo el 20% realizaron todas las actividades. El número de alumnos de primera matrícula que realiza alguna actividad cuadriplica al de los alumnos repetidores, porcentaje que casi se duplica si se han realizado todas las actividades. El 27% no termina las actividades sin especificar el motivo, mientras que entre un 14 (repetidores) y un 19% (primera matrícula) no las termina por falta de tiempo, pese a que no existía ninguna limitación temporal. Aproximadamente un 7 y un 32% de alumnos repetidores y de primera matrícula, respectivamente, no las termina porque no sabe hacerlas.

El tiempo que se suele dedicar a la GAA entre los alumnos que realizan solo algunas actividades es de 1-2 horas a la semana (60% de los encuestados, 25% entre 2 y 3 horas). Resulta extraño que el tiempo que dedican a la GAA los alumnos que realizan todas las actividades sea similar 1-2 horas a la semana (60% de los encuestados, 20% entre 2 y 3 horas). En ambos casos el porcentaje de alumnos que dedica más de 3 horas es inferior al 6%. Por tanto, si un crédito ECTS equivale semanalmente a 2 h. presenciales y 3 h. de trabajo independiente del alumno, los alumnos necesitarán menos de esas 3 h. de trabajo independiente.

Las actividades para el aprendizaje autónomo cuya solución no se encontraban de forma expresa en las lecturas recomendadas (de las actividades previas) suelen ser preguntas para pensar o relacionar conceptos incluidos en las citadas lecturas. Probablemente estas sean las preguntas que los alumnos no sabían contestar y por eso les han dedicado más tiempo para intentar responderlas. La idea era que los alumnos plantearan esas preguntas durante las sesiones presenciales.

El porcentaje de alumnos de primera matrícula que considera la GAA como útil se ha incrementado en un 50% desde el curso 21-22 al 22-23, porcentaje que se mantiene constante (15%) entre los repetidores. Durante el curso 22-23 el doble de los alumnos de primera matrícula considera la GAA como útil frente a los que la consideran inútil. La nota media de la GAA es prácticamente igual en ambos cursos. Aproximadamente el 50% la califica con un aprobado, alrededor del 25% con suspenso y el resto con notable y sobresaliente, aunque el porcentaje de sobresalientes pasa del 2% al 8% en el curso 22-23.

### III.2. *Clases invertidas*

La valoración de las clases invertidas es superior a la valoración de la GAA. Solo suspenden las clases invertidas el 20% de los encuestados (151) y alrededor del 45% le dan una calificación de notable o sobresaliente.

### III.3. *Impacto de la evaluación continua stricto sensu en las calificaciones del examen de problemas de la convocatoria ordinaria*

Durante el curso 21-22 alrededor del 15% de los alumnos que habían obtenido calificaciones próximas al aprobado o superior en los test de clase aprobaron el examen de problemas de la parte de cimentaciones superficiales. Sin embargo, durante el curso 22-23 el 33% de los que aprobaron la evaluación continua había aprobado también los test de clase, mientras que otro 33% había obtenido calificaciones próximas al aprobado. El número de aprobados y la nota media de los exámenes se ha incrementado ligeramente de un curso a otro, mientras que en los exámenes tipo test el incremento ha sido superior al 300%.

Durante el curso 22-23 se presentaron a la convocatoria ordinaria, aproximadamente el mismo número de alumnos de evaluación continua y de evaluación única final, sin embargo, el número de aprobados en la parte de cimentaciones superficiales fue alrededor de un 75% superior en los estudiantes que eligieron la evaluación única final, aunque estos eran repetidores en su mayoría.

## REFERENCES

- García Ramírez, Y. D. (2018). Uso del modelo de clase invertida en la asignatura de Estática en Ingeniería Civil. En: *Ventana Informática* No. 38 (ene-jun). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 65-82. ISSN: 0123-9678.
- Garrido, J. y Garach, L. (2017). Utilización de la aplicación móvil Plickers en la evaluación continua. *V Jornadas internacionales sobre innovación docente y adaptación al espacio europeo de educación superior en las titulaciones técnicas*, pág. 141-146. ISBN: 978-84-17293-04-8.
- Riquelme, A.; Pastor, J.L.; Cano, M.; Tomás, R.; Robles, J.; Díaz, E.; Robles, P.; Jordá, L.; Pérez, I.; Prats, A. (2021). Adaptación de las prácticas de cartografía geológica en Ingeniería Civil a la modalidad dual en tiempos de pandemia mediante flipped classroom. En: Satorre Cuerda, Rosana (coord.). *Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria*. Volumen 2021. Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación de la Univ. de Alicante. pp. 223-233. ISBN 978-84-09-29261-5.
- Sandobal Verón, Valeria C.; Marín, M. Bianca; Barrios, Teresita H. (2021): El aula invertida como estrategia didáctica para la generación de competencias: una revisión sistemática. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 24, núm. 2. Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia, España.



# PÓSTERES



# Enseñanza y mejoras en el aprendizaje integral de sistemas de procesamiento digital

*García, Rosa M.* <sup>(1)</sup>; *Novas, Nuria* <sup>(1)</sup>; *Portillo, Francisco* <sup>(1)</sup>; *Fernández, Manuel* <sup>(1)</sup>;  
*Segura, Francisco* <sup>(1)</sup>; *Gázquez, José A.* <sup>(1)</sup>;

*(1) Departamento de Ingeniería, Universidad de Almería, rgarciasalvador@ual.es; nnovas@ual.es; portillo@ual.es; mfernandez@ual.es; jgazquez@ual.es; pacosegurapardo@gmail.com*

## RESUMEN

Se muestra y analiza la transformación de la enseñanza de la electrónica digital en los últimos cinco cursos, destacando el cambio hacia métodos de aprendizaje basados en la tecnología y enfoques pedagógicos interactivos, que han demostrado un aumento en la tasa de éxito del alumnado. También se detalla una mejora a implantar en cursos posteriores, considerando un aprendizaje basado en el desarrollo de proyectos específicos con microprocesadores, un planteamiento que presenta elementos afines a las perspectivas laborales actuales y futuras de un ingeniero.

**Palabras clave:** Electrónica, Ingeniería, Laboratorio Digital, FPGA, Microprocesador.

## I. INTRODUCCIÓN

La electrónica ha pasado a formar parte de cada uno de los aspectos de la vida que nos rodea. La creciente necesidad de sistemas más complejos ha ido suponiendo más retos para las universidades a la hora de incluir una inmensa cantidad de nuevos conceptos a los contenidos curriculares para estar a la altura de las necesidades de la sociedad actual. Este hecho tiene una importancia aún mayor en el campo de la elec-

trónica digital donde si bien los conceptos básicos siguen siendo la parte fundamental, su aplicación ha cambiado transcendentalmente en los últimos años. La aparición de chips con un nivel de integración muy alto ha provocado el desplazamiento de la utilización de los clásicos sistemas digitales basados en la interconexión en circuitos de bloques con puertas lógicas. La pandemia del COVID-19 ha cambiado la forma de impartir la docencia. Los estudiantes de ingeniería han recibido una formación diferente, con el uso creciente de laboratorios digitales en línea (HERNÁNDEZ-DE-MENÉNDEZ et al, 2019), la educación en línea (RAMAIAH, 2014) y los intentos de acercar la enseñanza al mundo laboral.

La enseñanza de la electrónica digital se ha beneficiado del enfoque del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), en el que los estudiantes aplican conceptos teóricos a la resolución de problemas prácticos (MORÓN et al, 2020) y de forma inversa, la realización del proyecto exige los conocimientos teóricos, por lo que ABP afecta de forma radical también a las clases de teoría. Junto con el aprendizaje colaborativo, en el que el trabajo en equipo y la colaboración entre estudiantes fomentan un entorno de aprendizaje activo y participativo, se pueden debatir y resolver cuestiones relacionadas con la electrónica digital (MERCIER et al, 2023). A estas metodologías hay que añadir la integración de la tecnología con simuladores y herramientas de diseño (DE ALMEIDA et al, 2022). El uso de software de simulación y herramientas de diseño electrónico permite a los estudiantes experimentar y visualizar el comportamiento de los circuitos digitales antes de implementarlos utilizando hardware real. Con la ayuda de plataformas como Arduino, Raspberry Pi, o Logic Gate Array (FPGA), se facilita la rápida implementación de circuitos digitales, permitiendo a los estudiantes desarrollar proyectos interactivos (OTERI, 2021). Estas consideraciones hacen que los profesores actualicen continuamente su enseñanza e implementen adaptaciones curriculares. Las actualizaciones docentes se realizan para la enseñanza semipresencial o a distancia, adaptando permanentemente los contenidos a un mundo cambiante y altamente tecnológico que requiere una transformación constante.

La adquisición de conocimientos prácticos es esencial en ingeniería. Con este fin, la asignatura de Electrónica Digital que se imparte en tercer curso de Ingeniería Electrónica Industrial pretende avanzar con la tecnología, y los alumnos deben estar inmersos en su futuro trabajo con la suficiente experiencia práctica. Los alumnos deben dominar correctamente todos los temas relacionados con la electrónica digital (BHUYAN et al, 2023) Esta asignatura se desarrolla en base a una evaluación continua y formativa a través de pruebas cortas, proyectos y ejercicios prácticos. Proporciona un feedback constante a los alumnos y les ayuda a mejorar su comprensión y aplicar los conceptos de electrónica digital de forma efectiva. Además, la evaluación de las habilidades y competencias adquiridas por los estudiantes en electrónica digital, como el diseño de circuitos, la resolución de problemas y la capacidad de trabajo en equipo, permite una evaluación más exhaustiva y orientada al rendimiento. En el presente estudio se muestra la metodología aplicada y se realiza un análisis exhaustivo de los resultados académicos de los alumnos que han

cursado esta asignatura con diferente metodología y curso. Además, se plantean posibles mejoras en dicha metodología para cursos posteriores.

## II. METODOLOGÍA

Hasta el curso 2019/20, el desarrollo de estos conceptos ha tenido un carácter plenamente tradicional. En esta metodología, la componente práctica de la asignatura se basaba en la división de los alumnos en grupos reducidos (2 o 3 alumnos), a los que se les proporcionaban guiones con actividades prácticas. Inicialmente, los alumnos debían desarrollar teóricamente las soluciones de las distintas actividades de acuerdo con los conceptos adquiridos en las sesiones teóricas.

El curso 2019/2020 se caracterizó por el desarrollo de una pandemia global, Covid-19, que obligó a eliminar el montaje o ejecución física de los circuitos en el laboratorio. Esta parte fue sustituida por una realización virtual a través de entornos virtuales de mayor complejidad y precisión. Se realizaron los mismos diseños del enfoque clásico, pero trasladados al uso exclusivo de herramientas de software online. Esta metodología se mantuvo durante el curso 2020/21, considerando que las herramientas online favorecen el aprendizaje autónomo, fundamental en la etapa universitaria.

Durante el curso 2021/2022 y gracias al desarrollo del proyecto de innovación docente, “Metodología Relevante para el Aprendizaje Integral de la Electrónica Digital a Nivel Comercial”, se volvió a modificar la metodología de la parte práctica de la asignatura. La propuesta metodológica se basa en la composición de tres metodologías distintas para adquirir mediante aprendizaje significativo y de forma práctica los conceptos explicados durante las sesiones de teoría de la asignatura de Electrónica Digital:

- Desarrollo de ejercicios basados en puertas lógicas con montaje tradicional, mediante una resolución teórica de ejercicios simples basado en Algebra de Boole y mapas de Karnaugh. Además, a través de trabajo en grupos de 2 alumnos se busca la utilización las herramientas electrónicas en el banco de trabajo (como osciloscopios o analizadores lógicos) para comprobar su funcionamiento usando componentes discretos como puertas lógicas o dispositivo de muy baja integración.
- Simulador de circuitos utilizando Software Libre e implementación hardware, para comprobar que los cálculos realizados con el enfoque anterior coinciden con los resultados de los circuitos simulados. El aprendizaje de estas herramientas software y las capacidades de simulación interactiva ofrecen a los alumnos y a las alumnas un segundo enfoque para consolidar los contenidos explicados en las sesiones prácticas (Fig. 1).

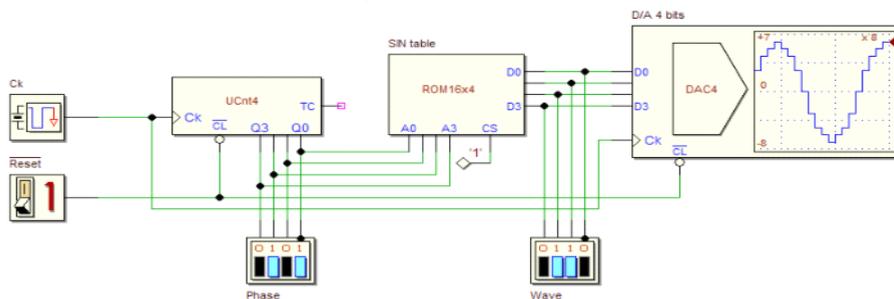


Figura 1. Simulador Digital con Software Libre interactivo

—Lenguaje de descripción hardware e implementación hardware, ya que las herramientas de simulación de circuitos gráficos utilizadas permiten su traducción en modelos que pueden ser incorporados en hardware programable como FPGA (Fig. 2).

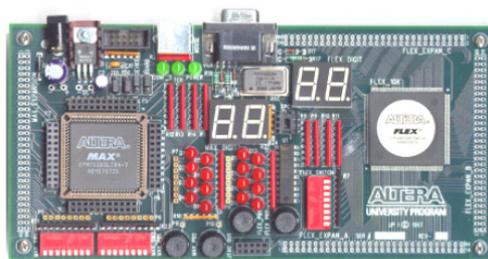


Figura 2: Placa Hardware Altera UP2

Para dicha traducción se deben utilizar lenguajes de programación hardware. Este enfoque sitúa al estudiante en una posición muy cercana al mercado laboral y les introduce en el desarrollo avanzado de sistemas microelectrónicos.

Con respecto a la evaluación se propone un sistema continuo donde los/as alumnos/as presentan el resultado de sus trabajos escalando en dificultad en grupos de 2. Se parte de un diseño sencillo al que se le van añadiendo elementos en cada entrega. La calificación final no es acumulativa de tal manera que, si el estudiante ha ido resolviendo los errores que ha ido cometiendo, la calificación de los entregables no se verá afectada. Esto permite al alumnado no centrarse en la calificación si no en aprender de los errores que haya podido cometer.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig. 3 se muestra el rendimiento de los estudiantes en las sesiones prácticas durante los últimos cinco cursos académicos, capta una transición en los modos de aprendizaje de tradicional a virtual y a híbrido.

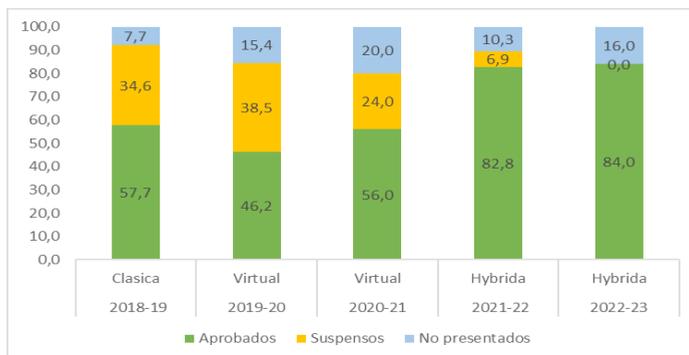


Figura 3: Resultados académicos de las prácticas (en porcentaje) en los últimos cinco años

Se observa una mejora del rendimiento con la modalidad híbrida, ya que la tasa de aprobados es la más alta de los dos últimos cursos (82,8% y 84,0%), además la tasa de éxito alcanza su máximo del 100% en el curso 2022-23, considerando que todos los alumnos que se han presentado a la asignatura la han aprobado. Además, disminuye la tasa de suspensos del 6,9% al 0,0% en los dos últimos años. Estos hechos sugieren que los estudiantes pueden beneficiarse de la flexibilidad y los recursos que proporciona el modelo híbrido y ser más eficaz en el contexto de aprendizaje utilizado.

Las tasas de no presentados fluctúan, el mayor valor se estableció en el primer curso con la modalidad virtual, curso 2019-20. En la modalidad híbrida, se observa un ligero aumento del absentismo en el segundo año.

Cuando el modo de aprendizaje cambió a virtual en el curso 2019-20 debido a la pandemia, la tasa de aprobados disminuyó en comparación con el año anterior. Sin embargo, en el curso siguiente se produjo una mejora en la tasa de aprobados (56,0%). Esto podría sugerir un período de adaptación necesario para que los estudiantes y los profesores se ajusten al modo de aprendizaje virtual.

Debe considerarse que en los tres modos de aprendizaje se ha permitido al alumnado la recuperación de las malas calificaciones anteriores, mediante la entrega de las tareas corregidas. De esa forma, se podría concluir que las actividades de la metodología híbrida mejoran la adquisición de competencias, sin la existencia de interferencias con la forma en la que se evalúan dichas actividades.

### III.1 *Mejoras al sistema de aprendizaje*

Pese a los buenos resultados conseguidos, se propone desarrollar nuevo material para fomentar el uso de nuevas metodologías docentes más interactivas, que potencien el aprendizaje de los alumnos y evaluar su efectividad en la asignatura. La propuesta metodológica se basa en la composición de la metodología interactiva, que pretende la resolución de un problema real mediante la aplicación de un sensor, una tarjeta microcontroladora y una interfaz gráfica que permita la de la respuesta de los sensores. La interfaz será una estructura cúbica de leds 3D desarrolla por el grupo de investigación TIC-019, Electrónica, Comunicaciones y Telemedicina (Fig. 4).

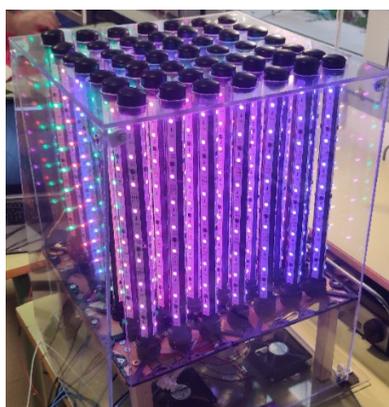


Figura 4. Estructura cúbica de leds para la visualización de los sensores

La resolución del problema planteado supone la aplicación práctica de los conceptos explicados durante las sesiones de teoría, así como las herramientas de simulación y control consideradas en las sesiones de prácticas de la asignatura de Electrónica Digital. Los alumnos deben estudiar una necesidad real derivada de la medida de una propiedad física concreta, considerando el trabajo con sensores de movimiento, acelerómetros, giroscopios o encoder rotario entre otros. Además, determinar el funcionamiento de la interfaz de visualización de la respuesta de los sensores, una estructura cúbica constituida por 1764 leds (Fig. 4). Posteriormente se elige y se pone en funcionamiento un microcontrolador, mediante la programación del sistema de procesamiento.

## IV. CONCLUSIONES

Los alumnos del curso de electrónica digital necesitan adquirir algunas competencias esenciales que les convertirán en ingenieros de éxito, por lo que los profesores intentan continuamente mejorar sus conocimientos mediante metodologías más interactivas. En este trabajo se ha descrito y analizado la aplicación de tres metodologías, la tradicional, la virtual

y el modelo híbrido entre ambas. Se ha comprobado que los segundos años de cambio de metodología tienen un mayor índice de éxito. Considerando que un cambio metodológico no tiene éxito si se aplica directamente, requiere tiempo para su correcta implementación y análisis de mejoras y adaptaciones. El porcentaje de alumnos que han superado las prácticas ha mejorado notablemente desde la implantación del modelo virtual, desarrollado durante el año de la pandemia de Covid-19 (46,2%), hasta el curso actual en el que se ha perfeccionado el modelo híbrido (84%). También ha disminuido el porcentaje de alumnos que aún no han superado la asignatura, pasando del 38,5% al 0%. Todos los datos analizados confirman que a pesar del reto que ha supuesto en los últimos años el modelo híbrido de aprendizaje, con la inclusión de proyectos con la FPGA y las clases presenciales de apoyo, los alumnos optan por la inclusión de sistemas que les acerquen a las especificaciones reales del mercado laboral. Además, se propone un método alternativo considerando el desarrollo de una metodología basada en proyectos mediante sistemas embebidos con microprocesadores. Los alumnos deben seleccionar el microcontrolador más adecuado, para conseguir su actuación mediante sensores y un interfaz de visualización mediante un cubo de leds. Esta iniciativa surge de adaptarse a la tecnología y asumir la necesidad de aprender a programar en distintas plataformas con diferencias sustanciales. Resulta de vital importancia recordar que las tendencias, metodologías, integración de tecnologías, evaluación y experiencias prácticas aplicadas a los contenidos de electrónica digital están en continua evolución en la actualidad. Por lo que el profesorado y el alumnado debe esforzarse constantemente por encontrar métodos de aprendizaje alternativos a los tradicionales, aunque dicho cambio requiere tiempo y esfuerzo por parte de todos los miembros implicados.

## REFERENCES

- BHUYAN, M. H. et al. (2023). Teaching digital electronics course for electrical engineering students in cognitive domain, *Int. J. Learn. Teach.*, 1: 1-12.
- DE ALMEIDA, F.V. et al. (2022). Teaching Digital Electronics during the COVID-19 Pandemic via a Remote Lab, *Sensors*, 18: 6944.
- HERNÁNDEZ-DE-MENÉNDEZ et al. (2019). Virtual reality laboratories: a review of experiences, *Int. J. Interact. Des. Manuf.*, 3:947-966.
- MERCIER, E. et al. (2023). Collaborative learning in engineering education. En: A. Johri (Ed.), *International Handbook of Engineering Education Research*. (pp. 402-432). Routledge.
- MORÓN, C. et al. (2020). Project-Based Learning: Fundamentals and Application in Engineering Students, *ICERI2020 Proc.*, 1:5359-5365.
- OTERI, O.M. (2021). Virtualization of Digital Electronics Devices using Arduino for STEM Electronic & Mobile Learning, *Sustain. Leadersh. Acad. Excell. Int. Conf. SLAE 2021*, Janua:1-7.
- RAMAIAH, C.K. (2014). Emerging trends in electronic learning for library & information science professionals, *Knowledge, Libr. Inf. Netw.*, December 2014:328-350.



# Intensificación en el desarrollo de competencias en la asignatura de Tratamiento y tecnología de aguas del grado en ciencias ambientales a través del análisis de diagramas de flujo mediante estrategias de trabajo colaborativo

*Leyva Díaz, Juan Carlos*<sup>(1,a)</sup>; *Postigo Rebollo, Cristina*<sup>(1,a)</sup>; *García Martínez, Francisco Javier*<sup>(1)</sup>; *Gómez Nieto, Miguel Ángel*<sup>(1)</sup>; *Poyatos Capilla, José Manuel*<sup>(1)</sup>

*(1) Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada, jcleyna@ugr.es; cristina.postigo@ugr.es; fcojaviergarcia@ugr.es; mgomezn@ugr.es; jpoyatos@ugr.es*

*(a) J.C. Leyva Díaz y C. Postigo Rebollo han contribuido por igual al presente trabajo*

## RESUMEN

La innovación docente presentada consiste en implementar diagramas de flujo para solventar problemáticas en el campo del tratamiento de aguas aplicando estrategias de trabajo colaborativo y evaluación por pares para potenciar el desarrollo de competencias y mejorar el rendimiento académico en la enseñanza técnica de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales. Tuvo una valoración global de 65,4%.

**Palabras clave:** Ciencias Ambientales, tratamiento de aguas, diagrama de flujo, trabajo colaborativo, competencia.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca en la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas de tercer curso del Grado en Ciencias Ambientales de la Universidad de Granada. El contenido de esta asignatura relativo al estudio de las operaciones unitarias y las instalaciones de tratamiento de aguas conlleva un alto grado de abstracción como para abordarse solamente desde el punto de vista teórico, por lo que las dificultades de

aprendizaje son mayores. En este sentido, a lo largo de los últimos años se han detectado serias dificultades de los estudiantes para implementar, interpretar y analizar diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas, ya sean de potabilización, desalación, depuración y/o reutilización, que se han traducido en calificaciones más bajas en las correspondientes preguntas del examen, afectando de manera negativa a las tasas de rendimiento y éxito de dicha asignatura. Concretamente, en los últimos cinco años, las tasas medias de rendimiento y éxito para ambos grupos de dicha asignatura han sido de 34,0% y 51,0%, respectivamente. Estos valores ponen de manifiesto la necesidad de aplicar la siguiente propuesta de innovación docente.

El presente estudio ha implantado una serie de cambios en la asignatura citada anteriormente durante el curso académico 2022-2023, basados en un enfoque más aplicado a través del uso de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas, así como el empleo de estrategias de trabajo colaborativo e introduciendo un proceso de evaluación por pares en el que los estudiantes sean partícipes. Los diagramas de flujo de proceso, de uso habitual en instalaciones de tratamiento de aguas, permiten contextualizar las distintas operaciones unitarias para el tratamiento de aguas dentro de un proceso más complejo, en lugar de estudiarlas de forma individualizada. De esta manera, los estudiantes tienen una visión más práctica de su funcionamiento y finalidad. El uso de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas parecidos a los que puedan encontrarse los estudiantes al finalizar sus estudios durante su desempeño laboral es también una motivación añadida al estudio de estos contenidos (SIRERA, 2014). En este contexto, el trabajo en grupo, donde el conocimiento se desarrolla por consenso de forma cooperativa, se ha demostrado que es muy eficaz para el aprendizaje efectivo. La comunicación con otros estudiantes ayuda a desarrollar un conocimiento más claro de la materia, así como estrategias de resolución de problemas más adecuadas (GUERRA SANTANA et al, 2019). Además, la evaluación por pares pretende reforzar las estrategias anteriores y se está introduciendo de una manera cada vez más generalizada en el ámbito universitario (CRESPO GARCÍA y VILLENA ROMÁN, 2005). Por ello, se desea también introducir este tipo de herramientas y aplicarlas al análisis de diagramas de flujo para resolver casos prácticos sobre instalaciones de tratamiento de aguas. Esto proporcionará un ambiente ideal para los estudiantes, fomentando el trabajo en equipo, la capacidad de análisis y síntesis, o el razonamiento crítico, entre otros. Para vehicular la nueva metodología docente planteada, se ha querido también potenciar el desarrollo de competencias generales y específicas. Este tipo de competencias pueden ser complejas, involucrando múltiples factores dentro del proceso de aprendizaje del estudiante y, normalmente, se adquieren de forma progresiva a lo largo de las asignaturas de los diferentes planes de estudios (RODRÍGUEZ, 2007). El desarrollo de estas competencias se ha tenido en cuenta a la hora de diseñar la metodología docente desplegada por el presente estudio.

## II. METODOLOGÍA

Para implementar la presente propuesta de innovación docente en la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales, se ha desarrollado una metodología basada en la realización de casos prácticos consistentes en la implementación de diagramas de flujo para solventar determinadas casuísticas en el campo del tratamiento de aguas. Para ello, se ha seguido el plan de trabajo que se presenta a continuación, estructurado en tres tareas, que aglutinan las acciones concretas desarrolladas:

- Tarea 1. Elaboración de un repositorio de símbolos para las operaciones unitarias de tratamiento de aguas.** Los estudiantes fueron divididos en grupos y cada grupo elaboró símbolos para las diferentes operaciones unitarias existentes en el campo de tratamiento de aguas. Una vez elaborados, se procedió a la evaluación de los mismos asignando una puntuación de 6 como base a todos los grupos por haber completado la tarea y repartiendo la calificación restante (4 puntos) entre la votación realizada por profesores y estudiantes, siendo el porcentaje del profesorado el doble que el del estudiantado. Los iconos que caracterizaban mejor cada operación unitaria en base a la votación realizada por el profesorado, teniendo también en cuenta la votación de los estudiantes, fueron seleccionados para conformar el repositorio final de símbolos que utilizaron los estudiantes para resolver los casos prácticos propuestos.
  
- Tarea 2. Implementación de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas.** Uno de los resultados de aprendizaje más importantes de la asignatura objeto del estudio está relacionado con la capacidad del estudiante para seleccionar el tratamiento aplicable a un tipo de agua para adecuarla a un determinado uso, siendo capaz de implementar el diagrama de flujo de la instalación y sabiendo interpretar y analizar dicho diagrama. Esta habilidad es básica para empezar a construir un conocimiento y destreza en el campo del tratamiento de aguas. En este sentido, la implementación de diagramas de flujo mediante casos prácticos puede ser de gran ayuda para dar un enfoque más aplicado en los temas eminentemente teóricos de la asignatura, dedicados al estudio de las operaciones unitarias para el tratamiento de aguas. Es por ello que se planteó un caso práctico relacionado con determinadas problemáticas en el campo del tratamiento de aguas. Los estudiantes, en grupos, plantearon el diagrama de flujo de la instalación de tratamiento de aguas que daría respuesta a la problemática planteada mediante el empleo de los símbolos creados en la Tarea 1 haciendo uso del programa Microsoft PowerPoint u OpenOffice. La evaluación del caso práctico por parte del profesorado se realizó mediante la rúbrica indicada en la Tabla 1, en la que cada uno de los indicadores suponía el 20% en la calificación final de la Tarea 2.

Tabla 1. Rúbrica desarrollada para la evaluación del caso práctico

| Indicador   | Nivel de logro I:<br>10                              | Nivel de logro II:<br>7,5           | Nivel de logro III:<br>5,0              | Nivel de logro IV:<br>2,5                | Nivel de logro V:<br>1,0                                |
|---|--|-------------------------------------|---|--|---|
| Establecimiento de todas las etapas necesarias              | Se establecen todas las etapas                       | Falta una etapa del proceso         | Faltan dos etapas del proceso           | Faltan tres etapas del proceso           | Faltan cuatro o más etapas                              |
| Implementación de los iconos adecuados                      | La asignación de iconos es correcta                  | Se ha implementado un icono erróneo | Se han implementado dos iconos erróneos | Se han implementado tres iconos erróneos | Se han implementado cuatro o más iconos erróneos        |
| Indicación de todas las corrientes materiales implicadas    | Se indican todas las corrientes materiales           | Falta una corriente material        | Faltan dos corrientes materiales        | Faltan tres corrientes materiales        | Faltan cuatro o más corrientes                          |
| Implementación de la secuencia correcta del proceso         | La secuencia del proceso es correcta                 |                                     |   |  | La secuencia del proceso es incorrecta                  |
| La solución adoptada permite alcanzar el objetivo planteado | La solución da respuesta a la problemática planteada |                                     |   |  | La solución no da respuesta a la problemática planteada |

—**Tarea 3. Evaluación por pares de las soluciones propuestas a los casos prácticos planteados por el profesor.** Uno de los objetivos específicos del estudio es la interpretación y análisis de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas. Para ello, se introduce la revisión por pares o entre iguales en la que los diferentes grupos de estudiantes evaluaron los diagramas de flujo propuestos por otros grupos siguiendo las pautas del profesor/a. Esta evaluación se llevó a cabo en la Plataforma PRADO de la Universidad de Granada mediante la herramienta “Taller”, en la que se implementó la misma rúbrica utilizada por el profesorado para la evaluación de la Tarea 2. Con esto se pretende potenciar la adquisición de competencias, que corresponde con uno de los objetivos del presente estudio. En este sentido, esta actividad ha favorecido el desarrollo de un pensamiento crítico, ha promovido la autonomía y responsabilidad, y ha permitido conocer soluciones, ideas o planteamientos alternativos al problema propuesto, entre otras competencias. Con esta tarea se ha involucrado a los estudiantes en el proceso de evaluación, que ha sido supervisado en todo momento por el profesorado de la asignatura. En la evaluación de esta tarea, el 50% ha correspondido a la evaluación recibida por cada estudiante y el 50% restante a la realización de la evaluación.

El procedimiento seguido para la ejecución del estudio, así como las tareas que tenían que llevar a cabo los estudiantes, se publicó en el espacio habilitado para la asignatura en la Plataforma PRADO. Además, todo el material elaborado se puso a disposición de los estudiantes en formato digital a través de dicha plataforma.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El grado de consecución de los objetivos del proyecto se ha evaluado por medio de los siguientes indicadores:

1. *Grado de implicación de los estudiantes*: porcentaje de estudiantes que decide realizar el trabajo propuesto respecto del total de estudiantes matriculados.
2. *Calificación del trabajo realizado en el marco de la propuesta de innovación*: nota media del trabajo realizado por los estudiantes, que incluye elaboración de símbolos para las operaciones unitarias de tratamiento de aguas (30%), implementación de diagramas de flujo para los diferentes casos prácticos planteados (50%) y evaluación por pares (20%).
3. *Cuestionario de satisfacción*: encuesta anónima de satisfacción a cumplimentar por los estudiantes.
4. *Calificación del examen final*: calificación media obtenida en las preguntas del examen final relacionadas con las mejoras propuestas en el estudio.
5. *Calificación del trabajo en grupo a realizar en la asignatura*: calificación obtenida en el diagrama de flujo de la instalación de tratamiento de aguas propuesta en el trabajo en grupo de la asignatura.

Dado que los indicadores son heterogéneos, unos se basan en encuestas y otros en elementos evaluables, se ha decidido normalizar la puntuación de cada indicador para que tengan la misma escala (0-100%). De forma general para todos los indicadores se consideran tres niveles cualitativos de valoración: bajo (0-40%), aceptable (40-70%) y bueno (70-100%).

En relación a la asignatura citada anteriormente, la propuesta de innovación docente ha tenido una incidencia directa en un 87,0% de los temas de la asignatura, que se traduce en un 90,5% de las horas totales de docencia. A este respecto, se estima que la propuesta de innovación incide en un 10% de la evaluación final del estudiante. En concreto, un 5% se debe a incidencia directa a través de las correspondientes tareas evaluables pedidas, mientras que el restante 5% corresponde al examen final, trabajo en grupo, y ejercicios y actividades de evaluación continua en las que la metodología desarrollada en el proyecto ha tenido una influencia destacada.

La valoración global del estudio ha sido muy positiva en la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales. En primer lugar, cabe destacar que la implicación del estudiantado matriculado fue del 72,6%. Esta elevada participación en una experiencia piloto como la planteada fue muy gratificante. El rendimiento de los estudiantes se valoró positivamente, lo que se tradujo en una tasa de éxito de 57,6% en relación al trabajo realizado, 67,2% respecto a las preguntas del examen directamente relacionadas con el objeto del estudio y 64,4% en relación a la parte del trabajo en grupo de la asignatura relacionado de manera directa con la innovación docente planteada. El objetivo de focalizar el proceso de aprendizaje en el estudiante fue refrendado por los estudiantes con un grado de satisfacción global de 65,2%. La Figura 1 muestra la valoración obtenida en los indicadores del estudio de manera diferenciada para los grupos A y B de la asignatura.

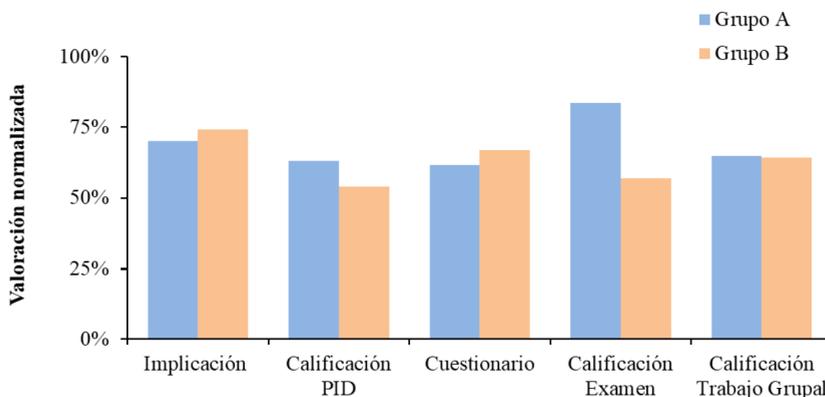


Figura 1. Resumen de la valoración de los indicadores del estudio para los grupos A y B de la asignatura de Tratamiento y Tecnología de Aguas del Grado en Ciencias Ambientales.

Como se observa, las valoraciones han sido muy parecidas en ambos grupos aunque cabe destacar una mayor implicación y grado de satisfacción en el grupo B, y mayores calificaciones en la propuesta de innovación docente (PID) y examen en el grupo A.

#### IV. CONCLUSIONES

El estudio ha pretendido profundizar en el desarrollo de competencias a través de la implementación, análisis e interpretación de diagramas de flujo de instalaciones de tratamiento de aguas. Entre los resultados que se han tratado de alcanzar está el enfoque más aplicado del estudio de las operaciones unitarias relativas al tratamiento de aguas. Se ha pretendido que los estudiantes sean capaces de identificar las operaciones que conforman una determinada instalación de tratamiento de aguas y conocer su papel dentro del proceso, el tipo de equipos habitualmente empleados y su funcionamiento, así como saber implementar los diferentes esquemas de proceso en el campo del tratamiento de aguas en función de la problemática planteada.

La introducción en el estudio de herramientas como el trabajo colaborativo y la evaluación entre iguales ha pretendido la mejora del desarrollo de competencias generales de la asignatura como la capacidad de análisis y síntesis, el razonamiento crítico o el trabajo en equipo, entre otras. Además, se ha buscado aumentar el grado de interés y el rendimiento académico de los estudiantes, potenciar su esfuerzo y fidelización, así como aumentar su motivación, afianzar los conocimientos adquiridos y profundizar en los conceptos impartidos, así como conocer soluciones, ideas o planteamientos alternativos al problema propuesto.

Finalmente, en base al resultado obtenido para los cinco indicadores empleados en la valoración de la propuesta de innovación (aceptables y buenos según los niveles cualitativos de valoración planteados inicialmente), se considera que los objetivos planteados inicialmente se han alcanzado satisfactoriamente y se pretende dar continuidad a dicha actividad durante los próximos cursos académicos.

## REFERENCIAS

- CRESPO GARCÍA, R.M., VILLENA ROMÁN, J. (2005). Revisión entre pares como instrumento de aprendizaje. Una experiencia práctica. *Serie de innovación docente, Universidad Carlos III de Madrid*, nº 05-03-01.
- GUERRA SANTANA, M.; RODRIGUEZ PULIDO, J.; ARTILES RODRÍGUEZ, J. (2019). Aprendizaje colaborativo: experiencia innovadora en el alumnado universitario. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 18: 269-281.
- RODRÍGUEZ, R. (2007). *Cómo planificar asignaturas para el aprendizaje de competencias*. Oviedo: Instituto de Ciencias de la Educación de Universidad de Oviedo.
- SIRERA, R. (2014). Estrategias de innovación docente en el aprendizaje. *Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, 2(1): 83-92.



# Herramientas didácticas en 3D como estrategia de aprendizaje en Ingeniería

*Barbudo, Auxi<sup>(1)</sup> ; Galvín, Adela P.<sup>(2)</sup> ; López-Uceda, Antonio<sup>(3)</sup>*

*(1) Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería,  
Universidad de Córdoba, abarbudo@uco.es*

*(2) Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería,  
Universidad de Córdoba, apgalvin@uco.es*

*(3) Departamento de Mecánica, Universidad de Córdoba, p62louca@uco.es*

## RESUMEN

Actualmente, la mayoría del alumnado tiene dificultades para interpretar el lenguaje, códigos y términos de expresión gráfica. Por este motivo, se han utilizado maquetas, la mayoría fabricadas con impresora 3D, como método de representación tridimensional haciendo comprensibles y fácilmente interpretables las características constructivas y operaciones necesarias en el diseño y ejecución en obra, de diferentes elementos en Ingeniería.

**Palabras clave:** maquetas, tridimensional, impresión 3D, ingeniería.

## I. INTRODUCCIÓN

Los alumnos llegan a la etapa universitaria con bastantes carencias en su visión espacial, capacidad de abstracción y comprensión del espacio (GIMÉNEZ et al., 2010). Sin embargo, el desarrollo de la capacidad espacial del alumnado es fundamental en algunas titulaciones universitarias como son las Ingenierías. Es por ello por lo que los docentes deben escoger las herramientas y las metodologías adecuadas que permitan alcanzar este objetivo (FERNÁNDEZ y GACTO, 2014).

Se podría pensar que con los ordenadores y los programas de representación tridimensional y de animación, las maquetas han perdido su funcionalidad. Sin

embargo, la experiencia ha demostrado que las maquetas funcionan como un método de representación tridimensional que permite hacer comprensibles y fácilmente interpretadas las características constructivas de los diferentes elementos y las operaciones necesarias para pasar de la representación a la realización de la unidad de obra (CARRIÓN et al. 2006).

De esta forma, las maquetas constituyen, para los ingenieros y otros profesionales de diseño, una herramienta indispensable y eficaz para proyectar y mostrar ideas, así como, para comprender y controlar el resultado final de las obras proyectadas. Las maquetas eran, y siguen siendo, modelos en miniatura, utilizadas como puente de conexión entre las ideas y la realidad, entre lo abstracto y lo concreto (LÓPEZ, 2016). Con estas piezas en 3D, el alumno no sólo mejora su capacidad espacial sino también su atención e interés por lo explicado, consiguiendo de este modo una mejor motivación para el aprendizaje (VARHEN y CHANG, 2015) (BLASNILO et al. 2018).

Por este motivo, en el proyecto que se expone, se utilizaron maquetas, en su mayoría fabricadas con impresora 3D, aunque otras piezas se compraron a un proveedor fabricante extranjero, para hacer más comprensibles e interpretables algunas características constructivas y operaciones necesarias en el diseño y ejecución en obra de diferentes elementos en Ingeniería.

## II. METODOLOGÍA EMPLEADA

El presente proyecto se organizó en las fases siguientes:

–*Fase 1.* Diseño de las maquetas (modelos a escala) por el equipo investigador: generación de ideas en papel y posterior creación de un modelo en un programa de diseño gráfico.

–*Fase 2.* Laminación e impresión en impresora 3D.

–*Fase 3.* Uso de los objetos creados en 3D (maquetas) en las sesiones de docencia.

–*Fase 4.* Evaluación de resultados en alumnos, a través de un cuestionario anónimo, sobre la utilidad de estas nuevas herramientas en el aprendizaje.

–*Fase 5.* Retroalimentación educativa utilizada: autoevaluación de la metodología utilizada y los resultados de ésta.

Las maquetas objeto del presente proyecto fueron las siguientes:

### II.1. Vigas y pilares

Estas maquetas se fabricaron con filamentos PLA en impresora 3D, y se utilizaron en la asignatura *Resistencia de materiales y análisis de estructuras* del grado de Ingeniería Agroalimentaria y del medio rural, con 121 alumnos matriculados.

El objetivo de dicha maqueta fue explicar las diferentes partes de un perfil metálico y mostrar visualmente la posición correcta de colocación de dicho perfil, ya

sea como viga o como pilar, acompañándola de su correspondiente justificación matemática (Fig. 1).

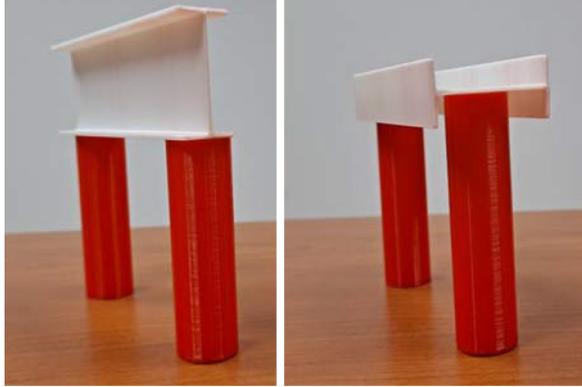


Figura 1. Maquetas de vigas y pilares

## II.2. *Muros de contención de tierras*

A través de la impresora 3D se fabricaron una serie de piezas para explicar las diferentes estructuras de contención de tierras utilizadas en construcción, las fases constructivas de una de éstas, y los diferentes tipos de empujes producidos por las tierras a contener sobre dichos muros. Se utilizaron en las asignaturas de *Edificación* del grado de Ingeniería Civil, y *Cimentaciones y obras de tierras* del grado de Ingeniería Agroalimentaria y del medio rural, con 35 alumnos en total.

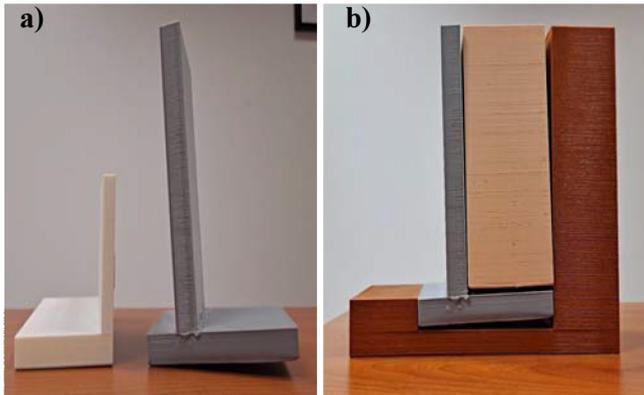


Figura 2. Maquetas de muros de construcción

Con la maqueta fabricada de la Fig. 2.a se pretendía mostrar las diferentes tipologías de muros de contención de tierras, con su correspondiente visualización en 3 dimensiones, y con la maqueta de la Fig. 2.b, visualizar cada una de las operaciones constructivas en la fabricación de un muro de contención: movimiento de tierras, excavación de la zanja, fabricación de la zapata, colocación de la pantalla, y relleno. Para ello, se utilizaron filamentos PLA de diferentes colores para mostrar con mayor claridad los diferentes materiales utilizados.

Además, se fabricaron varias maquetas para visualizar, en tres dimensiones, los empujes producidos en diferentes situaciones (sin carga sobre el terreno, con carga uniformemente repartida...), tanto por la teoría de Rankine, como la de Coulomb (Fig. 3.a). Se trata de conceptos tradicionalmente representados en pizarra en dos dimensiones, lo que dificulta su comprensión en profundidad del elemento.

Adicionalmente, se fabricó otra maqueta (Fig. 3.b) para mostrar al alumnado las diferentes tipologías de armaduras (transversal y longitudinal, vertical y horizontal) de un muro de contención, la separación entre barras, y la diferencia entre armaduras constructivas y armaduras de cálculo.

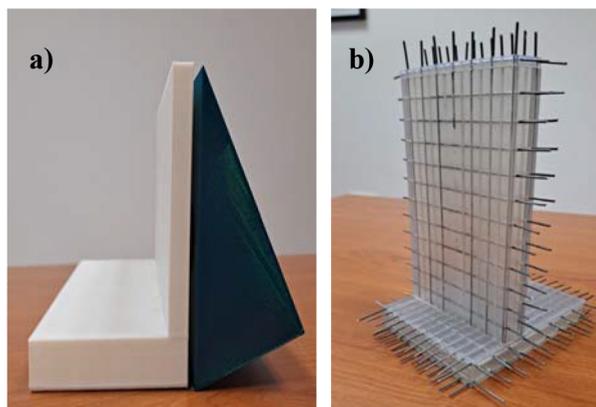


Figura 3. Maquetas sobre empujes (a) y sobre armaduras (b) en muros de construcción

### II.3. *Estructuras de edificación (pórtico)*

Se trata de un material no fabricado por los docentes sino adquirido a un fabricante extranjero. Se trata de un juego de muelles y bolas metálicas imantadas, que permiten diferentes posiciones para explicar diferentes estructuras y situaciones constructivas (Fig. 5).

Estas piezas se utilizaron en la asignatura “*Resistencia de materiales y análisis de estructuras*” del grado de Ingeniería Agroalimentaria y del medio rural, con un total de

121 alumnos matriculados, con la intención de mejorar la visualización de las diferentes tipologías de nudos (rígidos o articulados), ángulos de giro, curva de la deformada, flechas...

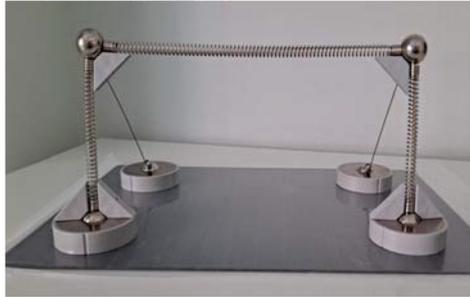


Figura 4. Maqueta sobre armaduras en muros de construcción

#### II.4. *Transición de peraltes*

Esta maqueta se utilizó en las asignaturas “*Caminos*” del grado de Ingeniería Civil, “*Cimentaciones y obras de tierras*” del grado Ing. Agroalimentaria y del medio rural, “*Vías y obras forestales*” del grado Ing. Forestal.

El objetivo era proporcionar una visión espacial en 3D de la transición del peralte en alineaciones circulares de caminos rurales/forestales, y curvas de transición en carreteras.

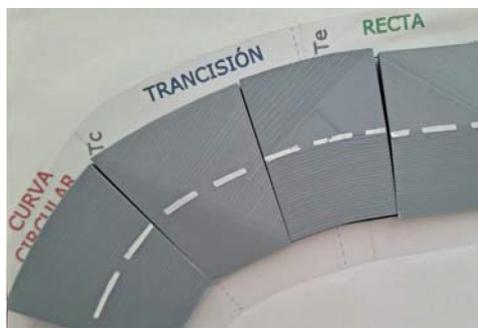


Figura 5. Maqueta sobre armaduras en muros de construcción

### III. RESULTADOS

Una vez mostradas las maquetas en las correspondientes sesiones de docencia, se realizaron unas encuestas de satisfacción al alumnado de una forma completamente anónima, mediante formularios online (formulario Google), con preguntas sencillas y directas con única respuesta, del estilo a: a) sí, mucho, b) sí, pero poco, c) no, prácticamente nada, d) no, absolutamente nada. Además, se dejaron 2 preguntas de respuesta libre para dar mayor libertad al alumnado a expresar su opinión.

Así, el 95% de los encuestados consideraron que esta nueva herramienta didáctica era útil o muy útil para la comprensión de los conceptos referidos.

Tal y como era su propósito inicial, el 96% de los alumnos opinaron que el uso de estas herramientas les ha facilitado la visión espacial y la comprensión de los conceptos objeto de estudio. El 84% de los encuestados afirmaron que el nuevo recurso didáctico utilizado les ayudó, mucho o bastante, a la mejor comprensión de los correspondientes conceptos.

Por tanto, esta iniciativa constituyó un excelente material didáctico para la enseñanza y aprendizaje del diseño, interpretación y puesta en obra de diferentes elementos en Ingeniería, mejorando la capacidad espacial del alumnado. Esta herramienta les facilitó el estudio de estos conceptos, pero no mostró tener influencia a destacar en los resultados académicos. Entre otros motivos, esto puede estar justificado por los instrumentos de evaluación utilizados, y marcados previamente en la guía docente, que no contemplaban dicha evaluación.

### IV. CONCLUSIONES

Se puede afirmar que el presente proyecto no ha modificado, de forma significativa, los resultados académicos de las asignaturas en las que se ha utilizado este nuevo material, respecto a otros cursos académicos. Sin embargo, esta herramienta:

- ha mejorado la calidad de la metodología existente, creando nuevos materiales didácticos.
- ha facilitado el proceso de aprendizaje del alumnado de conceptos abstractos o difícil comprensión/imaginación.
- ha mejorado la capacidad de visión espacial del alumnado en los grados de Ingeniería en los que se ha utilizado esta metodología innovadora.
- ha incrementado la motivación y el entusiasmo de los estudiantes.
- ha incrementado la participación en clase, aunque menos de la esperada al tener que mantener las correspondientes medidas sanitarias por la situación COVID en la que se presentó (se pretendía inicialmente que los alumnos pudieran manipular dichas maquetas).

Así pues, la principal fortaleza de esta práctica docente es la opinión positiva del alumnado, que a través de los cuestionarios de satisfacción, nos solicitaron más herramientas de este tipo, tanto en las asignaturas impartidas como en otras de las diferentes titulaciones.

## REFERENCIAS

- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, A.; GACTO SÁNCHEZ, M. (2014). Nuevas herramientas tecnológicas para la didáctica del dibujo técnico en Bachillerato. *II Congreso Internacional de Innovación Docente*, Murcia, 54-63.
- GIMÉNEZ MATEU, L.; NOCITO MARASCO, G.; REDONDO DOMÍNGUEZ, E.; REGOT MARI-MON, J. (2010). El dibujo de arquitectura como caso de estudio: análisis integral de las aptitudes gráficas de los estudiantes en la educación secundaria y universitaria en Cataluña: propuestas de mejora e incorporación de las TIC'S. *VII Foro sobre la Evaluación de la Calidad de la Educación Superior y de la Investigación*, Murcia, 146-150.
- LÓPEZ-MATEU, V. (2016). Maquetas y modelos virtuales en el análisis constructivo básico de los edificios. *Congreso nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Universitat Politècnica de València, Valencia.
- PÉREZ CARRIÓN, M.T.; FERREIRO PRIETO, J.I.; PIGEM BOZA, R.E.; TOMÁS, R.; SERRANO CARDONA, M.G.; DÍAZ IVORRA, M.C. (2006). Las maquetas como material didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la lectura e interpretación de planos en la ingeniería. *XVIII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica: diseño e innovación*. Sitges (Barcelona) 31 de Mayo, 1 y 2 de Junio de 2006.
- RÚA, E.B.; JIMÉNEZ, F.; GUTIÉRREZ, G.A.; VILLAMIZAR, N.I. (2018). Impresión 3D como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de Algunos Conceptos de Ingeniería y Diseño. *Ingeniería*, 23(1), 70-83.
- VARHEN, C.; CHANG, G. (2015). Experiencia en la enseñanza y aprendizaje de la representación gráfica en la Ingeniería Civil utilizando modelos a escala (maquetas). *XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Aprendizagem ativa: Engenheiros colaborativos para um mundo competitivo*. Universidade Federal do ABC, São Paulo (Brasil).



# Animaciones en 3D como herramienta didáctica en procesos constructivos

Barbudo, Auxi<sup>(1)</sup>; Beltrán, Manuel G. <sup>(2)</sup>; López-Uceda, Antonio<sup>(3)</sup>;  
López, Martín<sup>(4)</sup>; Galvín, Adela P.<sup>(5)</sup>

(1) *Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería,*  
*Universidad de Córdoba, abarbudo@uco.es*

(2) *Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería,*  
*Universidad de Córdoba, p32gabem@uco.es*

(3) *Departamento de Mecánica, Universidad de Córdoba, p62louca@uco.es*

(4) *Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería,*  
*Universidad de Córdoba, ir1loagm@uco.es*

(5) *Ingeniería Rural, Construcciones Civiles y Proyectos de Ingeniería,*  
*Universidad de Córdoba, apgalvin@uco.es*

## RESUMEN

En este proyecto se utilizaron herramientas como Autodesk Navisworks o Infracad para asignar una temporalidad a un modelado de objetos 3D permitiendo explicar las diferentes etapas en determinados procesos constructivos. Este recurso permitió al docente modificar la visualización del proceso constructivo dinámicamente, a la vez que mejoraron notablemente la comprensión del alumno de éste.

**Palabras clave:** modelado, simulación, animación 3D, proceso constructivo

## I. INTRODUCCIÓN

La transformación digital que requiere actualmente la sociedad implica una serie de cambios que permitan nuevos modelos educativos y operativos de cara a transformar las operaciones, las direcciones estratégicas y la propuesta de valor de una institución (GRAJEK y REINITZ, 2019).

La utilización de recursos audiovisuales ha estado al servicio del docente para la impartición de contenidos con el objetivo de facilitar el entendimiento y comprensión del alumno en una materia concreta de la ingeniería. Tradicionalmente, el estudio y la enseñanza están limitadas a la unilateralidad de la información y a la bidimensionalidad del papel (RÚA RAMÍREZ et al, 2018). Sin embargo, estos recursos han ido evolucionando con las tecnologías contractuales desde croquis trazados manualmente en pizarra, pasando por el uso de diapositivas digitales, hasta recursos más actuales, como despieces en 3 dimensiones o presentaciones interactivas.

En ingeniería es importante contar con adecuado material didáctico para ofrecer a los estudiantes problemas y situaciones reales con los que interactúen y tengan que analizar y dar una respuesta a ello. Este material fortalece habilidades mecánico-espaciales y asociativas, además de fomentar la educación basada en problemas, que es, a su vez, educación basada en el estudiante, rompiendo la unilateralidad de la información (RÚA RAMÍREZ et al, 2018).

En la actualidad la modelización constituye, para los ingenieros y otros profesionales de diseño, una herramienta indispensable y eficaz para proyectar y mostrar ideas, así como, para comprender y controlar el resultado final de las obras proyectadas (HERREIRA-GARCÍA, 2017). Se ha demostrado que la visualización real mediante una maqueta o modelado en 3D facilita el aprendizaje de los conceptos que en ingeniería consideramos fundamentales, incrementa la visión espacial, la comprensión del elemento y la familiarización con las escalas de representación. Las técnicas de modelado y animación 3D permiten abordar la creación de materiales para la divulgación y aprendizaje de contenidos científicos que, por su complejidad, son difícilmente interpretables con procedimientos tradicionales de ilustración (AMADOR-GARCÍA et al, 2018).

La herramienta Autodesk Revit, basada en la metodología BIM (Building Information Modeling), ya ha sido utilizada anteriormente para la comprensión de contenidos conceptuales (MARTÍNEZ, 2017). Sin embargo, el uso de elementos constructivos en 3D ofrece una visión sesgada del proceso constructivo, ya que no proporciona herramientas para explicar una secuencia de operaciones o de fases constructivas.

Así pues, la realización de recursos debe contener, tanto herramientas que permitan el modelado de los elementos constructivos de arquitectura, ingeniería de estructuras e instalaciones, como de herramientas que permitan la creación de la simulación temporal de éstos.

Para el estudio concreto de procesos constructivos, el presente proyecto pretende utilizar herramientas, como Autodesk Navisworks o Infraworks, que ofrecen la posibilidad de asignar una temporalidad a los objetos 3D, permitiendo ir evolucionando el flujo del proceso a petición del docente. Así, las herramientas de simulación que se proponen permitirán al docente modificar la visualización del proceso constructivo dinámicamente, a la vez que mejoran notablemente la comprensión de alumno de éste, al poder interactuar directamente con el modelo.

## II. METODOLOGÍA

El nuevo material didáctico que en este proyecto se presenta, se ha impartido para un total aproximado de 150 alumnos, en las siguientes asignaturas y titulaciones:

- Cimentaciones y obras de tierras (3º Ing Agroalimentaria y del Medio Rural)
- Construcción y Organización de Obras (4º Ing. Agroalimentaria y del Medio Rural)
- Tecnología de Estructuras (3º Ing Agroalimentaria y del Medio Rural)
- Construcciones Forestales (3º Ing. Forestal)
- Vías y Obras Forestales (2º Ing. Forestal)
- Camino (3º Ing. Civil)
- Diseño y cálculo de estructuras (1º Máster Ing. Montes)

La secuencia de actividades ha sido la siguiente:

### II.1. *Diseño y modelado de estructuras*

En primer lugar, se generaron las ideas en papel, para posteriormente, crear un modelo o diseño en ordenador a través de un programa de diseño gráfico asistido por ordenador (CAD). Para ello, se utilizaron diferentes programas informáticos de diseño y modelado como Revit, Autocad, Civil 3D, Infracad, con licencia gratuita para la Universidad de Córdoba. Así, pues, se modelaron una nave industrial (Fig.1), una carretera (Fig. 2) y un muro de contención de tierras (Fig. 3).

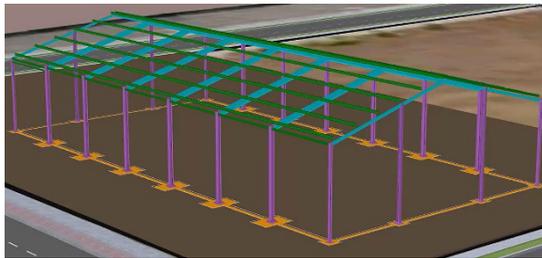


Figura 1. Modelado de Nave Industrial (antes del cerramiento)



Figura 2. Modelado de una parte de la Carretera

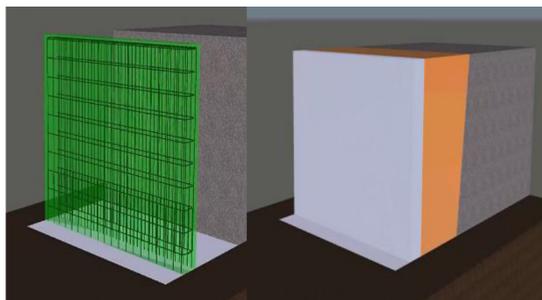


Figura 3. Modelado de Armadura y Muro de contención

## II.2. *Diseño de las secuencias por parte del equipo investigador*

Una vez modelados los elementos o estructuras anteriores, se procedió a crear las diferentes fases, añadiendo temporalidad a cada ítem siguiendo una secuencia constructiva. Igualmente, se utilizaron programas de diseño gráfico.

## II.3. *Animación en 3D de procesos constructivos*

A través de los correspondientes programas informáticos (principalmente, Autodesk Navisworks o Infraworks), se procedió a la secuenciación (animación 3D) de los procesos anteriormente diseñados, así como a la exportación del diseño a un formato para reproducción audiovisual en aula.

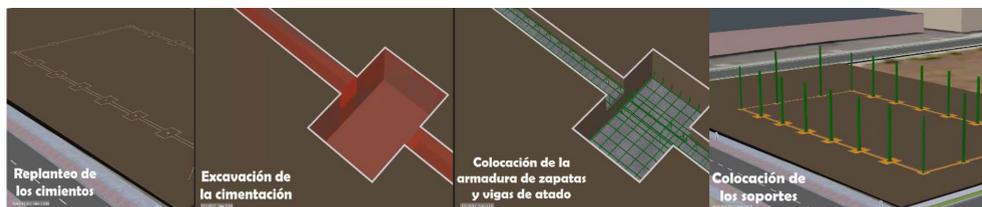


Figura 4. Algunas secuencias de la simulación en la construcción de una nave industrial

II.4. *Exportación de las animaciones 3D* a formato audiovisual reproducible en aula, mediante los programas informáticos disponibles.

II.5. *Edición de vídeos* para incluir imágenes estáticas, indicadores, texto, modificar la velocidad de clip, etc.

II.6. *Explicación de determinados conceptos teóricos* sobre elementos o/ y estructuras de construcción, así como las diferentes fases constructivas de estas, utilizando tanto las herramientas tradicionales usadas hasta el momento (presentaciones, fotografías, etc.), como los modelos 3D fabricados en PID anterior (2020-2021).

II.7. **Reproducción de las animaciones 3D en aula.** Durante la realización de las sesiones docentes, el profesor introdujo en aquellas sesiones cuya materia estaba relacionada con cada una de las animaciones diseñadas, el correspondiente vídeo con las simulaciones en 3D creadas en la actividad anterior.

II.8. **Encuesta de satisfacción del alumnado.** A través de una consulta (anónima) al alumnado implicado, éste pudo opinar sobre el desarrollo y utilidad en el aprendizaje de estas, para las acciones concretas de cada asignatura. Esto se pudo realizar mediante formularios de Google.

II.9. **Encuesta de satisfacción del profesorado.** El profesorado implicado en dicha actividad rellenó también un cuestionario sencillo sobre el esfuerzo realizado en dicha actividad, apreciación personal...etc., que sirvió para analizar globalmente, la viabilidad de este tipo de herramientas.

II.10. **Retroalimentación educativa.** El equipo investigador realizó un análisis sobre la metodología usada y los resultados derivados de ésta.

### III. RESULTADOS

En primer lugar, se analizan los resultados de las encuestas de satisfacción del alumnado. De esta forma, el 84% de los encuestados consideró que el uso de esta herramienta en 3D estaba “muy justificada” en el tema elegido.

Igualmente, aproximadamente el 90% de los encuestados opinaron que el uso de esta herramienta les ha ayudado mucho a una mejor visualización en tres dimensiones y comprensión de la estructura.

En cuanto al cuestionario realizado al profesorado, el 80% de los encuestados opina que esta herramienta le ha ayudado “mucho” a mejorar la enseñanza de los diferentes elementos/fases constructivas. Por otro lado, en cuanto al principal aspecto de las animaciones utilizadas que el profesorado considera más beneficioso coinciden que es el poder visualizar la secuencia de fases constructivas y en 3 dimensiones.

Sin embargo, a pesar de no contribuir directamente en la mejora de los resultados académicos, el 80% de los profesores encuestados creen que esta herramienta ayuda a mejorar la atención y el interés del alumnado.

Para medir viabilidad del tiempo invertido en los resultados obtenidos, el 20% de los profesores dedicaron menos de 5 horas a la elaboración de este material, y otro 20%, entre 5 y 10 horas, y el 60% de los profesores, más de 20 horas.

Relacionado con lo anterior, el 60% de los profesores encuestados reconocen que, a pesar del tiempo dedicado, consideran rentable la inversión de tiempo en la realización de este tipo de herramienta didáctica. En uno de los casos explica que se puede utilizar varios años académicos, en varias asignaturas, incluso en cursos formativos, por lo que al final resulta rentable. Esto concuerda con SOLA-GUIRADO et al (2019) que indican que se requiere una dedicación y tiempo considerable del profesorado, pero que se debe

intentar la coordinación de la práctica con otras materias similares o con cursos de formación permanente. Aun así, los profesores del presente proyecto indican la necesidad de poder ir completando y mejorando este material año tras año.

Entre los comentarios adicionales, hay que destacar:

- El uso de este material didáctico mejora la atención y el interés del alumnado en acciones formativas de larga duración, ya que rompe el ritmo tradicional de una clase magistral
- Esta herramienta ayuda a profundizar en conceptos gráficos difíciles de explicar de forma tradicional
- Es un material muy bueno pero se requiere muchas horas de formación, modelado, animación y montaje, para unos resultados muy poco tangibles
- Los resultados académicos no resultaron tener influencia tangible con la herramienta usada

En cuanto a sugerencias de mejora, el alumnado propone:

- Utilizar otra gama de colores
- Incorporar una voz en off explicando cada fase/elemento constructivo, para que se pueda reproducir las veces que sea necesario en casa para su estudio
- Incluir más contenidos teóricos como acciones, deformaciones, enlaces...etc
- Incluir imágenes estáticas con indicaciones de los diferentes elementos de la estructura, así como cambiar las perspectivas visuales para visualizar mejor un determinado punto de interés
- Ralentizando el vídeo en algunas fases que requieren de una explicación mayor
- Realizar una animación de “desmonte/terraplén”
- Incluir actividades para que sea el alumnado el que realice las animaciones

Por otro lado, como propuestas de mejora, el profesorado aconseja:

- Utilizar otros programas informáticos que mejoren las texturas y den mayor realismo a los objetos
- Particularizar en aquellos aspectos en los que los alumnos tienen mayor dificultad, una vez explicado todo el proceso global
- Realizar otras animaciones en 3D que no se han podido realizar con los programas informáticos disponibles. Para ello, se hubiera necesitado formación específica del profesorado, y licencia autorizada de determinados programas (3DS Max, Cinema 4D, Maya, o Blender, por ejemplo) (para lo cual no hay presupuesto en este proyecto para adquirirlos), o bien la contratación de una empresa externa que realice este tipo de animaciones.

#### IV. CONCLUSIONES

Como principal fortaleza de esta Práctica Docente Innovadora se destaca la elaboración de un material didáctico innovador y creativo, ameno y muy específico para las

asignaturas implicadas en el presente proyecto que mostró a los estudiantes una secuencia de fases constructivas que, de la forma tradicional de enseñanza, conllevaba dificultades en el proceso enseñanza-aprendizaje. Este material ha aumentado el interés y atención del alumnado en clase. Como curiosidad, a pesar de la aceptación mayoritaria de la práctica docente aquí presentada, se destaca que el profesorado se mostró ligeramente más escéptico en su influencia a la hora de asimilar los conceptos impartidos.

Entre los comentarios adicionales optativos al alumnado en las encuestas de satisfacción realizadas, mencionar las múltiples felicitaciones al trabajo realizado, lo que anima al profesorado a seguir trabajando y mejorando en la calidad docente.

## REFERENCIAS

- AMADOR-GARCÍA, E.; DRAGO, M.; REYES, D.; VALENZUELA-FERNANDEZ, A.; CANTERO, J. (2018). Modelado y animación para el desarrollo de material de divulgación y aprendizaje científico. *Innovación Docente para convencidos* (85-94). Edition: Universidad de La Laguna.
- GRAJEK, S.; REINITZ, B. (2019). Getting Ready for digital Transformation: Change your Culture, Workforce, and Technology. *Educase Review*. Disponible en: <https://er.educause.edu/articles/2019/7/getting-ready-for-digital-transformation-change-your-culture-workforce-and-technology>
- HERRERA-GARCÍA, O.A. (2017). Impresión 3D de proyectos de ingeniería y construcción. *Tesis Doctoral. Facultad de Ingeniería*. Escuela de Obras Civiles. Universidad Andrés Bello, Santiago (Chile).
- MARTÍNEZ SÁNCHEZ, G. (2017). La utilización del programa Revit como recursos educativo para la mejora del aprendizaje de las instalaciones en viviendas en Tecnología de 4º ESO. Trabajo Fin de Máster. Universidad Internacional de La Rioja. Facultad de Educación.
- RUA RAMIREZ, E. B.; JIMENEZ DIAZ, F.; GUTIERREZ ARIAS, G. A.; VILLAMIZAR, N. I. (2018). Impresión 3D como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de Algunos Conceptos de Ingeniería y Diseño. *Ingeniería*, 23 (1), 70-83.
- SOLA-GUIRADO, R.; GIL-RIBES, J.A.; AGÜERA-VEGA, J.; CASTRO-GARCÍA, S.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, E.; BLANCO-ROLDAN, G.L. (2019). La maqueta como herramienta de aprendizaje para desarrollo de maquinaria agrícola. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*. Vol. 8, núm. 3.



# Prácticas curriculares en túneles de viento: aplicación a problemas de aerodinámica

Lorite-Díez, Manuel <sup>(1,2)</sup>; Durán-Venegas, Eduardo <sup>(3)</sup>;  
Bárceñas-Luque, Antonio José <sup>(1,2)</sup>; Estepa-Cantero, Cecilia <sup>(1,2)</sup>

*Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, España.*

*Instituto Interuniversitario del Sistema Tierra en Andalucía (IISTA),  
Universidad de Granada, Jaén y Córdoba, España.*

*Departamento Ingeniería Mecánica, térmicas y de Fluidos, Universidad de Málaga, España.*

## RESUMEN

La presente actividad de innovación docente pretende familiarizar a estudiantes de enseñanzas técnicas con la metodología asociada en campañas experimentales desarrolladas en túneles de viento. Así, mediante la realización de prácticas curriculares durante un cuatrimestre, podrán conocer todas las fases del proceso relacionado, complementando su formación general en gestión de proyectos y su formación específica en Mecánica de Fluidos.

**Palabras clave:** Aerodinámica, aprendizaje basado en proyectos, docencia práctica

## INTRODUCCIÓN

La combinación de lecciones teóricas o magistrales y prácticas en ingeniería y otras enseñanzas técnicas suponen el centro de la planificación docente de las distintas asignaturas impartidas en estas titulaciones. La unión de estas metodologías permite brindar al alumnado el fundamento teórico de un determinado contenido a dominar, la implementación de dicho concepto en una escala de laboratorio y, finalmente, su conexión con problemas o aplicaciones reales. En concreto, en el ámbito de las ingenierías industriales, las lecciones teóricas de las distintas asignaturas específicas presentan fun-

damentalmente contenidos provenientes de la física y matemática aplicada, para luego desarrollar leyes o teorías propias, que pueden aplicarse para resolver problemas sencillos o simplificaciones del mundo industrial. Además, las lecciones prácticas permiten al alumnado manipular instalaciones y equipos que suponen un punto de unión entre los ejemplos de las lecciones teóricas y la aplicación industrial. El uso de estos equipos por parte del alumnado de titulaciones técnicas hace que se familiaricen con el proceso de medida experimental, la incertidumbre asociada y la metodología a emplear.

En esta iniciativa docente, nos centraremos en las asignaturas relacionadas con el área de conocimiento de Mecánica de Fluidos. Esta temática es transversal a la mayoría de las enseñanzas técnicas e ingenierías, debido al papel relevante que juega el movimiento de los fluidos en la naturaleza, el medio ambiente, la generación de energía, la obra civil o el sector industrial. En general, las asignaturas fundamentales asociadas a este área de conocimiento se basan en el estudio de las ecuaciones de Navier-Stokes, que describen el movimiento de los fluidos (WHITE, 1990). El estudio aplicado de estas ecuaciones fundamentales permite abordar de manera analítica ciertos problemas reales como el dimensionado de redes de distribución de agua o aire, el diseño de presas hidráulicas, el funcionamiento de turbinas y bombas o el estudio del aprovechamiento energético asociado a aerogeneradores. Como complemento a las sesiones magistrales, las lecciones prácticas permiten afianzar la comprensión de los fundamentos teóricos, por ejemplo, mediante la observación de fenómenos clásicos como la transición entre flujo laminar y turbulento, o el llevar a la práctica problemas aplicados. Además, los alumnos se familiarizan con las técnicas experimentales al mismo tiempo. Por otra parte, las asignaturas específicas dentro del ámbito de la Mecánica de Fluidos permiten abordar metodologías específicas como la simulación numérica o explorar ramas con entidad propia como la neumática, las máquinas de fluidos incompresibles, la energía hidráulica y eólica o la aerodinámica. Es en esta última disciplina donde nos vamos a centrar, al ser una temática tradicionalmente poco abordada en las titulaciones de la rama industrial que, sin embargo, tiene un importante papel en el sector. Tradicionalmente, la aerodinámica se relaciona con estudios teóricos, numéricos y/o experimentales de la industria aeroespacial. En concreto, se suelen impartir lecciones teóricas y prácticas que estudian el comportamiento de perfiles alares, la generación de sustentación o reducción de arrastre de álabes. Sin embargo, la aerodinámica tiene un papel muy relevante en aplicaciones del ámbito de la ingeniería industrial (KRAMER et al, 1984), como la resistencia al viento de los vehículos terrestres, edificios u obras públicas, el dimensionado de aerogeneradores o el diseño de material deportivo (NØRSTRUD, 2009).

En este tipo de estudios, junto al cálculo mediante simulaciones numéricas, es fundamental la realización de campañas experimentales en túneles de viento (Fig. 1). La realización de estas medidas conlleva una metodología asociada compleja que no suele ser impartida en detalle en titulaciones o enseñanzas técnicas, a pesar de su indudable impacto en la formación del alumnado y su futura empleabilidad en el sector industrial. De esta

manera, haciendo uso de nuevos conceptos de innovación docente como el desarrollo de actividades dirigidas (WILLIAMS, 2003) y el aprendizaje por competencias (ACEDO, 2014), se propone la realización de una serie de prácticas curriculares basadas en campañas experimentales en túneles de viento de escala reducida. Así, el alumnado interesado será capaz de interiorizar todas las etapas incluidas en una campaña experimental en un túnel de viento: fase de diseño del modelo, selección del equipamiento a utilizar, diseño e implementación del montaje experimental en la sección de medida del túnel, planificación de toma de datos, realización de medidas, análisis de resultados y realización de informe técnico. Finalmente, con el objetivo de fomentar las vocaciones STEM (Science, Technology, Engineering and Math) en los más jóvenes, el alumnado que haya desarrollado dichas prácticas curriculares puede exponer su experiencia y los resultados obtenidos a alumnos de enseñanza secundaria interesados en cursar enseñanzas técnicas.

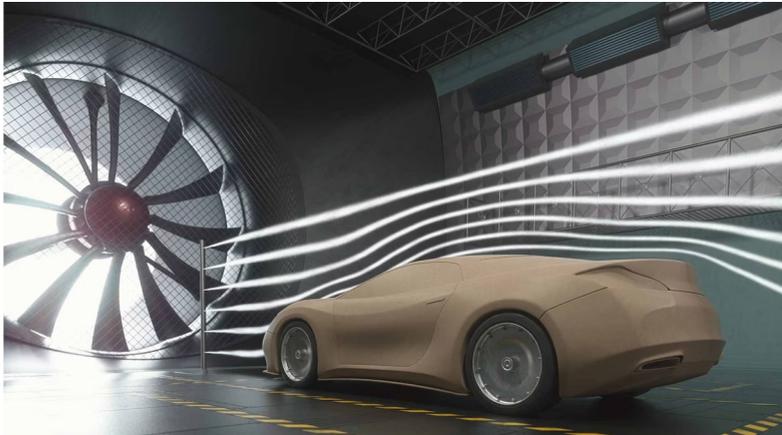


Figura 1. Flujo alrededor de un modelo de vehículo terrestre en un túnel de viento industrial.

## METODOLOGÍA

Los alumnos interesados en realizar las prácticas curriculares propuestas serán repartidos en grupos de 3. Estos grupos reducidos llevarán a cabo todas las fases de las prácticas curriculares (ver Fig. 2), tutorizados por los profesores responsables de las mismas durante un cuatrimestre (15 semanas). Inicialmente, los tutores propondrán una configuración a estudiar para cada grupo, pudiendo ser geometrías simples o modelos más sofisticados. Cada grupo se reunirá semanalmente durante dos horas en las fases previas de los ensayos para diseñar, implementar y planificar la campaña experimental (4 semanas). Una vez se valide el experimento a realizar, se pasará a fabricar las piezas o modelos necesarios para montar el experimento en el túnel de viento (2 semanas). Después, se fijarán tres días de ensayos para cada grupo en el túnel de viento a escala

reducida disponible, en el que se montará el equipamiento necesario y el modelo a emplear (1 semana). Las campañas experimentales podrán incluir medidas de presión, de fuerzas, visualizaciones de flujo usando humo y láser o toma de imágenes de alta resolución para indicadores superficiales de flujo como filamentos o parafina. Tras la toma de datos, los miembros del grupo organizarán una estrategia de procesado de datos con dos reuniones semanales (2 semanas) y prepararán un informe técnico detallando todo el proceso: diseño, puesta a punto, implementación del modelo, toma de datos, análisis de resultados y propuestas de mejora (3 semanas). Paralelamente, los alumnos visitarán campañas experimentales en túneles de viento relacionadas con tareas de proyectos de investigación de los profesores asociados en las Universidades de Granada, Jaén y Málaga, donde existen instalaciones y equipos punteros para este tipo de ensayos (1 semana). Además de las instalaciones de su propia Universidad, los alumnos podrán visitar al menos una de las otras dos Universidades, lo que les dará una visión más amplia del tipo de investigaciones que se pueden llevar a cabo con túneles de viento. Finalmente, se concertarán visitas con alumnos de enseñanza secundaria con interés en materias técnicas e ingenierías para que los distintos grupos expongan su experiencia, los principales resultados obtenidos y respondan a las dudas que tengan los visitantes (1 semana).



Figura 2. Esquema y cronograma de desarrollo de las prácticas curriculares.

Para llevar a cabo las prácticas curriculares propuestas, se deberá contar con un túnel de viento de escala reducida (sección 0.2m x 0.2m x 0.5m) con velocidades de aire de hasta 5 m/s. Este túnel estará disponible en los laboratorios del área de Mecánica de Fluidos de la Universidad de Granada. Se utilizarán células de carga multiaxiales de precisión para medir las fuerzas y pares que ejerce el viento en los modelos empleados. También se usarán sensores de presión multicanal que permiten medir la distribución de presión en distintos puntos de los modelos, para ello, será necesario implementar correctamente las tomas de presión en los modelos. Para visualizar las características principales del flujo de aire alrededor de

los modelos, se usarán varias herramientas de visualización, como una máquina generadora de humo (gotas de aceite) cuya corriente generada será iluminada con un plano láser para poder observar las estructuras de flujo que se generen en las distintas zonas alrededor de los modelos (Fig. 3). Complementariamente, podrán usarse indicadores superficiales de cambios significativos en la topología del flujo como hilos deformables o pintura con parafina.

Cuando los distintos grupos visiten grandes túneles de viento donde se llevan a cabo tareas de investigación, el alumnado observará el uso de los distintos equipos y el empleo de la metodología que han aprendido. Para ello, se deberá concertar con los investigadores involucrados las fechas adecuadas para realizar esta fase de las prácticas curriculares.

Debido al carácter práctico de la actividad a realizar, será necesario contar con un cierto presupuesto para cubrir el material fungible dedicado a la fabricación de modelos (~1000€) así como para la reserva de máquinas de fabricación (~500€). Además, se necesitará financiar las visitas de los estudiantes a las instalaciones de otras universidades (~1500€). Para ello, se aplicará a las convocatorias correspondientes de apoyo a la Innovación Docente en las universidades involucradas.

### RESULTADOS ESPERABLES

Debido a la complejidad asociada a los túneles de viento, no sería realista esperar que los alumnos sean independientes en el uso y manejo de estos equipos, sin embargo, se espera que la implementación de estas prácticas tenga un doble efecto en el alumnado: por un lado, la adquisición de unos conocimientos y competencias prácticas para su futuro laboral y, por otro, un efecto motivador que provoque un aumento del interés por las asignaturas del ámbito de la Mecánica de Fluidos. Más allá de tratar contenidos directamente relacionados con este área de conocimiento, la realización de las prácticas proporcionará competencias transversales relacionadas con la experimentación, como la toma y análisis de datos o la elaboración de informes y comunicación de resultados. Además, se espera que el hecho de que los alumnos vean aplicaciones prácticas de los contenidos teóricos de las asignaturas, aumente su cercanía al mundo laboral.

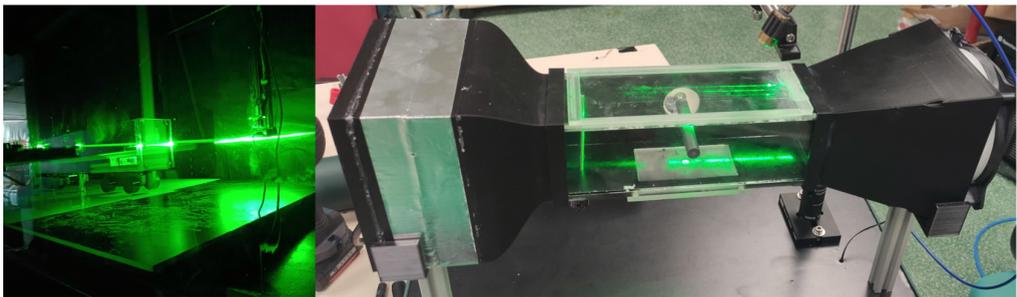


Figura 3. Ejemplos a gran escala de los montajes y técnicas a emplear en las campañas experimentales de las prácticas curriculares.

## CONCLUSIONES

La actividad de innovación docente presentada pretende complementar la formación de estudiantes de enseñanzas técnicas en aerodinámica, en concreto, en el desarrollo de experimentos en túneles de viento. Para ello, el alumnado se dividirá en grupos reducidos y desarrollará de manera semiautónoma todas las fases de una campaña experimental que se realice en túneles de viento. Finalmente, los alumnos elaborarán un informe técnico relatando su experiencia y los resultados obtenidos. Las aplicaciones industriales relacionadas con este sector están en alza en la actualidad y la demanda de ingenieros formados en esta disciplina es creciente. Así, su formación en desarrollo y ejecución de proyectos complejos se verá reforzada, al mismo tiempo que adquieren una formación específica relacionada con el uso de túneles de viento. Finalmente, se proponen tareas de divulgación de las prácticas realizadas a estudiantes de secundaria con interés en carreras profesionales STEM.

## REFERENCES

- ACEDO, C.; HUGHES, C. (2014). Principles for learning and competences in the 21st-century curriculum. *Prospects*, 44(4): 503-525.
- KRAMER, C.; GERHARDT, H.J.; REGENSCHIT, B. (1984). Wind tunnels for industrial aerodynamics. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 16(2-3): 225-264.
- NØRSTRUD, H. (2009). *Sport aerodynamics. CISM Courses and Lectures, vol. 506*. Vienna: Springer Vienna.
- WHITE, F. M. (1990). *Fluid mechanics*. New York: McGraw-Hill.
- WILLIAMS, T. (2003). Learning from projects. *Journal of the Operational Research Society*, 54(5): 443-451.

# Qué influye en el índice de suspensos en las asignaturas de Hormigón Armado y Estructura Metálica del grado de Ingeniería Civil

*Gil Martín, Luisa María<sup>(1)</sup> y Hernández-Montes, Enrique<sup>(2)</sup>*

*(1) Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, mlgil@ugr.es*

*(2) Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica,  
Universidad de Granada, emontes@ugr.es*

## RESUMEN

Algunas asignaturas de Ingeniería Civil presentan un elevado índice de suspensos y motivar a los alumnos es difícil debido su dificultad. Para mejorar la comprensión de estas materias, las prácticas deberían ser una herramienta esencial. En este artículo, se cuantifica la importancia de las prácticas en dos asignaturas tecnológicas de Ingeniería Civil y su influencia en el índice de aprobados.

**Palabras clave:** prácticas de curso, asignaturas tecnológicas, índice de aprobados

## I. INTRODUCCIÓN

Las circunstancias excepcionales vividas en los últimos años debido a la pandemia, ha llevado al profesorado universitario a desarrollar nuevas metodologías de enseñanza lo que se ha traducido en multitud de técnicas de innovación docente. Sin embargo, no todas las materias se pueden adaptar por igual a las nuevas técnicas docentes.

El principal problema al que se enfrenta el docente de este tipo de materias es la actitud pasiva del alumnado (problema raíz según (FIDALGO, 2018)) que, además, favorece la desmotivación durante el desarrollo del curso. Según (FIDALGO, 2018), la manera eficaz de solucionar este problema es aplicar metodologías activas de enseñanza en el aula.

Para activar al alumnado se han introducido varias prácticas, que son evaluadas, en la evaluación continua de las asignaturas tecnológicas del grado de Ingeniería Civil, que suelen tener mayor complejidad. Si bien, un considerable número de alumnos aceptan el reto y el esfuerzo de entregar los ejercicios propuestos, aún son bastantes los reacios a realizar un trabajo continuo y prefieren fiar la totalidad de su calificación a un examen.

Las prácticas de curso en las asignaturas de Hormigón Armado (HERNÁNDEZ-MONTES *et al.*, 2014) y Estructura Metálica (GIL-MARTÍN *et al.*, 2020) del grado de Ingeniería Civil ofrecen a los estudiantes la oportunidad de reforzar los conceptos fundamentales aprendidos en clase. Al trabajar con una variedad de problemas y ejercicios, los alumnos pueden afianzar la comprensión de teorías y formulaciones propuestas en las correspondientes normativas, así como adquirir la habilidad de aplicarlas en diferentes contextos. Estos ejercicios, además, preparan a los estudiantes para enfrentar retos más complejos en su futuro ejercicio profesional.

Las prácticas, tal y como se plantean en estas dos asignaturas, son un método eficaz de vencer el hábito pasivo del alumnado menos motivado y de realizar un seguimiento de las competencias adquiridas (FIDALGO *et al.*, 2019). Además, la experiencia ha demostrado que el uso de programas comerciales (con licencia gratuita para estudiantes durante un tiempo limitado) no es eficaz para la docencia en sí aunque su manejo es muy interesante y motivador una vez que el alumno ha adquirido en el aula, por metodologías más tradicionales, los conocimientos suficientes. Estas herramientas les permiten validar los resultados obtenidos manualmente para ejemplos sencillos y ver cómo los resultados obtenidos se ven afectados por distintas hipótesis.

## II. DESARROLLO DE HABILIDADES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Resolver problemas ingenieriles requiere un enfoque lógico y estructurado. Al practicar regularmente durante el curso, los estudiantes desarrollan habilidades de resolución de problemas, aprendiendo a identificar el enfoque correcto, abordar los desafíos paso a paso y encontrar soluciones efectivas. Estas habilidades son valiosas no sólo en ingeniería sino en todas las áreas de estudio ya que fomentan un pensamiento analítico y crítico.

Las asignaturas de Mecánica de Estructuras pueden ser intimidantes para muchos estudiantes, lo que puede generar falta de confianza en sus habilidades. Sin embargo, al practicar de manera consistente y obtener buenos resultados, los estudiantes ganan confianza en sus capacidades. Para fomentar la confianza en sí mismos, las prácticas se corrigen en clase y la evaluación de las mismas es positiva incluso si los resultados a los que ha llegado el alumno no son buenos, premiándose el esfuerzo y las horas invertidas (GIL-MARTÍN *et al.*, 2013).

El principal objetivo de las prácticas de curso es que el alumnado autoevalúe su progreso y pueda detectar los conceptos en los que está teniendo dificultades. Al identificar sus debilidades, los alumnos pueden enfocar sus esfuerzos en mejorar esos

aspectos específicos. Del mismo modo, las prácticas pueden ser un aliciente dado que permiten reconocer fortalezas y motivan para desarrollarlas aún más. Esta autoevaluación es esencial para un aprendizaje efectivo y una mejora continua, ambos fundamentales en asignaturas tecnológicas de contenido acumulativo y en las que el alumno debe de aprender a aplicar normativas específicas.

### III. PREPARACIÓN PARA LAS EVALUACIONES

Las prácticas de curso son una preparación esencial para las evaluaciones y exámenes. Al resolver una amplia gama de problemas, los estudiantes se enfrentan a situaciones similares a las que encontrarán en las pruebas, lo que les ayuda a familiarizarse con los formatos de las preguntas y a desarrollar estrategias para abordar diferentes tipos de problemas. De hecho, dada la imposibilidad de generar enunciados aleatorios de dificultad similar, los ejercicios propuestos suelen ser exámenes de convocatorias anteriores, lo que además reduce la ansiedad del alumno para enfrentarse a las evaluaciones.

### IV. RESULTADOS

#### IV.1 *Hormigón armado*

La asignatura de Hormigón Armado es obligatoria y se imparte en tercer curso del grado de Ingeniería Civil. En la evaluación continua de esta asignatura, las prácticas de curso suponen el 30% de la calificación obtenida por el alumno (el 70% restante corresponde al examen de la asignatura). Si el alumno no supera la asignatura en la convocatoria ordinaria, para la evaluación extraordinaria el 100% de la nota corresponderá al examen.

La mitad de la carga lectiva corresponde a prácticas, que no son obligatorias. Las estadísticas demuestran que, en esta asignatura, el haber realizado las prácticas de curso no ha influido en la calificación obtenida ni en el nivel de aprobados en los últimos años.

Aunque la mayor parte de los alumnos sigue la evaluación continua (es decir, han entregado las prácticas de curso), no hay una relación directa entre el seguimiento de las prácticas ni con el índice de aprobados ni con la calificación obtenida. La tendencia general es que las mejores calificaciones las obtienen los alumnos que no presentan deficiencias en asignaturas básicas de estructuras (Mecánica, Teoría de Estructuras y Análisis de Estructuras). Por el contrario, casi la totalidad de los suspensos fallan en nociones básicas, conocimientos fundamentales básicos adquiridos en cursos previos y, por tanto, no son capaces de seguir el curso debido a que los contenidos de este curso son acumulativos respecto de asignaturas cursadas en cursos anteriores. Como apunta (FIDALGO, 2018), la falta de conocimientos previos es causa de desmotivación ya que si durante las clases el alumno no es capaz de entender lo que dice el profesor lo más probable es que abandone la asignatura.

Como se puede ver en la Fig. 1, las calificaciones más altas las suelen obtener alumnos del Grado de Ingeniería Civil y no los del doble Grado Ingeniería Civil – Ingeniería Civil y Administración y Dirección de Empresas (DG), que han entrado en la titulación con una nota de corte más alta. El carácter selectivo de los primeros cursos de Ingeniería Civil (con un alto índice de abandono) y el hecho de que la carga docente sea menor en los alumnos que no cursan el doble grado pueden ser la causa de que los alumnos de grado tengan un menor número de suspensos que los alumnos de doble grado y de que obtengan las mejores calificaciones. Como se aprecia en la Fig. 1 ningún alumno del DG ha obtenido la calificación de sobresaliente en el curso 22/23.

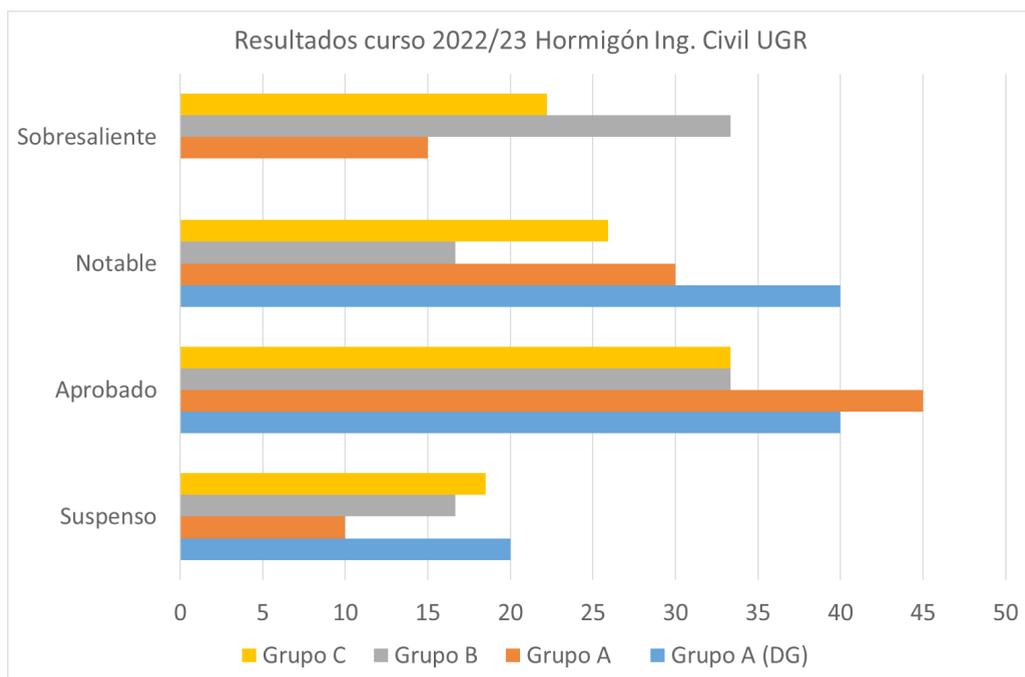


Figura 1. Resultados correspondientes al curso 22/23.

#### IV.2 *Estructura metálica*

En esta asignatura (obligatoria de cuarto curso del grado de Ingeniería Civil) la calificación se establece igual que en caso de Hormigón Armado: las prácticas de curso suponen el 30% de la calificación obtenida por el alumno y el 70% restante corresponde al examen de la asignatura. Sin embargo, al contrario de lo que sucede en Hormigón Armado, el haber realizado las prácticas de curso ha demostrado tener una gran influencia en la calificación obtenida. Esta diferencia sorprende, teniendo en cuenta el paralelismo existente entre ambas asignaturas, tanto en contenidos como en metodología docente.

En la Fig. 2 se resumen los alumnos que han aprobado la asignatura de Estructura Metálica en la convocatoria ordinaria en los últimos años en función del número de prácticas que han ido entregando a lo largo del curso. La figura muestra claramente que existe una relación directa entre el seguimiento del curso (realización de las prácticas) y el índice de aprobados. Es interesante señalar que en la Fig. 2 no se muestran los resultados de la evaluación extraordinaria, en la que las prácticas no puntúan en la nota final.

Al contrario de lo que sucedía en la asignatura de Hormigón Armado, en Estructura Metálica no se aprecian diferencias entre los resultados de los alumnos de grado y los de doble grado y por ese motivo no se hace distinción entre ellos en la Fig.2.

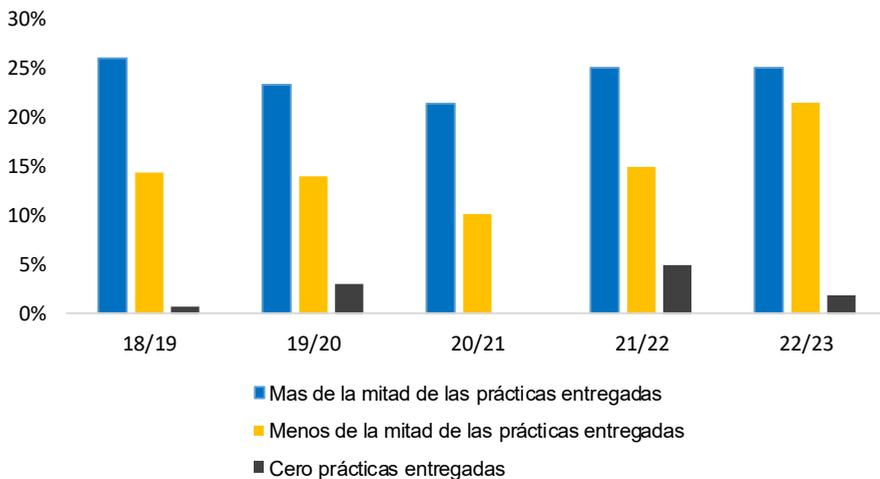


Figura 2. Porcentaje de aprobados en Estructura Metálica en la convocatoria ordinaria en función del seguimiento de las prácticas de curso

## V. CONCLUSIONES

Las metodologías activas de docencia en el aula son necesarias para activar al alumnado y motivarlo. Para evitar la desmotivación en asignaturas tecnológicas de los últimos cursos del grado de Ingeniería Civil, es muy importante que el alumnado matriculado haya adquirido los conocimientos previos necesarios, que fueron impartidos en asignaturas fundamentales previamente cursadas. Las prácticas de curso son una herramienta didáctica imprescindible en las asignaturas tecnológicas de Hormigón Armado y Estructura Metálica del grado en Ingeniería Civil, que no se pueden sustituir – aunque sí complementar - por prácticas informáticas o de laboratorio. Las prácticas, que familiarizan al alumno con la aplicación de la normativa correspondiente y lo preparan para desenvolverse con seguridad en el futuro ejercicio profesional, han resultado ser una herramienta eficaz para guiar al alumno en el estudio estas materias.

## REFERENCIAS

- FIDALGO BLANCO, Á. (2018). Problemas “raíz” de la educación. *Innovación Educativa*. <https://innovacioneducativa.wordpress.com/2018/06/19/problemas-raiz-de-la-educacion/>.
- FIDALGO BLANCO, Á. *et al.* (2019). Método para diseñar buenas prácticas de innovación educativa docente: percepción del profesorado (Cinaic), pp. 623-628. doi: 10.26754/cinaic.2019.0127.
- GIL-MARTÍN, L. M.; HERNÁNDEZ-MONTES, E. (2013) .Metodología de corrección de problemas basada en puntuación positiva de errores. *IV Jornadas sobre innovación docente y adaptación al EEES (INDOTEC)*. Granada ( ISBN: 978-84-15873-13-6).
- GIL-MARTÍN, L. M.; HERNÁNDEZ MONTES, E. (2020) *Estructuras de acero y mixtas*. Ed. Garceta. Madrid.
- HERNÁNDEZ-MONTES, E.; GIL-MARTÍN, L. M. (2014) *Hormigón Armado y Pretensado (concreto reforzado y preesforzado)*. 2nd. Ed. Garceta. Madrid.

# Integración de alumnos con necesidades especiales de aprendizaje en carreras técnicas. Experiencia en la Universidad de Granada

HERNÁNDEZ, LUISA <sup>(1)</sup> y OLMO, JUAN CARLOS <sup>(2)</sup>

(1) *Aluma de 4º curso de Ingeniería Civil (alumno colaborador de apoyo a estudiante NEAE), Universidad de Granada, luisahernandez@correo.ugr.es*

(2) *Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería (tutor de estudiante NEAE), Universidad de Granada, jolmog@ugr.es*

## RESUMEN

En educación no universitaria, los estudiantes con necesidades especiales tienen adaptaciones y cuentan con personal de apoyo. Sin embargo, en educación superior estos estudiantes se enfrentan a grandes desafíos por falta de material adaptado y por las dificultades de la enseñanza basada en competencias. Este artículo estudia el caso concreto de las enseñanzas técnicas en la Universidad de Granada.

**Palabras clave:** Integración, alumnos NEAE, enseñanzas técnicas universitarias

## I. INTRODUCCIÓN

En enseñanzas no universitarias las adaptaciones al estudiantado con necesidades especiales se realiza tanto a nivel del centro como con ayuda externa de asociaciones tales como la ONCE. De hecho, los alumnos con dificultades auditivas, visuales o motrices están plenamente integrados en el sistema educativo. Para estudiantes con otras dificultades, tales como dislexia, dificultades específicas de aprendizaje (DEA) o trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), los centros facilitan la integración con medidas tales como aumentar el tiempo de realización de las pruebas de evaluación, clases de refuerzo, ubicación específica en el aula o adaptación de fuentes de texto en el caso de dislexia. Gran parte del éxito de la integración en la educación no universitaria está ligado a la formación del profesorado para ser “inclusivo” (SIERRA, 2013).

En el contexto universitario la situación es bien distinta y los estudiantes con discapacidades sensoriales tienen que afrontar en su vida universitaria las dificultades derivadas de la no existencia de material académico adaptado a sus necesidades. Además, la docencia basada en el aprendizaje para la adquisición de competencias supone para ellos y ellas una dificultad adicional (ABEJÓN *et al*, 2011). Respecto a estudiantes con TDAH, es pequeño el número que se matricula en la universidad, y aquellos/as que lo hacen, abandonan los estudios o los finalizan mucho después que estudiantes sin este tipo de problemas (SEDGWICK, 2018) y con menor nivel académico (TAVOLACCI *et al*, 2017). Al menos el 25% de los estudiantes universitarios con discapacidades son diagnosticados con TDAH (GREEN *et al*, 2012), por lo que es necesario estudiar la adaptación del TDAH en el contexto universitario con objeto desarrollar e implementar intervenciones que conduzcan eficazmente a mejorar el éxito de estos estudiantes. Desde 1990 se han venido realizando estudios sobre el TDAH en el estudiantado universitario pero los resultados no son concluyentes dado el tamaño limitado de la población estudiada. Lo que sí parece comprobado es que el alumnado con TDAH que ha superado con éxito la educación secundaria fracasa en la educación universitaria, siendo este fallo debido no solo a causas estrictamente académicas sino a dificultades psicológicas y emocionales (GREEN *et al*, 2012; KWON *et al*, 2018).

En este artículo se analiza el número de alumnos y alumnas con necesidades especiales matriculados/as en enseñanzas técnicas en la Universidad de Granada (UGR). La atención específica de este alumnado en la UGR se articula en base a orientación y tutoría, que ha demostrado ser una herramienta eficaz para la adquisición de habilidades de aprendizaje básicas y transversales. De hecho, la orientación del alumnado universitario o atención personalizada a través de la tutoría y del seguimiento ha sido objeto de regulación por algunas universidades, en las que existe la figura del profesor-tutor que sigue y orienta al estudiante durante su carrera universitaria (VILLENA *et al*, 2013). Esta orientación, que se restringe estrictamente al ámbito académico para la generalidad del estudiantado, se ha de extender a cuestiones más personales en el caso de determinados alumnos o alumnas. Además de la supervisión de un tutor, el acompañamiento y guía de un estudiante matriculado en la misma clase, con el que tienen amistad, ha demostrado ser una herramienta efectiva para la integración en el grupo, con el consiguiente beneficio psicológico y emocional.

El resultado es muy interesante y pretende ser un punto de partida dado que, debido a la dificultad de este tipo de estudios, son muy pocas las personas con necesidades especiales que se matriculan en estos grados. Se presentan aquí algunos resultados relativos a la integración de este estudiantado en las carreras técnicas de la UGR.

## II. CONTEXTO INSTITUCIONAL

Desde el curso 1991-92 la UGR tiene un programa de “*Intervención Social hacia estudiantes con discapacidades*” (NEAE) cuyo objetivo es facilitar el acceso de este estu-

diantado a la enseñanza superior. Este programa se encarga de ayudar a la integración del alumnado con Necesidades Educativas Especiales (NEE) así como de adaptar los estudios universitarios en aras de mejorar el rendimiento académico de los miembros de la comunidad universitaria que así lo requieran. El programa se ha ido adaptando y modificando con el paso de los años con objeto de proporcionar adecuado apoyo humano y técnico. Para tal fin el estudiantado afectado puede acceder a determinados servicios, dependiendo de las necesidades específicas de cada caso, siempre que esté matriculado y cursando estudios de Grado o Posgrado en la Universidad de Granada. Este servicio, que trata de dar una atención personalizada, puede ser solicitado por vía electrónica por los estudiantes en cualquier momento y, la UGR les proporciona todos los recursos (técnicos, humanos y materiales) necesarios para facilitar la adquisición de conocimientos en igualdad de condiciones que el resto del estudiantado y de favorecer la participación en la comunidad universitaria. Recibida la solicitud, el Gabinete de Atención Social al Estudiante (GAE) contacta con la persona solicitante y a la vista de los informes/diagnósticos presentados inicia el procedimiento que se gestiona desde el Vicerrectorado de Estudiantes de la UGR.

Para llevar a cabo este programa existen dos figuras fundamentales: el tutor y el estudiante colaborador. El primero es un docente del centro que se ha ofrecido voluntario para esta tarea y cuya misión es apoyar y asesorar al estudiante así como servir de enlace y realizar el seguimiento de las actuaciones establecidas para el apoyo. El alumno/a colaborador es un compañero/a de clase, también con carácter voluntario, que de manera altruista se encarga de ayudarlo en su integración en el aula, pasarle apuntes y ayudarlo en los trabajos en grupo así como servir de enlace con el profesorado y servicios tales como la biblioteca. El procedimiento de adaptación tiene un seguimiento periódico individualizado que consiste en entrevistas individuales del tutor o la tutora con el estudiante o con el estudiante y con el alumno/a colaborador. Al final del curso académico se lleva a cabo una evaluación por cuestionarios, que sirve tanto para verificar la eficacia de las medidas llevadas a cabo como para analizar posibles actuaciones de mejora.

La actual normativa para la atención al estudiantado con discapacidad y otras necesidades específicas de apoyo educativo fue aprobada en Consejo de Gobierno de la UGR de 20 de septiembre de 2016 (disponible en <https://digibug.ugr.es/>). La normativa establece que se realizarán ajustes “razonables” entendiéndose por éstos aquellos que “no impongan una carga desproporcionada o indebida” al profesorado con objeto de garantizar igualdad de condiciones con los demás estudiantes. Las necesarias adaptaciones en la docencia y evaluación serán comunicadas a los docentes a principio de curso por el profesor tutor. El profesorado está obligado a cumplir con las medidas personalizadas de adaptación que les sean comunicadas por el tutor para cada alumno. Estas adaptaciones no alterarán las competencias (CHIVA SANCHIS *et al.*, 2021), objetivos ni los contenidos básicos de las asignaturas.

### III. ESTUDIANTES CON NECESIDADES ESPECIALES EN LAS CARRERAS TÉCNICAS DE LA UGR

Los datos publicados relativos al estudiantado con necesidades especiales en las carreras técnicas de la UGR se han resumido en las Figuras 1 y 2 (*Plan propio de la Universidad de Granada*). Como se puede ver en las figuras, el número de estudiantes NEAE que cursan carreras técnicas en la UGR es considerable.

La Fig. 1a muestra que los planes de integración puestos en marcha por la UGR en los últimos años han motivado a estudiantes con necesidades especiales a matricularse en carreras técnicas ya que, como se aprecia en la figura, el número de personas en las tres franjas de edades consideradas es bastante similar. En la Fig. 1b se aprecia cómo el mayor número de estudiantes está matriculado en Informática o Ingeniería de Telecomunicaciones, carreras con muchas salidas profesionales, mientras que, por el contrario, en el curso 19/20, sólo había 1 alumno con necesidades especiales matriculado en el grado de Ingeniería Civil (quien abandonó al tercer año). Es interesante señalar que en el curso 19/20 había un total de 790 alumnos NEAE matriculados en la UGR, de los cuales 46 cursaron carreras técnicas (ver Fig. 1b). La Fig. 1b muestra que el número de alumnas es mucho menor que el de alumnos, con la excepción de Arquitectura, donde casi se alcanza la paridad. Como se puede ver en la Fig. 2, el número de estudiantes con “otras discapacidades” supera al de los estudiantes con discapacidades físicas/auditivas/visuales por lo que se hace necesario plantear estrategias de innovación docente que faciliten la integración de este estudiantado que, por sus particularidades, requieren de una adaptación especial. En esta figura se resume el alumnado que contaba con la asistencia de un estudiante colaborador (AC) y con un profesor tutor (PT).

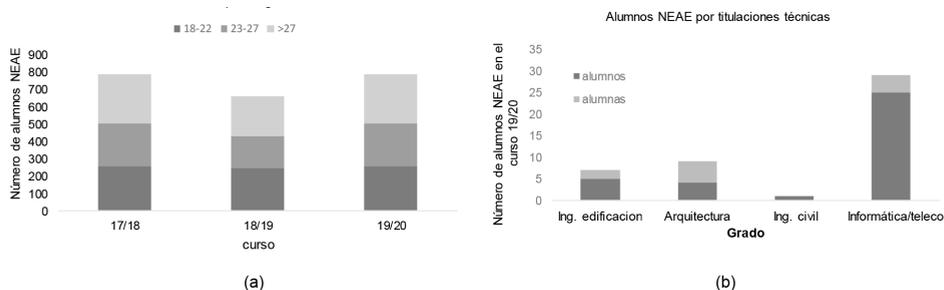


Figura 1. Alumnos NEAE en carreras técnicas de la UGR.  
a) por rango de edades, b) por grados en el curso 19/20

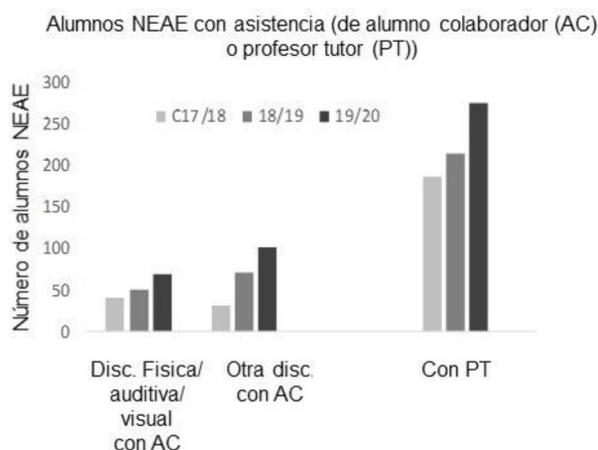


Figura 2. Alumnos NEAE en carreras técnicas de la UGR con asistencia de alumno colaborador/ profesor tutor en función del tipo de discapacidad

Si bien la UGR hace un considerable esfuerzo en llevar a cabo las actuaciones necesarias para garantizar la adaptación de este alumnado en función del diagnóstico, lo cierto es que queda mucho camino por recorrer. Aunque no existen estadísticas sobre la tasa de éxito en la finalización de los grados en los que se matriculan estos estudiantes, no son muchos las personas con “otras discapacidades” que acaban los grados en carreras técnicas, especialmente las tradicionalmente más duras, como es el caso de ingeniería civil. Las jornadas de innovación docente pueden ser foro para tomar conciencia de esta problemática y plantear metodologías docentes que ayuden a estos alumnos a superar los obstáculos a los que se enfrentan.

#### IV. CONCLUSIONES

El estudio de carreras técnicas de estudiantes con necesidades educativas especiales requiere que los centros de involucren activamente para apoyar su integración. La acción tutorial y la existencia de un estudiante colaborador (compañero/a de clase y amigo/a) que lo acompañe y le guíe ha demostrado ser un medio eficaz de ayuda para el alumnado NEAE, especialmente para alumnos con discapacidades no físicas tales como dislexia, DEA o TDAH. No obstante, dadas las peculiaridades de su aprendizaje, los estudiantes universitarios con este tipo de discapacidades matriculados en carreras técnicas necesitarían de un apoyo académico más personalizado y profesional.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo brindado por parte de la Universidad de Granada, dentro del programa de *Intervención Social hacia estudiantes con discapacidades* (NEAE).

## REFERENCIAS

- ABEJÓN MENDOZA, P.; MARTÍNEZ SOLANA, M.; TERRÓN LÓPEZ, M. J. (2011). Propuestas de acción para la integración de universitarios con discapacidad visual y auditiva ante el reto de Bolonia. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 8(2), p. 175. doi: 10.4995/redu.2010.6202.
- CHIVA SANCHIS, I. *et al.* (2021). Validación de una escala reducida para valorar competencias básicas de aprendizaje del alumnado universitario. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 19(1), p. 111. doi: 10.4995/redu.2021.15125.
- GREEN, A. L.; RABINER, D. L. (2012). What do we really know about ADHD in college students?. *Neurotherapeutics: the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 9(3), pp. 559-568. doi: 10.1007/s13311-012-0127-8.
- Plan propio de la Universidad de Granada*. (2020). I Plan sobre accesibilidad universal e inclusión social de la Universidad 2022-2026., p. 119.
- KWON, S. J.; KIM, Y.; KWAK, Y. (2018). Difficulties faced by university students with self-reported symptoms of attention-deficit hyperactivity disorder: A qualitative study. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*. BioMed Central, 12(1), pp. 1-8. doi: 10.1186/s13034-018-0218-3.
- SEDGWICK, J. A. (2018). University students with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD): a literature review. *Irish journal of psychological medicine*. England, 35(3), pp. 221-235. doi: 10.1017/ipm.2017.20.
- SIERRA MARTÍNEZ, S. (2013). Formación del profesorado para la escuela inclusiva en Europa. Retos y oportunidades. *Revista de Docencia Universitaria*, 11(3), pp. 485-486.
- TAVOLACCI, M. *et al.* (2017). Attention-deficit/hyperactivity disorder among university students. *European Journal of Public Health*, 27(suppl\_3), pp. 54-55. doi: 10.1093/eurpub/ckx187.501.
- VILLENA MARTÍNEZ, M. D.; MUÑOZ GARCÍA, A.; POLO SÁNCHEZ, M. T. (2013). La Unidad de Orientación de Centro como instrumento para la Orientación Universitaria. *Revista de Docencia Universitaria*, 11(2), pp. 43-62.

# El método de enseñanza de la geometría descriptiva en los nuevos modelos y planes universitarios: análisis y propuestas

Gómez Vargas, Juan Carlos <sup>(1)</sup>

*(1) Departamento de Expresión Gráfica, Arquitectónica y en la Ingeniería.  
Universidad de Granada, e-mail: jcgomvar@ugr.es (Profesor Asociado Doctor)*

## RESUMEN

Los nuevos modelos y planes universitarios que se han ido implantado recientemente han obligado a replantear el contenido de las asignaturas y, no sólo eso, también el método de enseñanza, lo que afecta, particularmente, a las ligadas a la didáctica de la Geometría Descriptiva en las Escuelas Técnicas, por lo que se procede a su análisis y planteamiento de propuestas.

**Palabras clave:** Aprendizaje, Didáctica, Enseñanza, Geometría Descriptiva, Evolución.

## I. LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA EN LAS ESCUELAS TÉCNICAS

la Geometría Descriptiva, bien con esta denominación u otras según el plan de estudios concreto donde se imparte, se considera fundamental para el desarrollo profesional del futuro ingeniero o arquitecto al desarrollar facetas tan importantes como la visión espacial.

Al mismo tiempo, se trata de una disciplina especialmente compleja que se va aprendiendo y asimilando con tiempo, por lo que podría resultar obvio que el estudiante que inicia su andadura en la universidad debería tener unos conocimientos previos suficientes que le permita afrontar con las máximas garantías su desarrollo en las enseñanzas de grado algo que, con mucha frecuencia, no es así, al no ser obligatorio en las pruebas de

acceso a la universidad el examinarse de Dibujo Técnico, como requisito que debería ser imprescindible para matricularse en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingeniería o Arquitectura.

Parte de la problemática y el análisis que se exponen aquí fueron objeto de una estancia de investigación realizada en el Departamento de Expresión Gráfica, Arquitectónica y en la Ingeniería de la Universidad de Granada en los meses finales de 2018 por un alumno de la Universidad Autónoma de México y dirigida por el autor de este artículo, cuyas conclusiones se recogieron en su Tesis de Maestría y que también fundamentan las de este documento.

## II. LOS NUEVOS PLANES DE ENSEÑANZA EN LA DIDÁCTICA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA EN LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

Los nuevos planes de enseñanza aprobados en la Universidad de Granada, concretando un poco más en los grados de Ingeniería que se imparten en el Edificio Politécnico, que organizan el curso y la impartición de las asignaturas en semestres, también ha supuesto un cambio de paradigma en la didáctica de la asignatura que nos ocupa pues, como se ha citado, para la correcta asimilación y puesta en práctica de los conocimientos adquiridos es necesario un tiempo que ahora se ve limitado porque, en la práctica, aunque pueda parecer que las horas lectivas, traducidas en créditos ECTS, sean similares, lo cierto es que el espacio temporal se reduce.

Según estos aspectos, con objeto de facilitar el aprendizaje y de acuerdo con la metodología de trabajo actual, se dota con antelación suficiente al discente del material de trabajo preparado y ordenado convenientemente, de manera que pueda ser interpretado de forma cómoda y, de igual forma, poder seguir las clases teóricas fácilmente para así poder prestar mayor atención a las explicaciones del docente, tomar las notas complementarias pertinentes y poder participar de forma activa en la propia clase.

Otro aspecto para comentar es la forma en que se estructura en la actualidad la asignatura, en horas teóricas y prácticas.

En cierta medida, resulta muy adecuada para el desarrollo de la materia al permitir al docente programar el desarrollo de la asignatura adoptando su mejor criterio, incidiendo y dando más importancia a aquello que lo precisa, distribuyendo los contenidos de la mejor forma e incluso combinándolos (por ejemplo, Geometría Métrica y Sistema Diédrico en una misma sesión) de forma que el desarrollo del curso se vea favorecido sin establecer bloques estancos.

Pero también conviene plantearse cuál es la forma más adecuada de programar y distribuir las horas semanales con que cuenta la asignatura. Veamos a qué nos referimos.

La Geometría Descriptiva es una asignatura de carácter eminentemente gráfico, que se desarrolla en la parte práctica de la misma, pero con un fuerte contenido teórico que, con la implantación del Plan Bolonia, no permite profundizar en exceso en los contenidos por la reducción de tiempo.

Así, teoría y práctica están íntimamente relacionadas hasta tender a confundirse en algunos momentos pues se trata, evolucionando sobre lo expresado anteriormente, de una asignatura teórica con un fuerte contenido gráfico o, expresado de otra forma es la asignatura gráfica de un mayor contenido teórico (GÓMEZ VARGAS, J.C; 2020)

Desde Euclides se plantea el desarrollo en paralelo de dos geometrías, la teórica y la práctica, científica y *fabrorum*, una descendiente de la otra, pero ambas con vida propia y diferenciadas en pro de los objetivos (RAMÍREZ ARELLANO, J.E y GÓMEZ VARGAS, J.C; 2019).

Por lo tanto, tenemos que encontrar la necesaria conexión entre ambas partes para no cometer el error de enseñarla mecánicamente. Aquí se podría parafrasear a Platón al afirmar que "...procediendo de forma mecánica se pierde irremediamente lo mejor de la geometría".

En la mayoría de los casos, y si partimos del supuesto de una carga docente de 6 créditos que suponen 4 horas semanales para la distribución por semestres actual, las asignaturas se reparten en teoría y práctica a razón de 2 horas para cada parte, pero de manera estanca, esto es, de forma sucesiva, usualmente en días distintos y, en muchas ocasiones, el profesor de teoría no es el de prácticas.

Recordemos lo anterior y la necesidad de una perfecta coordinación entre ambas partes. Cabe plantearse entonces si es la mejor distribución más aún, por el propio espíritu del Plan Bolonia, teniendo en cuenta lo indicado en referencia a que el alumno ya cuenta con la totalidad del material teórico y que, en principio, sería razonable que tuviera unos conocimientos previos adecuados.

Se plantea alguna ventaja, pero, ciertamente, claros inconvenientes. Por una parte, una exposición previa de la teoría, que anteriormente ha trabajado el discente, permite una correcta asimilación y su preparación para la posterior clase práctica pero también, resulta con certeza complicado coordinar correctamente la distribución de los contenidos teóricos y prácticos para que sean trabajados correctamente, teniendo en cuenta las particularidades del calendario y otros aspectos. Todo lo comentado se agrava en el caso de que el profesor de teoría no coincida con el de prácticas.

Por otra parte, y en concreto para esta asignatura donde en las clases prácticas se plantean ejercicios que necesitan de un cierto tiempo para su correcta ejecución y comprensión, la distribución descrita para teoría y prácticas a razón de dos horas para cada una, en muchas ocasiones, no parece correcta pues, parece claro, que la parte práctica, salvo partes concretas donde el peso de la teoría es mayor, goza de un mayor peso específico y debería gozar de más tiempo.

A todo lo argumentado debe de añadirse la necesaria introducción definitiva, y de forma conjunta con los métodos apuntados, de las nuevas tecnologías de dibujo entre las que podríamos citar y destacar, por lo extendido de su empleo en el desarrollo profesional, las aplicaciones de Diseño Asistido por Ordenador (DAO o CAD por sus siglas en inglés).

### III. PLANTEAMIENTOS DE LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

¿Cómo podría plantearse entonces? Como ya se ha avanzado en determinados momentos, quizás podría sugerirse el impartir las cuatro horas de forma continuada y en el mismo día, donde los profesores de teoría y prácticas compartiesen espacio hasta el punto de no diferenciarse.

Esto conlleva una nueva configuración en los grupos, en la asignación de créditos al profesorado, así como que necesita de una buena coordinación para que el trabajo desarrollado sea equitativo.

En la actualidad, los grupos de teoría tienden a ser únicos e impartidos por un solo profesor mientras que en prácticas se divide en subgrupos más reducidos que permitan una mejor atención al alumnado. Se tendería a mantener la estructura de un solo grupo en el que se impartiese la teoría de forma conjunta y complementaria por los profesores para luego aplicar lo explicado en las prácticas.

La teoría que se explica en esa jornada, y que el alumnado ha preparado convenientemente con anterioridad dado que conoce la programación y dispone del material, corresponde a las prácticas propuestas para trabajar posteriormente de forma que los docentes, en función de la materia que se está impartiendo en ese momento, pueden distribuir el tiempo de la forma que considera más adecuada entre ambas partes.

Entonces, resumiendo y llegado a este punto, analizando la propia problemática en la metodología de enseñanza y, en concreto, de la Geometría Descriptiva, cabe plantearse las siguientes cuestiones:

- Cómo debe enseñarse
- Qué debe enseñarse
- Para qué enseñarse

Se nos indica que la transmisión de conocimientos se puede realizar por tres métodos: el didáctico, el dialéctico y el heurístico.

Hasta ahora, el método más empleado ha sido el didáctico donde el profesor es el protagonista exponiendo los conocimientos siendo el discente el que se limita a recibir las enseñanzas.

En el dialéctico, el discente disfruta que una mayor participación al consistir en una continua conversación entre ambos intervinientes donde el primero expone una serie de temas y cuestiones que el segundo espera para corroborarlas y discutir las.

Por último, el heurístico es típico de la investigación donde se deja al discente plena libertad e iniciativa en lo referente al estudio y aprendizaje siendo la labor del docente la de dirigir su trabajo y su crítica. Teniendo en cuenta las características de esta asignatura este método también resulta complejo por su fuerte contenido teórico que luego se aplica en la ejecución de las prácticas.

#### IV. CONCLUSIONES

La Geometría Descriptiva es una asignatura básica donde el discente que se incorpora a una carrera técnica debería de disponer de unos conocimientos previos para un mejor aprovechamiento y seguimiento de las clases, tanto teóricas como prácticas.

El método de enseñanza es fundamental para su comprensión, pero cabe plantearse si, para la aplicación de este, la distribución habitual de las clases teóricas y prácticas es la más adecuada para la consecución de los objetivos.

De la misma forma y atendiendo al método de enseñanza en sí citando al didáctico, dialéctico y heurístico cabe preguntarse cuál sería el más apropiado en el caso de la Geometría Descriptiva más aún en esta era digital (RAMÍREZ ARELLANO, J.E; 2019).

Como venimos observando en los últimos tiempos, las tendencias didácticas se encaminan a la transición del método didáctico al heurístico, pero, en el caso de la Geometría Descriptiva, no parece razonable aplicar un método concreto de forma que el éxito se obtiene cuando se complementan los distintos tipos pues, si no es así, podría darse el caso de que el alumnado asumiese una carga extra de trabajo no adecuada, aún contado con el apoyo del docente (GÓMEZ VARGAS, J.C y RAMÍREZ ARELLANO, J.E. 2021)

Esto se ve agravado en el caso de que el discente no cuente con unos conocimientos mínimos que debería haber adquirido previamente y que, como se ha citado, es un tema pendiente de resolver en el acceso a la Universidad para las carreras técnicas de ingeniería y arquitectura.

#### REFERENCIAS

- GÓMEZ VARGAS, J.C (2020). *Evolución del método didáctico de la Geometría Descriptiva*. Editorial Académica Española.
- GÓMEZ VARGAS, J.C.; RAMÍREZ ARELLANO, J.E. (2021). Análisis de la enseñanza y didáctica en el aprendizaje de la Geometría Descriptiva: de lo tradicional a la representación gráfica en CAD en *1º Seminario internacional de investigación gráfica aplicada a la arquitectura e ingeniería (60-61)*. Granada. Editorial Godel S.L.
- RAMÍREZ ARELLANO, J.E; GÓMEZ VARGAS, J.C. (2019). El conocimiento geométrico como producto filosófico de la razón. *Tecnología & Diseño*. Año 8, número 12: 51-59.
- RAMÍREZ ARELLANO, J.E. (2019). *Tesis para optar por el grado de Maestro en Arquitectura: Geometría Descriptiva: su enseñanza en el aprendizaje actual. Análisis, evaluación y proyección*. México. Universidad Autónoma de México.



# Incorporación de competencias transversales en el Grado en Ingeniería Civil por la Universidad de Granada. Una oportunidad para mejorar la empleabilidad

*Martín-Pascual, Jaime*<sup>(1)</sup>; *Mataix-Sanjuán, Jesús*<sup>(2)</sup>; *López-Alonso, Mónica*<sup>(3)</sup>

(1) *E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, docenciacaminos@ugr.es*

(2) *E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, coordinadorgic@ugr.es*

(3) *E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de Granada, direccioncaminos@ugr.es*

## RESUMEN

El nuevo marco normativo y las demandas del sector empresarial hacen necesario la incorporación en la formación de competencias transversales y en objetivos de desarrollo sostenible. En este trabajo se analiza el estado de implantación en el Grado en Ingeniería Civil en las diferentes universidades públicas y privadas de España y se expone el caso de la Universidad de Granada.

**Palabras clave:** Competencias Transversales; ODS; Empleabilidad; Ingeniería Civil.

## I. INTRODUCCIÓN

Las competencias transversales (CCTT) influyen directamente en la empleabilidad de los egresados y suponen uno de los principales puntos de atención en las entrevistas de trabajo. Por ello, distinguirlas y ser conscientes de su importancia es clave para mejorar la formación de los estudiantes. Son, además, un potente elemento de diferenciación para la inserción laboral por lo que reconocerlas y trabajarlas de forma adecuada es un paso importante de cara al futuro profesional de los egresados universitarios.

El Comité Universidad, Formación y Empresa del Instituto de la Ingeniería de España (IIE) compuesto por 47 profesionales de ingeniería de las 9 Asociaciones de Ingeniería

del IIE, realizó a finales de 2017 una encuesta a 528 empresarios y directivos sobre las CCTT que las empresas demandan de los profesionales de la ingeniería, adicionales a las competencias tecnológicas adquiridas en las Universidades para su titulación. En el informe se pidió a los encuestados que valoraran la necesidad de 40 competencias, clasificadas en 9 áreas competenciales, identificando cada una como No necesaria; Poco Necesaria; Necesaria; Muy Necesaria; o Imprescindible. De esta encuesta, obtuvieron 14 competencias valoradas como muy necesarias o imprescindibles para al menos el 50 % de los encuestados como se muestran en la tabla 1, en la cual, puede verse que las empresas reclaman profesionales más innovadores, con habilidades personales, de gestión empresarial, con dominio del inglés y con conocimientos digitales relevantes.

| Puesto | Competencia   | %    |
|--------|---|------|
| 1      | <i>Trabajo en equipo</i>  | 87   |
| 2      | <i>Capacidad crítica y de pensar out of the box.</i>                                      | 84,5 |
| 3      | <i>Innovación y Creatividad</i>   | 81,5 |
| 4      | <i>Conocimientos de aplicaciones ofimáticas estándar, Digitalización y Redes Sociales</i> | 79   |
| 5      | <i>Orientación a los resultados y a la entrega (delivery)</i>                             | 78   |
| 6      | <i>Gestión de Proyectos y Planificación</i>   | 77   |
| 7      | <i>Liderazgo, capacidad de motivación, empatía e inteligencia emocional</i>               | 71,5 |
| 8      | <i>Nivel C1 o superior de inglés</i>  | 67,5 |
| 9      | <i>Habilidades comunicativas y asertividad</i>  | 65,5 |
| 10     | <i>Autonomía y plan de desarrollo personal y profesional</i>                              | 64,5 |
| 11     | <i>Gestión de la Calidad, de Procesos, Mejora Continua y Excelencia.</i>                  | 56,5 |
| 12     | <i>Capacidad de Negociación</i>   | 51   |
| 13     | <i>Emprendimiento.</i>  | 50   |
| 14     | <i>Código Ético y Responsabilidad Social Corporativa</i>                                  | 50   |

Tabla 1. Competencias transversales consideradas como muy necesarias o imprescindibles ordenadas según el % de empresarios y directivos encuestados (Fuente: IIE 2028)

Así mismo, el artículo 4 del RD 822/2021 establece que los planes de estudios deberán incorporar los principios y valores democráticos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como contenidos o competencias de carácter transversal, en el formato que el centro o la universidad decida, en las diferentes enseñanzas oficiales que se oferten, según proceda y siempre atendiendo a su naturaleza académica específica y a los objetivos formativos de cada título.

Para garantizar la adquisición por parte de los estudiantes de las CCTT es fundamental que, en primer lugar, éstas estén definidas en el documento de verificación del título. Una vez definidas, la adquisición por parte de los estudiantes puede lograrse o bien trabajando estas competencias en las diferentes asignaturas del plan de estudios o bien en asignaturas específicas. Así mismo, puede optarse por un sistema híbrido en el que haya una dedicación en ECTS específica para aprender estas competencias y paralelamente se trabajen esas competencias en otras asignaturas curriculares.



Figura 1. Formas de incorporación de las competencias transversales en los títulos universitarios.  
(Fuente: Elaboración propia)

Como paso intermedio, mientras se lleva a cabo la implantación de cualquiera de las vías anteriores, impartir cursos, talleres y otras acciones formativas de forma extracurricular puede ser una alternativa para reforzar estas competencias de los estudiantes.

El objetivo de este trabajo es analizar la forma en la que los títulos de Graduado/a en Ingeniería Civil en España consideran las CCTT y dar a conocer la estrategia de consecución de este título en la Universidad de Granada.

## II. COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN EL TÍTULO DE GRUADO/A EN INGENIERÍA CIVIL EN EL SUE

El título de Graduado/a en Ingeniería Civil del sistema universitario español, al tratarse de una profesión regulada, garantiza la adquisición de las competencias establecidas en la Orden CIN/307/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, tal y como muestra la verificación de los títulos para su impartición en base al RD 1393/2007 y en un futuro próximo según el RD 822/2021. Sin embargo, como ya se ha expuesto, el mercado actual demanda que los profesionales posean además CCTT, las cuales van siendo incorporadas en los títulos de forma asimétrica. Según la información disponible en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) del Ministerio de Universidades, resumida en la tabla 2, hay 36 registros de Graduado o graduada en Ingeniería Civil, en 25 universidades del sistema universitario español (SUE) de las cuales 3 son privadas. La diferencia entre el número de registros y universidades es debida principalmente a la existencia de un título ya extinto y 11 en extinción (el de la Universidad de Granada aparece en extinción y aunque ya esté aprobado el nuevo plan de estudios aún no está publicado). Actualmente todos los títulos cuyo registro está disponible en RUCT fueron verificados en base al RD 1393/2007.

En los 24 títulos en activo, 18 cuentan en sus competencias con CCTT, de número variable entre 1 (Universidad de Zaragoza) y 41 (Universidad Católica de San Antonio). En función del carácter de la universidad, en el caso de las universidades públicas 16 de las 21 universidades incluyen competencias transversales mientras que de las privadas la relación desciende hasta 2/3. Respecto a la forma de adquisición de las CCTT sólo 5 incluyen asignaturas con dedicación específica, la cual oscila entre 3 ECTS de carácter optativo (Universidad de Burgos) y 18 ECTS (12 obligatorios y 6 optativos) en la Universidad Europea de Madrid.

Diferenciando entre universidades públicas y privadas, en este caso, en las universidades privadas sí predominan las que incluyen en su plan de estudios asignaturas específicas para competencias transversales (Universidad Católica San Antonio con 10,5 ECTS obligatorios y la ya mencionada Universidad Europea de Madrid). Por su parte, en las universidades públicas, sólo 3 de las 17 universidades lo hacen de forma curricular, con 12 ECTS obligatorios (Universidad de Cantabria), 12 ECTS optativos en la Universidad de Alicante y 3 ECTS optativos en la Universidad de Burgos.

| Universidad  | Titularidad          | Nº CCTT             | ECTS curriculares |
|--|----------------------|---------------------|-------------------|
| Universidad Alfonso X El Sabio                           | Privada              | 0                   | 0                 |
| Universidad Alfonso X El Sabio (*2)                      | Privada              | 0                   | 0                 |
| Universidad Católica San Antonio                         | Privada              | 41                  | 10,5              |
| Universidad Europea de Madrid                            | Privada              | 19                  | 12+6*             |
| Universidad de A Coruña                                  | Pública              | 8                   | 0                 |
| Universidad de Alicante                                  | Pública              | 9                   | 12*               |
| Universidad de Burgos                                    | Pública              | 32                  | 3*                |
| Universidad de Burgos                                    | Pública              | 32                  | 3*                |
| Universidad de Cádiz                                     | Pública              | 22                  | 0                 |
| Universidad de Cantabria                                 | Pública              | 9                   | 12                |
| Universidad de Cantabria                                 | Pública              | 0                   | 0                 |
| Universidad de Castilla-La Mancha                        | Pública              | 0                   | 0                 |
| Universidad de Córdoba                                   | Pública              | 3                   | 0                 |
| Universidad de Extremadura                               | Pública              | 17                  | 0                 |
| Universidad de Extremadura (*3)                          | Pública              | 17                  | 0                 |
| Universidad de Granada                                   | Pública              | 0                   | 0                 |
| Universidad de Jaén                                      | Pública              | 13                  | 0                 |
| Universidad de La Laguna                                 | Pública              | 16                  | 0                 |
| Universidad de Las Palmas de Gran Canaria                | Pública              | 5                   | 0                 |
| Universidad de Oviedo                                    | Pública              | 0                   | 0                 |
| Universidad de Salamanca                                 | Pública              | 5                   | 0                 |
| Universidad de Santiago de Compostela                    | Pública              | 12                  | 0                 |
| Universidad de Sevilla                                   | Pública              | 2                   | 0                 |
| Universidad de Zaragoza                                  | Pública              | 1                   | 0                 |
| Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea | Pública              | 0                   | 0                 |
| Universidad Politécnica de Cartagena                     | Pública              | 21                  | 0                 |
| Universidad Politécnica de Cartagena                     | Pública              | 21                  | 0                 |
| Universidad Politécnica de Catalunya                     | Pública              | 7                   | 0                 |
| Universidad Politécnica de Catalunya                     | Pública              | 7                   | 0                 |
| Universidad Politécnica de Madrid                        | Pública              | 0                   | 0                 |
| Universidad Politécnica de Madrid                        | Pública              | 4                   | 0                 |
| Universidad Politécnica de Madrid                        | Pública              | SD                  | SD                |
| Universitat Politècnica de València                      | Pública              | 0                   | 0                 |
| Titulos activos (verificados o renovados)                | Titulos en extinción | Titulos extinguidos |                   |

Tabla 2. Registros del Grado en Ingeniería Civil en el RUCT del Ministerio de Universidades incluyendo el número de competencias transversales (nº CCTT) incluidas en el título así como ECTS dedicados de forma específica (con \* se muestran los ECTS optativos)

### III. COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN EL PLAN DE ESTUDIOS DE GRADUADO/A EN INGENIERÍA CIVIL POR LA UNIVERSIDAD DE GRANADA (PLAN 2023)

Teniendo en cuenta las demandas del sector empresarial así como lo establecido en el RD 822/2021, en el plan de estudios de Graduado/a en Ingeniería Civil por la Universidad de Granada (Plan 2023) se han definido 16 CCTT (Tabla 3), en las que se incluyen competencias comerciales, de marketing estrategia y gestión empresarial (CT2, CT6, CT7 y CT11); de cultura internacional (CT12); de informática y digitalización (CT4); de innovación, desarrollo y creatividad (CT10); de medio ambiente y riesgo (CT8 y CT14); habilidades personales (CT1, CT3, CT5, CT8 y CT9); y ODS (CT13, CT14, CT15 y CT16).

|      |  |
|------|--|
| CT1  | Poseer la capacidad de análisis y síntesis.  |
| CT2  | Poseer la capacidad de organización y planificación.   |
| CT3  | Comunicar de forma oral y/o escrita.   |
| CT4  | Ser capaz de estar al día en las novedades de ciencia y tecnología.  |
| CT5  | Poseer la capacidad de gestión de la información.  |
| CT6  | Tener capacidad para la resolución de problemas.   |
| CT7  | Ser capaz de trabajar en equipo.   |
| CT8  | Aplicar el razonamiento crítico.   |
| CT9  | Aprender de forma autónomo.  |
| CT10 | Integrar creatividad.  |
| CT11 | Integrar iniciativa y espíritu emprendedor   |
| CT12 | Participar en la internacionalización e interculturalidad.   |
| CT13 | Contribuir al logro de las metas de los ODS incluidas en la categoría Personas (ODS 1, ODS 2, ODS 3, ODS 4 y ODS 5).     |
| CT14 | Contribuir al logro de las metas de los ODS incluidas en la categoría Planeta (ODS 6, ODS 12, ODS 13, ODS 14, ODS 15).   |
| CT15 | Contribuir al logro de las metas de los ODS incluidas en la categoría Prosperidad (ODS 7, ODS 8, ODS 9, ODS 10, ODS 11). |
| CT16 | Contribuir al logro de las metas de los ODS incluidas en las categorías Paz y Alianzas (ODS 16, ODS 17)                  |

Tabla 3. Competencias transversales definidas en el título de Graduado/a en Ingeniería Civil (Plan 2023) por la Universidad de Granada (Fuente: elaboración propia a partir del documento de verificación del título)

En este plan de estudios, en el segundo semestre de segundo curso se imparte una asignatura (Comunicación efectiva y trabajo en equipo) con una dedicación de 3 ECTS específica de CCTT, en la que se estudian todas las competencias, además de ser trabajadas en la mayoría de las materias que conforman el plan de estudios. En la tabla 4 se recopilan las materias en las que se desarrollan cada una de las CCTT en función de su tipología (materias básicas, obligatorias, optativas y obligatorias en las menciones de construcciones civiles, CCCC; hidrología, H; y transportes y servicios urbanos, TSU). En las tres últimas columnas se recoge un recuento del número de materias en las que se trabaja cada competencia, pudiendo observarse que a excepción de la competencia 16, el resto son al menos tratadas en una decena de asignaturas.



En el Grado en ingeniería Civil por la Universidad de Granada se han incluido 16 CCTT y en ODS mediante una asignatura específica obligatoria de 3 ECTS y su incorporación de forma transversal en la mayoría de las asignaturas.

#### **REFERENCIAS**

Instituto de Ingeniería de España. (2018). Informe sobre competencias adicionales requeridas a los ingenieros por las empresas españolas.



# Empowering Scholars with AI: Enhancing Systematic Literature Exploration for Novel Scholars

Ortiz-Viso, Bartolome; Ruiz, M. Dolores; Diaz-Garcia, J. Angel; Paños-Basterra, Juan;  
López-Joya, Salvador; Morales-Garzón, Andrea; Morcillo-Jimenez,  
Roberto; Fernandez-Basso, Carlos; Gutiérrez-Batista, Karel

*CITIC, Computer Science and AI, University of Granada, bortiz@ugr.es, mdruiz@decsai.ugr.es,  
jagarcia@decsai.ugr.es, panosjuan@ugr.es, slopezjoya@ugr.es, amoralessg@ugr.es, robermorji@ugr.es,  
ciferba@decsai.ugr.es, karel@decsai.ugr.es*

## ABSTRACT

Systematic reviews are often students' first introduction to the research world, but they can be quite overwhelming. AI-powered tools have the potential to assist students by extracting insights from research papers and enhancing their research skills. This article evaluates these tools, examining their capacity to improve students' research capabilities.

**Keywords:** Systematic literature reviews, Artificial Intelligence, Teaching

## I. INTRODUCTION

Thesis and master's degree research projects often mark students' initial foray into the realm of research. This is also the case during the early years of doctoral training. All these stages share a common element: the students' need to explore scientific literature, comprehend the state of scientific consensus surrounding various topics, and discover the approaches being employed to address the questions upon which their thesis is based. In summary, this represents an initial encounter with the systematic literature review process.

This stage is indispensable, as it necessitates the education of our students in conducting a valuable, comprehensive, and impartial review, enabling them to identify studies that both support and challenge their working hypotheses (KITCHENHAM et al., 2007). Foundational studies (KITCHENHAM et al., 2007; BRERETONA et al., 2007) focus on three critical stages for a proper systematic literature review: planning, conducting, and reporting. Within this framework, the tools presented in this work aim to assist students in their initial steps during the conducting phase, where they select studies and synthesize data.

However, more recent research (XIAO et al., 2019) further subdivides this phase into eight distinct steps: 1) formulating the research problem; (2) developing and validating the review protocol; (3) searching the literature; (4) screening for inclusion; (5) assessing quality; (6) extracting data; (7) analyzing and synthesizing data; and (8) reporting the findings. This more detailed breakdown enables us to pinpoint the application of our tools within this framework as AI tools can be effectively applied to steps 3), 4), 5), 6), and 7).

Undoubtedly, search tools assist students in step (3); however, in contrast to conventional search engines, AI-based search engines empower users to explore not only through keywords but also using understandable sentences, thanks to semantic search technologies. Furthermore, innovative tools can provide ratings and a plethora of parameters that reveal the impact, popularity, and connections a particular piece of research possesses, thereby expediting the screening phases in steps (4) and (5). Recent advances in natural language processing (CHOWDHARY, 2020) have significantly improved the feasibility of employing AI tools for steps (6) and (7), particularly summarization technologies based on large language models such as GPT-3.5 (like ChatGPT). These techniques can identify patterns, extract key insights, and assist researchers in drawing meaningful conclusions from extensive datasets, thus expediting the research process.

In this work, we concentrate on three categories of tools and analyze how they can enhance and aid novice students and researchers in expediting and improving their literature review processes. We will delineate the selected tools, present a variety of tasks with examples of their capabilities, and draw conclusions for each of them.

## II. TOOLS

A set of tools has been chosen to enable us to streamline the process of conducting a systematic review and the initial creation of a comprehensive and useful bibliography within a specific field. Those tool are selected based on their popularity within the scientific community and their functionalities. They are categorized into three groups: search engines (Semantic search and Consensus), article processing (ChatPDF) and network-based discovery (RabbitML). There are many more apps that could fit every category, but the conclusion on their utility would match the ones chosen.

*ChatPDF* (useful for 4,6,7) is an online web tool that facilitates the uploading of PDF files for processing using GPT-3.5, aiming to perform semantic searches within the text. This architecture is employed to locate specific paragraphs or information within the text, which in this context is employed in generating a concise article summary along with pertinent questions. The outcome is a natural language chat interface, enabling the formulation of inquiries about the article and receiving responses based on it.

*Semantic Scholar* (useful for 3,4,5) is an online web app and search engine that focuses on semantic searching through scientific and scholarly literature. Developed by the Allen Institute for Artificial Intelligence, it receives a query that can be based on keywords or natural language and produces the scientific articles that are closer to this query. This service is quite popular and also provides several tools and API access (unlike other search engines) that have put it as the main resources of other tools described in this article. In addition it also provides features such as identifying influential articles and detecting research trends.

*Consensus APP* (useful for 3,4,5) is another online scientific article search tool in the form of a web app. In its free tier, it offers a natural language search engine to retrieve articles. However, unlike traditional search engines, Consensus distinguishes itself by operating with questions. That is to say, Consensus anticipates receiving a question related to a scientific topic and processes peer-reviewed articles alongside the question in order to identify those articles that are more likely to address the sought-after question. The questions can be binary, addressing the impacts of a concept or relationships between two concepts.

*Research rabbit* (useful for 3,4) is a web-based online platform that facilitates the curation of scientific articles, visualization of collaboration networks connecting these articles, and discovery of new articles based on stored collections. These recommendations are generated through thematic similarity and connections to previously saved articles, both preceding and subsequent (in terms of publication year).

Some of the tools offer a paid tier that enlarges their capabilities, but none of those were used in this work, as it is reasonable to assume students would start in the free tier.

### III. PRACTICAL CASES

A series of illustrative experiments has been undertaken, employing focused questions and objective articles in Table 1. The overarching objective of these experiments is to employ diverse tools for the purpose of sourcing these articles and evaluating whether they substantiate as viable outcomes for a systematic review. These questions were related to the area of Explainable Artificial Intelligence, which is a vast area that has gained popularity recently. All the questions were intentionally framed as open questions to mimic an uninformed first search. This initial step is pivotal in the systematic review process, providing a foundation for subsequent stages of analysis and evaluation.

#### IV. CONCLUSIONS

*ChatPDF* During the systematic review process, researchers often confront a sizable collection of articles from which they must extract those most relevant to their investigation. This tool occupies an intermediary role between the initial selection of potential articles and the initial exclusions. Leveraging its NLP system, it allows a seamless interaction with the article's PDF (hence categorizable as a second-stage screening tool, given PDF quantity limitations), enabling a deeper exploration of the technical aspects and the extraction of key points that can guide subsequent searches or inform the drafting of the systematic review.

*Semantic Scholar* represents the most relevant tool among those examined in this study. This search engine combines an extensive database with the capability of conducting natural language searches, while retaining the option to search by keywords. The results are both comprehensive and refined, and it accommodates extensive customization. Additionally, it incorporates various supplementary parameters beyond those of conventional searches, enabling the identification of influential works, highly cited articles, or those within a specific timeframe. Moreover, Semantic Scholar is not constrained by any monetary limitations.

| Tool             | Task                     | Query  | Results   |
|------------------|--------------------------|--|---|
| Consensus        | Question Answering       | <i>Question:</i> How is XAI useful in healthcare?  | Top 6 papers analyzed ( <i>The Role of Explainability in Assuring Safety of Machine Learning in Healthcare</i> and <i>Explainable artificial intelligence for precision medicine in acute myeloid leukemia</i> among them)<br>“These studies suggest that XAI is useful in healthcare for safety assurance, better understanding of AI medical decisions, and providing reliable, trustworthy, and explainable results.”  |
| ChatPDF          | Summarization            | <i>Paper:</i> A Systematic Review of Explainable Artificial Intelligence in Terms of Different Application Domains and Tasks (38 pages long)<br><br><i>Question:</i> Are there applications to healthcare in the article? Give the three of them | “Yes, there are applications of XAI to healthcare in the article. Here are three examples: 1. According to (Page 3 ), XAI has been used in healthcare to develop models for predicting patient outcomes and identifying disease risk factors. [...] 2. (Page 35) presents an example of XAI in healthcare, where Lamy et al. developed an explainable decision support system for antibiotics [...] 3. (Page 36 ) also presents an example of XAI in healthcare, where Zhang et al. developed an explainable deep learning model for predicting the risk of heart failure in patients with diabetes. [...]” |
| Research Rabbit  | Discovering new articles | <i>Paper:</i> A Systematic Review of Explainable Artificial Intelligence in Terms of Different Application Domains and Tasks   | 793 papers suggested. 4 Authors suggested. 3 foundational studies discovered: <i>Peeking inside the black box, XAI, and Why should I trust you?</i> Author networks drawn.  |
| Semantic Scholar | Searching                | <i>Query:</i> XAI in healthcare  | 976 results for “XAI in healthcare” with highly influential results as: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Designing Theory-Driven User-Centric Explainable AI</i></li> <li>• <i>Explainable artificial intelligence: A survey</i></li> <li>• <i>Opportunities and Challenges in Explainable Artificial Intelligence (XAI): A Survey</i></li> <li>• <i>Explainable AI: A Review of Machine Learning Interpretability Methods</i></li> </ul>  |

Table 1: Analysis of the output around the field of Explainable Artificial intelligence in Healthcare



# Aprendizaje práctico de ciencia y tecnología de los materiales a través del estudio de proyectos reales de construcción

Sol Sánchez, Miguel<sup>(1)</sup>; Martínez-Echevarría, María José<sup>(2)</sup>; López Alonso, Mónica<sup>(3)</sup>; Jiménez del Barco Carrión Ana<sup>(4)</sup>

*(1) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, Universidad de Granada, msol@ugr.es*

*(2) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, Universidad de Granada, mjmartinez@ugr.es*

*(3) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, Universidad de Granada, mlopeza@ugr.es*

*(4) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, Universidad de Granada, ajbc@ugr.es*

## RESUMEN

La presente comunicación presenta la metodología práctica aplicada en la asignatura Ciencia y Tecnología de los Materiales de 1º de Grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada, basada en la realización de actividades en torno a un proyecto de construcción real de una obra de Ingeniería Civil. Esta metodología conduce a la mejora de la motivación de estudiantes y a conseguir un aprendizaje íntegro e innovador de la materia.

**Palabras clave:** Ciencia y Tecnología de Materiales; Prácticas; Proyecto de Construcción

## I. INTRODUCCIÓN

La asignatura Ciencia y Tecnología de los Materiales se imparte en el segundo semestre del grado de Ingeniería Civil y doble grado de Ingeniería Civil y Administración

y Dirección de Empresas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada. Su docencia está asignada por completo al departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, en concreto al área de Ingeniería de la Construcción. La asignatura tiene carácter obligatorio tanto en el grado como en el doble grado, y cuenta con 6 ECTS (Sistema Europeo de Transferencia de Créditos). Considerando una carga global de trabajo de 25 horas por ECTS, esto supone un total de 150 horas de trabajo del estudiante.

Los objetivos que se definen como resultado del aprendizaje de esta asignatura son:

- Obtener los conocimientos teóricos y prácticos en la tecnología de los Materiales de Construcción para su aplicación en la obra civil.
- Conocer las propiedades de carácter fisicoquímico y mecánico relacionadas con los materiales de mayor aplicación actual en la obra civil.
- Manejar la normativa vigente en el campo de los Materiales de Construcción y su aplicación.
- Adquirir una visión básica sobre el estudio en laboratorio de los Materiales de Construcción.

En la distribución del trabajo, como parte de las 150 horas totales, se considera que el estudiante realizará un 40% de actividades presenciales, es decir, en presencia del profesor, y un 60% de trabajo no presencial, ya sea individual o en grupo. La teoría de la asignatura se imparte en clases teóricas siguiendo el método de lección magistral, mientras que los contenidos prácticos se imparten en clases prácticas tanto de aula como de laboratorio. Las prácticas de la asignatura suponen un 30% del trabajo presencial del estudiante, así como un 30% del trabajo no presencial, teniendo de este modo un gran peso sobre el trabajo total durante el curso.

Hasta el curso académico 2020-2021, las prácticas de la asignatura se dividían en dos bloques independientes: prácticas de laboratorio y resolución de problemas. Las prácticas de laboratorio consistían en la realización de ensayos básicos de caracterización de materiales de construcción. La resolución de problemas se realizaba a lo largo del curso una vez impartidos los contenidos teóricos necesarios para resolverlos.

En el curso 2020-2021, en base a los objetivos de la asignatura, se llevó a cabo el replanteamiento de las prácticas para darles un enfoque innovador e integrativo de acuerdo con buenas prácticas planteadas por diferentes autores (Chua et al., 2014; Giralt et al., 2000; Kuppusswamy & Mhakure, 2020; Neal et al., 2011) y con los siguientes objetivos específicos:

- Acercar al estudiantado desde el primer curso del grado en Ingeniería Civil al desempeño de la profesión
- Mostrar de forma directa la aplicación de los contenidos de la asignatura al ejercicio de la profesión

–Crear un hilo conductor de todo el trabajo de prácticas del estudiante que facilite el desarrollo y comprensión de la asignatura

–Fomentar el trabajo en equipo

Con estos objetivos, se planteó la creación de un proyecto práctico a desarrollar por parte de los estudiantes partiendo de un proyecto real de construcción y centrado en la ejecución de una unidad de obra. Así, se introduce al estudiantado a lo que es un proyecto real, y se centran las actividades a realizar en el estudio y selección de los principales materiales de construcción (aceros, áridos, cemento y hormigón). En los siguientes apartados se describe en detalle el proyecto de construcción. En este trabajo se presenta la implantación de las prácticas de Ciencia y Tecnología de los Materiales a partir de un proyecto real de construcción.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Un proyecto de construcción ya sea de arquitectura, ingeniería civil u otra especialidad es un conjunto de documentos que definen de forma precisa la /obra antes de que se lleve a cabo.

El contenido de un proyecto técnico de construcción viene determinado en el Real Decreto 1098/2001 (RD 1098/2001, de 12 de octubre). Es el documento, o conjunto de documentos, que definen el diseño de una obra civil, y sobre el cual se desarrolla el trabajo de los ingenieros y proyectistas de distintas especialidades. En un proyecto de obra civil se definen las especificaciones técnicas, los requerimientos específicos, las normativas a seguir, los plazos de realización, el presupuesto, los materiales y tecnologías a utilizar, la distribución y los usos de los espacios, etc. Un proyecto de construcción consta de los siguientes apartados:

### 1. Memoria y Anejos a la Memoria

En la memoria se describen los procesos constructivos a seguir y consideraciones durante la ejecución de obra. A grandes rasgos se trata de una descripción de los trabajos a realizar, su ordenación en el tiempo, sus características y peculiaridades técnicas, etc. Los anejos técnicos definen de forma más precisa y detallada de la obra e instalaciones que se proyectan. La inclusión de unos anejos u otros será función de la tipología de proyecto que se elija, así como de la Administración responsable del mismo

### 2. Planos

Los planos presentan de forma gráfica todos los detalles necesarios para la correcta ejecución del proyecto presentado

### 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares es el documento que recoge, según lo establecido por ley, los siguientes contenidos:

- Disposiciones generales
- Descripción de las obras
- Condiciones que deben reunir los materiales
- Condiciones de ejecución de las obras
- Medición y abono de las unidades de obra
- Disposiciones complementarias

#### 4. Presupuesto

El documento presupuesto consta de los siguientes apartados:

- Mediciones
  - o Mediciones auxiliares
  - o Mediciones generales (normalmente por capítulos)
- Cuadro/cuadros de precios
- Presupuesto (también por capítulos)
- Resumen de Presupuesto
  - o Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
  - o Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)

En la asignatura de Ciencia y Tecnología de los Materiales se ha planteado introducir un proyecto de construcción real para la ejecución de las prácticas de forma que el estudiante se familiarice con este documento que encontrará posteriormente en otras asignaturas de la titulación. De esta forma el aprendizaje de los conceptos estudiados se asemeja a la situación real a la que tendrán que enfrentarse profesionalmente. En el caso de la experiencia que se presenta en este trabajo, se les facilitó a los estudiantes los datos de un proyecto constructivo que se centra en la ejecución de un Viaducto de hormigón apoyado sobre pilas sobre el embalse de García Sola entre las localidades de Castilblanco y Herrera del Duque, en la provincia de Badajoz. Sobre este mismo proyecto se trabaja en otras asignaturas de cursos posteriores (Procedimientos de Construcción) para el desarrollo y adquisición de otras competencias de la titulación, de forma que queda integrado el estudio y conocimiento global de un proyecto real de construcción.

### III. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Con el fin de familiarizar a los estudiantes con el análisis y caracterización de los materiales desde un punto de vista práctico, vinculado a su utilización en proyectos de construcción, se elaboró un cuaderno de prácticas que además de recoger la descripción de los aspectos claves del proyecto a estudiar, se proponen una serie de actividades y tareas a resolver por parte de los estudiantes.

En concreto, las actividades prácticas se centran en seleccionar y estudiar los principales materiales empleados en la ejecución de una unidad de obra. Como ejemplo, en los últimos años se ha seleccionado la unidad de pilotes de un viaducto, debido a

su relación con el contenido teórico de la asignatura en lo relativo a los materiales más comúnmente empleados en obras civiles, como son acero, áridos, cemento y hormigón.

En particular, los estudiantes desempeñan la función del Jefe de Obra para seleccionar y estudiar los materiales a utilizar en la ejecución de la cimentación, de acuerdo a las prescripciones técnicas recogidas en el proyecto constructivo y a los requerimientos normativos, analizando su idoneidad en base a sus propiedades mecánicas.

Esta parte práctica de la asignatura engloba 4 ejercicios prácticos centrados en:

- Estudio de las barras corrugadas de acero para su uso en la armadura de los pilotes: identificación y nomenclatura de barras corrugadas, y análisis de las características mecánicas de dichas barras;
- Selección del tipo de cemento más apropiado: estudio de composición de cementos, nomenclatura, y análisis de propiedades físico-mecánicas vinculantes en proyectos de construcción;
- Estudio de las características de los áridos: análisis de características físicas y mecánicas, y selección de aquellos que cumplan la normativa específica;
- Diseño de la dosificación del hormigón: encaje granulométrico, relación agua/cemento, contenido de cemento, y dosificación de un metro cúbico.

Para su realización, los estudiantes formarán grupos, con lo que además de fortalecer el aprendizaje práctico del contenido de la asignatura a través de su aplicación en un proyecto real, estas actividades prácticas buscan potenciar otras habilidades transversales como capacidad de trabajo en equipo, liderazgo y capacidad de análisis crítico, entre otros.

#### IV. CORRELACIÓN CON EL RESTO DE LAS ACTIVIDADES DE LA ASIGNATURA

Para completar el estudio de los materiales de una forma práctica, afianzando los contenidos teóricos, las actividades citadas anteriormente para el estudio del proyecto de construcción, se integran dentro de un cuadernillo de prácticas más amplio, en el que se correlacionan las diferentes tareas a resolver por los estudiantes, buscando un aprendizaje íntegro sobre la caracterización y análisis de las propiedades de los materiales de construcción.

Así, las actividades relativas al estudio del proyecto de construcción se correlacionan con la resolución de ejercicios teórico-prácticos y con la realización de prácticas de laboratorio. En concreto, la Tabla 1 recoge la correlación entre actividades de distinta tipología.

| Actividades Proyecto Construcción | Ejercicios teórico-prácticos                               | Prácticas de laboratorio                  |
|-----------------------------------|--|---|
| Estudio de barras corrugadas      | Ejercicios de propiedades físico-mecánicas                 | Identificación y rotura de barras         |
| Estudio y selección de cemento    | Ejercicio de identificación y aplicabilidad de cementos    | Ensayos de propiedades básicas            |
| Estudio y selección de áridos     | Análisis granulométrico y encaje de curvas granulométricas | Ensayos de caracterización                |
| Dosificación de hormigón          | Ejercicio de dosificación                                  | Fabricación y caracterización de hormigón |

Tabla 1. Correlación entre actividades del proyecto de construcción y otras actividades prácticas de la asignatura

## V. CONCLUSIONES

La elaboración de un cuaderno de prácticas relacionado con una unidad de obra de un proyecto de construcción real, que además de recoger la descripción de los aspectos claves del proyecto a estudiar, propone una serie de actividades y tareas a resolver por parte de los estudiantes, ha permitido un aprendizaje íntegro sobre la caracterización y análisis de las propiedades de los materiales de construcción más innovador e integrativo. La participación del estudiantado en las clases prácticas ha sido percibida por el profesorado más activa que en años anteriores y la interacción por grupos ha permitido potenciar la adquisición de una serie de competencias transversales como son, por ejemplo, el trabajo en equipo y el liderazgo que, en años anteriores, se trabajaban en menor medida en esta asignatura.

## VI. REFERENCIAS

- Chua, K., Yang, W., & Leo, H. (2014). Enhanced and conventional project-based learning in an engineering design module. *International Journal of Technology and Design Education*, 24, 437-458. <https://doi.org/10.1007/S10798-013-9255-7>.
- Giralt, F., Herrero, J., Grau, F., Alabart, J., & Medir, M. (2000). Two Way Integration of Engineering Education through a Design Project. *Journal of Engineering Education*, 89. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2000.tb00516.x>.
- Kuppuswamy, R., & Mhakure, D. (2020). Project-based learning in an engineering-design course –developing mechanical– engineering graduates for the world of work. *Procedia CIRP*, 91, 565-570. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.215>.
- RD 1098/2001. Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. BOE de 26 de octubre de 2001, núm. 257.
- Neal, P., Ho, M., Fimbres-Weihs, G., Hussain, F., & Cinar, Y. (2011). Project-Based Learning for First-Year Engineering Students: Design of CO2 Sequestration. *Australasian Journal of Engineering Education*, 17, 101-118. <https://doi.org/10.1080/2054952.2011.11464059>.

# Aula invertida con apoyo de laboratorio en electrónica básica: opiniones tras la implementación en la Universidad de Almería

Portillo, Francisco <sup>(1)</sup>; Garcia, Rosa M. <sup>(1)</sup>; Novas, Nuria <sup>(1)</sup>; Fernández-Ros, Manuel <sup>(1)</sup>; Segura, Francisco <sup>(1)</sup>; Gázquez, José A. <sup>(1)</sup>

(1) *Departamento de Ingeniería, Universidad de Almería*, [portillo@ual.es](mailto:portillo@ual.es); [rgarciasalvador@ual.es](mailto:rgarciasalvador@ual.es); [nnovas@ual.es](mailto:nnovas@ual.es), [mfernandez@ual.es](mailto:mfernandez@ual.es); [pacosegurapardo@gmail.com](mailto:pacosegurapardo@gmail.com); [jgazquez@ual.es](mailto:jgazquez@ual.es);

## RESUMEN

La implementación del modelo de aula invertida en la asignatura de Electrónica Básica de la Universidad de Almería ha demostrado ser efectiva combinando aprendizaje presencial y laboratorio digital. Tras la realización de una encuesta, la mayoría del alumnado expresó satisfacción, aunque destacaron la necesidad de instrucciones más claras y que el laboratorio digital complementa sin remplazar la enseñanza tradicional.

**Palabras clave:** Aula invertida, laboratorio digital, electrónica básica, ingeniería.

## I. INTRODUCCIÓN

La era moderna demanda adaptabilidad y aprendizaje constante de los profesionales. La ingeniería electrónica es especialmente dinámica debido al rápido progreso tecnológico. Estos cambios representan grandes desafíos educativos, ya que los educadores deben actualizar constantemente sus métodos para satisfacer las demandas actuales. El amplio currículo y el tiempo limitado en el aula puede suponer una enorme dificultad (WALDROP, 2015), por lo que es esencial conectar el conocimiento teórico con las aplicaciones prácticas, maximizando la comprensión conceptual de la teoría antes de participar en las sesiones prácticas de laboratorio (BERNHARD et al, 2017). En los labo-

ratorios, el alumnado se enfrenta a diversas variables no controladas (COLEMAN et al, 2022) y sobrecarga cognitiva (LEPPINK et al, 2013), por lo que es esencial establecer metodologías de enseñanza innovadoras que promuevan el aprendizaje experimental.

## II. METODOLOGÍA

Este trabajo estudia la metodología aplicada a las prácticas en la asignatura obligatoria de Electrónica Básica que se imparte en segundo curso en las especialidades (Electrónicas, Eléctricas, Mecánica y Químicas) de Ingeniería Industrial de la Universidad de Almería. La metodología de las sesiones de teoría sigue un formato tradicional, pero la metodología de las sesiones prácticas ha experimentado una transformación significativa en los últimos años. Tras la pandemia, las prácticas de la asignatura volvieron a un formato presencial (curso 2021-22) y se decidió implantar un modelo de aula invertida con apoyo de laboratorio digital y de los recursos en línea que fueron creados durante la pandemia. Este método de enseñanza redefine la configuración convencional del aula, posicionando a los estudiantes en el centro del proceso de aprendizaje. En este modelo, los estudiantes participan activamente, fomentando una mayor motivación, independencia e interacciones colaborativas. Mientras tanto, los educadores se convierten en facilitadores, transformando el aula en un entorno educativo inmersivo e interactivo (HWANG et al, 2021). Este modelo refuerza las esferas cognitivas, sociales y motivacionales del aprendizaje (SÁNCHEZ-CRUZADO et al, 2020).

Para implantar el modelo de aula invertida, a los estudiantes se les proporcionaron diferentes recursos preparatorios en el curso 2021-22 con el objetivo de liberar carga cognitiva durante las sesiones presenciales (ABEYSEKERA et al, 2015) y tener un impacto positivo en la experiencia de aprendizaje del estudiante en el laboratorio físico. Estos recursos fueron: módulos de aprendizaje, pruebas de autoevaluación, simulación de un circuito personalizado en el laboratorio digital y videos instructivos. En el curso 2022-23, tras un curso en funcionamiento, estos recursos se ampliaron y mejoraron.

Para recopilar las opiniones de los estudiantes sobre su experiencia con el modelo de aula invertida se llevó a cabo una encuesta anónima al finalizar el curso 2022-23. En esta encuesta, de 164 estudiantes registrados, 56 participaron. Después de tener en cuenta a 33 estudiantes que no participaron en las sesiones prácticas durante el semestre, esto resultó en una tasa de finalización del 43%. La encuesta, compuesta por nueve preguntas (P1 a P9), se diseñó para recopilar datos sobre variaciones en la carga de trabajo, preparación, confianza y satisfacción general y su efecto en el aprendizaje. Fue creada utilizando la plataforma educativa de la UAL y se difundió a través de un anuncio en la misma plataforma. Este formato de encuesta y método de distribución fueron elegidos por factores como amplia accesibilidad, facilidad de participación y eficiencia en el tiempo, especialmente para grupos grandes. El porcentaje de participación se intentará mejorar en los próximos cursos potenciando la participación de los estudiantes.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran las preguntas realizadas en la encuesta y el porcentaje obtenido de cada respuesta en la Fig. 1.

| Núm. | Pregunta  | Respuestas   | %    |
|------|---|--|------|
| P1   | Selecciona el aspecto que te pareció más útil del modelo de aula invertida                                  | Acceso anticipado a materiales de estudio.             | 29,6 |
|      |   | Diseusión con el compañero durante las sesiones.       | 16,7 |
|      |   | Mayor interacción con el profesor.                     | 11,1 |
|      |   | Posibilidad de revisar el contenido a tu propio ritmo. | 31,5 |
|      |   | No me ha parecido que tenga ningún aspecto útil.       | 7,4  |
|      |   | NS /NC.  | 3,7  |
| P2   | ¿qué aspectos consideras que podría mejorarse?  | Claridad en las instrucciones y expectativas.          | 35,2 |
|      |   | Disponibilidad de recursos adicionales.                | 14,8 |
|      |   | Mayor apoyo y retroalimentación del profesor.          | 25,9 |
|      |   | Organización de las sesiones.                          | 5,6  |
|      |   | Ningún aspecto en especial.                            | 16,7 |
|      |   | NS / NC.   | 1,9  |
| P3   | Las prácticas se realizaron por parejas. ¿Cuál fue tu nivel de participación en las actividades propuestas? | Participé activamente en todas.                        | 81,5 |
|      |   | Participé en la mayoría.                               | 11,1 |
|      |   | Participé en algunas.                                  | 3,7  |
|      |   | No participé.  | 0,0  |
|      |   | NS / NC.   | 3,7  |
| P4   | ¿Cuál fue tu percepción sobre la interacción con tus compañeros?  | Hubo una interacción significativa y colaborativa.     | 66,7 |
|      |   | Hubo interacción, pero podría haber sido más efectiva. | 22,2 |
|      |   | Hubo poca o ninguna interacción.                       | 5,6  |
|      |   | NS /NC.  | 5,6  |
| P5   | ¿Consideras que las actividades contribuyeron a tu aprendizaje de manera efectiva?                          | Sí, contribuyeron de manera efectiva.                  | 46,3 |
|      |   | Sí, contribuyeron en cierta medida.                    | 33,3 |
|      |   | No, considero que no contribuyeron al aprendizaje.     | 9,3  |
|      |   | No estoy seguro.                                       | 7,4  |
|      |   | NS / NC.   | 3,7  |
| P6   | ¿Consideras que el modelo fomentó tu autonomía y autorregulación en el aprendizaje?                         | Sí, la promovió.                                       | 42,6 |
|      |   | En cierta medida, la promovió.                         | 38,9 |
|      |   | No considero que la promoviese.                        | 13,0 |
|      |   | NS / NC.   | 5,6  |
| P7   | ¿Cómo calificarías el nivel de dificultad de las actividades propuestas?                                    | Muy fácil.   | 0,0  |
|      |   | Fácil.   | 13,0 |
|      |   | Moderado.  | 50,0 |
|      |   | Difícil.   | 27,8 |
|      |   | Muy difícil  | 7,4  |
|      |   | NS / NC.   | 1,9  |
| P8   | ¿Consideras que el tiempo asignado a las sesiones fue adecuado?   | Sí, fue suficiente.                                    | 55,6 |
|      |   | Hubiera necesitado un poco más de tiempo.              | 35,2 |
|      |   | No, fue insuficiente.                                  | 5,6  |
|      |   | NS / NC.   | 3,7  |
| P9   | En general, ¿Cómo de satisfecho estás con las prácticas?  | Muy satisfecho.  | 20,3 |
|      |   | Satisfecho.  | 51,9 |
|      |   | Neutral  | 16,7 |
|      |   | Insatisfecho.  | 5,6  |
|      |   | Muy insatisfecho.                                      | 3,7  |
|      |   | NS / NC.   | 1,9  |

Figura 1. Tabla de preguntas realizadas y % de cada respuesta

La pregunta P5 exploró las opiniones de los estudiantes sobre la eficacia de las actividades para fomentar el aprendizaje. Casi la mitad de los estudiantes (46,3%) estuvieron de acuerdo en que las actividades contribuyeron significativamente a su aprendizaje, lo que sugiere que muchos estudiantes encontraron que las actividades fueron efectivas para comprender y retener el material del curso. Sin embargo, un 33,3% creía que las actividades contribuyeron solo en cierta medida a su aprendizaje y un 9,3% respondió que las actividades no contribuyeron al aprendizaje. Podría haber razones distintas para esto, como preferencias personales de aprendizaje, la naturaleza de las actividades o la forma en que se integraron las actividades con el resto del curso. También que prefieran métodos de enseñanza más tradicionales.

Para comprender el nivel de dificultad percibido de las actividades del aula invertida, se planteó la pregunta P7. El 13,0% de los estudiantes respondieron que las actividades eran fáciles, y el 50,0% calificó el nivel de dificultad como moderado. Este es un hallazgo significativo, que indica que las actividades se equilibraron entre ser demasiado fáciles y difíciles para muchos estudiantes. Este equilibrio es esencial para mantener el compromiso de los estudiantes y promover un aprendizaje efectivo. Más de una cuarta parte de los estudiantes (27,8%) encontraron las actividades difíciles. Esto podría deberse a varios factores, incluida la complejidad del temario, el diseño de las actividades o los conocimientos y habilidades previas del estudiante. Esto sugiere que algunos estudiantes necesitarían más apoyo para ayudarlos a manejar los desafíos del aula invertida.

En cuanto a la duración de las sesiones, en la P8 más de la mitad de los estudiantes (55,6%) respondieron que el tiempo asignado para las sesiones presenciales fue suficiente. Esta percepción mayoritaria indica que, para la mayoría de los estudiantes, las duraciones de las sesiones les permitieron completar y beneficiarse adecuadamente de las actividades. Esto es un indicio positivo, ya que muestra que la planificación de las sesiones se alinea bien con las necesidades de los estudiantes.

La P2 solicitó la opinión de los estudiantes sobre áreas potenciales de mejora y el hallazgo más notable es que una parte significativa de los estudiantes (35,2%) resaltó la claridad en las instrucciones y expectativas como la mejora más necesaria en un entorno de aula invertida. Esto sugiere una brecha de comunicación e indica que los instructores deben ofrecer instrucciones más detalladas y expectativas transparentes, lo que permitiría a los estudiantes aprovechar mejor este modelo de aprendizaje. El siguiente hallazgo significativo es que aproximadamente una cuarta parte de los estudiantes (25,9%) solicitó un mayor apoyo y retroalimentación por parte del profesor. A pesar de que el modelo de aula invertida está diseñado para mejorar la interacción entre estudiantes y profesores, estos resultados sugieren que podría haber margen para aumentar la cantidad de apoyo y retroalimentación personalizada brindada a cada estudiante. Los profesores podrían considerar ofrecer horas de tutoría adicionales, realizar controles frecuentes o emplear otras estrategias para mejorar el apoyo. Curiosamente, una parte considerable de los estudiantes (16,7%) consideró que ningún aspecto del modelo de aula invertida

requería mejora, lo que indica una satisfacción general con el método tal como está en la actualidad.

En las actividades fuera del aula, el desarrollo de la autonomía y autorregulación es una piedra angular para la educación, y la P6 investigó cómo el modelo de aula invertida impactó en estas habilidades críticas. Alrededor del 42,6% de los estudiantes afirmaron que el aula invertida promovió su autonomía y autorregulación y un 38,9% pensaron que el modelo de aula invertida promovió su autonomía y autorregulación en cierta medida. Esto indica que muchos estudiantes percibieron que el modelo de aula invertida mejoró su capacidad para gestionar e impulsar su aprendizaje de manera independiente. Esta respuesta confirma uno de los objetivos principales del aula invertida, que es trasladar la responsabilidad del aprendizaje del instructor al estudiante, alentando la exploración autoguiada del material.

Una cuestión importante en los nuevos enfoques pedagógicos es la manera de abordar la diversidad. La P1 mostró que la mayoría de los estudiantes encontraron muy positivo revisar el contenido a su propio ritmo (31,5%) y el acceso rápido a los materiales de estudio (29,6%). Estos dos aspectos señalan una ventaja clave del modelo de aula invertida: el aprendizaje a su propio ritmo. Con recursos disponibles en línea, los estudiantes pueden revisar el contenido tantas veces como sea necesario y hacerlo cuando les resulte más conveniente. Esta flexibilidad puede hacer que el aprendizaje sea más cómodo y efectivo, especialmente para aquellos que necesitan más tiempo para asimilar nuevos conceptos.

Los laboratorios promueven el trabajo colaborativo, fomentando las habilidades de trabajo en equipo y el aprendizaje cooperativo que los ingenieros suelen ejercer en entornos profesionales. La interacción entre pares es un punto fuerte del aula invertida y la P4 se centró en evaluar cómo la percibían los estudiantes. La mayoría de los estudiantes (66,7%) tuvieron una interacción significativa y colaborativa con sus compañeros. Esto sugiere que el modelo de aula invertida fomenta con éxito un ambiente colaborativo. El formato facilita un diálogo significativo y la cooperación entre los estudiantes, que incluye discusiones grupales, ejercicios de resolución de problemas y sesiones de retroalimentación entre pares.

El último curso académico presentó una gran participación en actividades voluntarias por parte de muchos grupos, lo que representa una alta motivación por parte de los estudiantes. En la P3, la mayoría de los estudiantes (81,5%) afirmaron que participaron activamente en todas las actividades. Esta respuesta implica un nivel elevado de compromiso e implicación durante el tiempo de clase presencial en el modelo de aula invertida. Los elementos interactivos del aula invertida, como las discusiones grupales, las actividades de resolución de problemas y los proyectos prácticos, promueven eficazmente la participación de los estudiantes. Estos resultados indican un nivel muy alto de participación de los estudiantes en las actividades durante las sesiones de aula invertida, lo que es un objetivo vital de este modelo de enseñanza.

Para finalizar, la P9 preguntó si el modelo de aula invertida cumplió con sus expectativas generales y contribuyó a su experiencia de aprendizaje. Un quinto de los estudiantes (20,4%) informó estar muy satisfecho, y más de la mitad (51,9%) satisfechos. Esto significa que estos estudiantes encuentran el contenido muy relevante, interesante y beneficioso para su aprendizaje. Alrededor del 16,7% de los estudiantes se mostró neutral respecto al contenido. Estos estudiantes necesitan encontrar el contenido más satisfactorio y atractivo. Una pequeña proporción de estudiantes (5,6%) expresó insatisfacción y un grupo aún más pequeño (3,7%) se mostró muy insatisfecho con el contenido. Estos estudiantes pueden encontrar el contenido poco interesante, irrelevante o desalineado con sus necesidades de aprendizaje. Esta retroalimentación sugiere que podría haber margen para mejorar el contenido para involucrar y atender a todos estos estudiantes.

#### IV. CONCLUSIONES

El escenario académico actual ha experimentado notables transformaciones al adaptarse a las demandas del mercado laboral y los desafíos emergentes de la sociedad digital. Dentro de este contexto, en las prácticas de la asignatura de Electrónica Básica de la Universidad de Almería se ha realizado una transición hacia el uso del modelo de aula invertida y herramientas tecnológicas digitales como el uso del laboratorio digital. Esta adaptación, centrada en actividades prácticas, ha potenciado en los estudiantes una comprensión más detallada y ha fomentado su creatividad en el ámbito electrónico. Si bien es cierto que el laboratorio digital se ha establecido como una herramienta valiosa para el desarrollo de competencias profesionales, es fundamental reconocer que no sustituye completamente a los laboratorios tradicionales. En realidad, su máximo potencial se manifiesta al funcionar como complemento a la enseñanza convencional. Dados los buenos resultados se estudia en la actualidad extender el modelo de aula invertida también a las sesiones de teoría.

Es relevante destacar el alto grado de satisfacción expresado por los estudiantes tras la implementación del modelo de aula invertida complementado con el laboratorio digital. Esta realidad pone de manifiesto la importancia de un enfoque pedagógico equilibrado, que aproveche lo mejor de los mundos digital y tradicional. Es innegable que tal equilibrio es crucial, especialmente en disciplinas de ingeniería, donde la formación práctica y teórica se entrelazan estrechamente.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEYSEKERA, L.; DAWSON, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research, *Higher Education Research & Development*, 34(1): 1-14.
- BERNHARD, J.; CARSTENSEN, A.K. (2017). “Real” experiments or computers in labs - Opposites or synergies? Experiences from a course in electric circuit theory. *En: 45th*

- SEFI Annual Conference 2017-Education Excellence for Sustainability, SEFI 2017*, Azores, Portugal.
- COLEMAN, P.; HOSEIN, A. (2022). Using voluntary laboratory simulations as preparatory tasks to improve conceptual knowledge and engagement. *European Journal of Engineering Education*, 48(5): 899-912.
- HWANG, G.; CHANG, S.; SONG, Y.; HSIEH, M. (2021). Powering up flipped learning: An online learning environment with a concept map-guided problem-posing strategy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(2), 429-445.
- LEPPINK, J.; PAAS, F.; VAN DER VLEUTEN, C.P.M.; VAN GOG, T.; VAN MERRIËNBOER, J.J.G. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45(4): 1058-1072.
- SÁNCHEZ-CRUZADO, C.; SÁNCHEZ-COMPAÑA, M.T. (2020). El modelo flipped classroom, una forma de promover la autorregulación y la metacognición en el desarrollo de la educación estadística. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*. 34(2).
- WALDROP, M.M. (2015). Why we are teaching science wrong, and how to make it right. *Nature*, 523(7560): 272-274.



# ¿Turno de mañana o de tarde? Una evaluación empírica

Alessio Gaggero, María del Pilar Fernández Sánchez, Sandra González-Gallardo

*(1) Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa,  
Universidad de Granada, e-mail: alessiogaggero@ugr.es*

*(2) Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa,  
Universidad de Granada, e-mail: pilarfs@ugr.es*

*(3) Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas),  
Universidad de Málaga, e-mail: sandragg@uma.es*

## RESUMEN

En este estudio se investiga la diferencia en el rendimiento académico entre los estudiantes que asistían a clases por la mañana con los que asistían por la tarde, durante la convocatoria ordinaria de enero. Se encontró que los estudiantes de la tarde tenían un rendimiento significativamente peor, con una disminución promedio de 0.5 puntos en sus calificaciones. Además, este efecto fue más pronunciado en las mujeres que en los hombres.

**Palabras clave:** rendimiento académico; clases mañana y de tarde;

## I. INTRODUCCIÓN

Aprovechando el marco institucional de la Universidad de Granada, nuestra investigación se adentra en la disparidad de rendimiento académico entre estudiantes inscritos en los turnos de mañana y tarde. Para ello, utilizamos datos de estudiantes de tercer año del Grado en Marketing e Investigación de Mercados, específicamente en la asignatura de Econometría. En nuestro contexto, los estudiantes tienen la opción de asistir a clases por la mañana (Grupo A) o por la tarde (Grupo B), y todos deben realizar el mismo examen en enero (convocatoria ordinaria).

Encontramos que los estudiantes de la tarde tienen un rendimiento significativamente peor. En concreto, los coeficientes estimados sugieren que asistir a clase por la tarde en lugar de por la mañana, en media, provoca un empeoramiento de la nota de 0.8 puntos. Encontramos que estos efectos son más fuertes para las mujeres que para los hombres.

Si bien es cierto que existen diversos factores que pueden influir en esta relación, tales como las diferencias en las calificaciones promedio entre los grupos de mañana y tarde, así como la asignación de distintos docentes a estos turnos, uno de los posibles candidatos es el ritmo circadiano (Gaggero & Tommasi, 2023; Pope, 2016), nuestro reloj biológico interno, que regula los ciclos de sueño y vigilia, influye en una amplia variedad de aspectos de nuestra vida, incluyendo cómo varía nuestra función cognitiva y aprendizaje a lo largo del día (Cardinali, 2008). Su papel en el rendimiento académico es un tema de interés clave en esta investigación.

## II. MARCO INSTITUCIONAL

La econometría es una asignatura fundamental en el campo de la economía que combina elementos de estadística, matemáticas y economía para analizar y modelar datos económicos. Esta disciplina implica el uso de técnicas cuantitativas avanzadas para comprender y evaluar relaciones económicas, como la causalidad entre variables, el impacto de políticas económicas y la predicción de tendencias futuras. Para tener éxito en la econometría, se requieren habilidades analíticas sólidas, capacidad para trabajar con datos empíricos, destreza en el manejo de software estadístico y una comprensión profunda de los conceptos económicos subyacentes. Además, implica la capacidad de formular y probar hipótesis, interpretar resultados y comunicar de manera efectiva las conclusiones, lo que la convierte en una asignatura esencial para estudiantes de economía y campos relacionados.

En la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Granada (UGR), la asignación de turnos a los estudiantes es un proceso que se realiza con el objetivo de optimizar los recursos disponibles. Los estudiantes de tercer año del Grado en Marketing e Investigación de Mercados pueden elegir entre clases de Econometría por la mañana (Grupo A) o por la tarde (Grupo B). Sin embargo, todos los estudiantes, independientemente del turno elegido, deben enfrentarse al mismo examen en enero, en la convocatoria ordinaria.

Idealmente, para abordar esta pregunta se llevaría a cabo un experimento aleatorio en el que se asignarían aleatoriamente a los estudiantes a los turnos de mañana y tarde. En este estudio no hemos podido llevar a cabo un experimento aleatorio debido a la capacidad de elección de turno por parte de los estudiantes, pero si queremos señalar que, aunque generalmente, aquellos con calificaciones más altas tienden a optar por el turno de la mañana, no ocurre esto en esta situación por el tema de prácticas lo cual suele provocar que elijan la tarde los que tienen a priori mejores calificaciones. Además, es importante destacar que el mismo profesor impartió clases tanto en el grupo de la mañana como en el de la tarde. Esta similitud en la instrucción proporcionada por el mismo docente ayuda a mitigar ciertas fuentes de variabilidad y sesgos potenciales, ya

que los estudiantes fueron expuestos a la misma metodología de enseñanza y al mismo contenido curricular. Esto significa que, aunque no contamos con una asignación aleatoria de turnos, algunas de las diferencias observadas entre los dos grupos pueden ser atribuidas a las condiciones académicas más que a otras variables externas.

### III. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Para evaluar la relación entre el rendimiento académico y el turno de clase, empleamos un análisis de regresión lineal múltiple. A diferencia de un simple análisis de comparación de medias, esta técnica estadística nos permite explorar en profundidad cómo múltiples variables independientes interactúan y simultáneamente influyen en la variable dependiente. Esto ofrece una ventaja sustancial al proporcionar un análisis más completo y preciso de cómo diversos factores contribuyen a la variabilidad en la variable de interés. En consecuencia, se facilita una comprensión más profunda de las relaciones subyacentes en los datos, lo que, a su vez, nos permite realizar predicciones más precisas. En nuestro modelo también hemos incorporado la variable para considerar el efecto de género en las calificaciones obtenidas. Esta inclusión nos permite examinar cómo las diferencias de género pueden influir en el rendimiento académico en conjunto con otras variables independientes, como el turno de clase. Específicamente, el modelo utilizado es:

$$Y_i = \alpha + \beta Tarde_i + \gamma Mujer_i + \varepsilon_i$$

Donde  $Y_i$  representa la calificación obtenida por el estudiante  $i$  en la convocatoria ordinaria, la variable  $Tarde_i$  es una variable dicotómica que toma el valor de uno si el estudiante asiste a clase por la tarde;  $Mujer_i$  es una variable dicotómica que toma el valor de uno si el estudiante es mujer.  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son los coeficientes que estimamos en el modelo:  $\alpha$  es el intercepta del modelo,  $\beta$  y  $\gamma$  son las pendientes que indican el efecto de asistir a clases por la tarde y de ser mujer, respectivamente, sobre la calificación obtenida. Finalmente,  $\varepsilon_i$  denota el termino de error aleatorio. El análisis utiliza errores estándar robustos para tener en cuenta la posible falta de homocedasticidad.

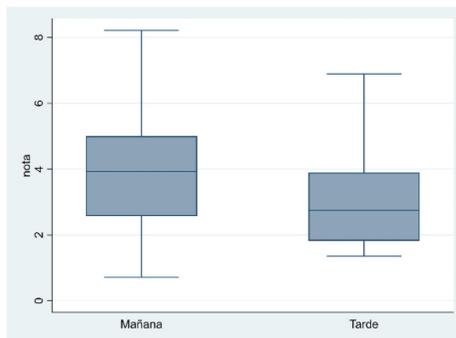


Figura 1: Comparación de calificaciones entre los turnos de mañana y tarde

En la ilustración que incluimos (Fig.1) se representa la disparidad en las calificaciones entre los estudiantes que asisten por la mañana y aquellos que asisten por la tarde. En Tabla 1 se presenta la misma diferencia, pero a través de un modelo de regresión lineal explicado. En la columna (1), se presentan los resultados para el conjunto completo de datos. En las columnas (2) y (3), se analizan por separado las muestras de mujeres y hombres, respectivamente. Los resultados de nuestro estudio indican que los estudiantes que asisten a clases por la tarde tienen un rendimiento significativamente peor en el examen en comparación con sus contrapartes que asisten por la mañana. Concretamente, nuestros coeficientes estimados sugieren que la elección de asistir a clase por la tarde, en promedio, reduce la calificación en 0.8 puntos. Además, observamos que estos efectos son más pronunciados en el caso de las estudiantes mujeres en comparación con los estudiantes hombres.

Tabla 1: Resultados de regresión para calificaciones, turno mañana vs. tarde

| Tabla 1: Resultados de Regresión para Calificaciones, Turno Mañana vs. Tarde |                     |                      |                     |
|--|---------------------|----------------------|---------------------|
|  | (1)                 | (2)                  | (3)                 |
|  | Todos               | Mujeres              | Hombres             |
| Tarde [0,1]  | -0.800**<br>(0.379) | -1.777***<br>(0.436) | -0.234<br>(0.523)   |
| Mujer [0,1]  | 0.382<br>(0.362)    |                      |                     |
| Intercepta   | 3.635***<br>(0.316) | 4.082***<br>(0.354)  | 3.774***<br>(0.380) |
| Observaciones  | 66                  | 24                   | 42                  |

Notas: La tabla muestra las estimaciones del modelo de regresión lineal. Variable dependiente: Nota obtenida en la convocatoria ordinaria. Variable independiente clave es ‘Tarde’ (0,1), una variable dicotómica que indica si el estudiante asistió a clases por la tarde. En la columna (1), se presentan los resultados para el conjunto completo de datos. En las columnas (2) y (3), se analizan por separado las muestras de mujeres y hombres, respectivamente. Los errores estándar robustos se encuentran entre paréntesis. \* indica un  $p$ -valor menor a 0.1, \*\* indica un  $p$ -valor menor a 0.05, y \*\*\* indica un  $p$ -valor menor a 0.01.

#### IV. DISCUSIÓN

Si bien es cierto que existen diversos factores que pueden influir en la relación entre el rendimiento académico y los horarios de clase como son las diferencias en las calificaciones promedio entre los grupos de mañana y tarde, la asignación de distintos docentes a estos turnos, también uno de los posibles candidatos es el ritmo circadiano. Como mencionábamos, el ritmo circadiano es nuestro reloj biológico interno que

influye significativamente en muchos aspectos de nuestra vida como puede ser la función cognitiva y aprendizaje a lo largo del día. Por tanto, su papel en el rendimiento académico es un tema de interés fundamental en esta investigación. Lamentablemente, los datos disponibles en este estudio no permiten investigar directamente este posible candidato de manera concluyente. Sin embargo, para lograr un análisis más completo del efecto del ritmo circadiano en el rendimiento académico, futuras investigaciones podrían centrarse en abordar esta variable de manera más directa. Sería relevante llevar a cabo estudios que monitoricen de manera específica y continua los ritmos circadianos de los estudiantes en relación con su desempeño académico, teniendo en cuenta, por ejemplo, el momento del día en el que se realizan las evaluaciones (Gaggero & Tommasi, 2023). Estos enfoques más detallados y focalizados podrían arrojar una mayor claridad sobre la influencia precisa del ritmo circadiano en las calificaciones, lo que, a su vez, permitiría diferenciar su impacto de otros factores potenciales y proporcionar una comprensión más precisa y sólida de esta relación.

Los resultados de este estudio pueden tener repercusiones políticas y organizativas considerables en lo que respecta a la estructura de los cursos académicos. Por ejemplo, si se confirma que, además de las preferencias de los estudiantes por las mañanas, el ritmo circadiano ejerce un efecto significativo, esto podría amplificar la disparidad entre los grupos de turno de mañana y tarde, especialmente teniendo en cuenta que los estudiantes con calificaciones más altas suelen optar por los grupos matutinos. Este hallazgo destaca la necesidad de abordar posibles desafíos en la organización de clases y de considerar cómo los horarios pueden influir en la equidad y el rendimiento estudiantil, lo que puede tener implicaciones en la toma de decisiones a nivel institucional y gubernamental.

## REFERENCES

- CARDINALI, D. P. (2008). Chronoeducation: How the biological clock influences the learning process.
- GAGGERO, A, TOMMASI, D (2023). Time of Day and High-Stake Cognitive Assessments, *The Economic Journal*, Volume 133, Issue 652.
- POPE, N.G. (2016). How the Time of Day Affects Productivity: Evidence from School Schedules,” *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 98(1).



# Métodos de evaluación en el grado de Ingeniería Civil de la Universidad de Granada

Garrido Manrique, Jesús <sup>(1)</sup>; Granados Romera, Juan José <sup>(2)</sup>; Jadraque Gago, Eulalia <sup>(3)</sup>; Muñoz Beltrán, Rafael <sup>(4)</sup>

*(1) Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada, jega@ugr.es*

*(2) Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, Universidad de Granada, jjgr@ugr.es*

*(3) Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, Universidad de Granada, ejadraque@ugr.es*

*(4) Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Granada, rmb@ugr.es*

## RESUMEN

En este trabajo se analizan los métodos de evaluación continua, correspondientes a la convocatoria ordinaria, establecidos para las asignaturas del grado en Ingeniería Civil, excluyendo las de formación básica, de la Universidad de Granada. La evaluación continua representa más del 50% de la calificación final en el 60% de las asignaturas analizadas. Sin embargo, no puede garantizarse la autoría, por el propio alumno, de muchas de las actividades que se valoran en la evaluación continua.

**Palabras clave:** Métodos de evaluación, convocatoria ordinaria, Grado en Ingeniería Civil, UGR.

## I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la evaluación de las asignaturas dependía de la calificación obtenida en el examen final. Sin embargo, durante los últimos años dicha evaluación empezó a considerar también las calificaciones obtenidas durante el curso mediante diferentes actividades (pruebas escritas, tareas, participación activa en clase, etc.) (BÁSCONES et al, 2009; JIMÉNEZ-ROSADO et al, 2022). En la calificación de las asignaturas, esta evaluación

continua fue adquiriendo cada vez mayor ponderación respecto al examen final (FLORES et al, 2014; MORALES et al, 2022).

En la actualidad, el artículo 6 de la *Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes* de la Universidad de Granada (Universidad de Granada, 2017) establece, que la evaluación será preferentemente continua. En el artículo 7 de la citada Normativa, se regula que ninguna de las pruebas o actividades que constituyan la evaluación continua supondrá por sí misma más del 70% de la nota final de la asignatura.

En este trabajo, se analizan los diferentes métodos de evaluación establecidos para las 44 asignaturas del grado en Ingeniería Civil de la Universidad de Granada adscritas a los departamentos de Ingeniería Civil, Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, Urbanística y Ordenación del Territorio y Expresión Gráfica. Se han excluido del análisis las siguientes asignaturas correspondientes al bloque de formación básica (con la única excepción de Mecánica para Ingenieros): Fundamentos de Informática, Geología, Análisis Matemático, Física, Matemática Aplicada, Ampliación de Matemáticas, Legislación en la Ingeniería Civil, Estadística y Organización y Gestión de Empresas Constructoras.

Únicamente, se han analizado los métodos de evaluación en la convocatoria ordinaria, porque en la mayoría de las asignaturas la evaluación en la convocatoria extraordinaria no depende de la evaluación continua, sino del examen de dicha convocatoria que representa el 100% de la nota final.

## II. METODOLOGÍA

Para el análisis de los métodos de evaluación utilizados en las asignaturas del grado en Ingeniería Civil de la UGR se han consultado las diferentes Guías docentes de las asignaturas publicadas en: <https://grados.ugr.es/ramas/ingenieria-arquitectura/grado-ingenieria-civil>. En algunos casos se han resuelto, a través de los docentes responsables de su realización, las dudas que surgieron de la lectura de las mismas.

Con el fin de conocer cómo se han adaptado los métodos de evaluación a lo establecido en la normativa se han considerado: el examen de la convocatoria ordinaria (examen final) y las diferentes actividades que forman parte de la evaluación continua.

Mientras que en la evaluación continua hay algunas actividades en las que no se puede garantizar que hayan sido realizadas por los estudiantes de forma individual, en el examen de la convocatoria ordinaria si se puede asegurar la autoría, y por tanto que se evalúan los conocimientos de forma individual.

Por otro lado, aunque algunas actividades se hayan evaluado de forma individual en realidad pueden haberse realizado de forma colectiva como, por ejemplo, problemas o tareas grupales. En el primer caso, se pueden haber resuelto en grupo, aunque se hayan presentado individualmente, mientras que en el segundo caso, es difícil evaluar lo que ha realizado cada estudiante siendo complicado valorar la tarea de forma individual.

Por tanto, las múltiples actividades de evaluación continua detectadas en las asignaturas estudiadas se han clasificado en: aquellas que se han realizado de forma colectiva, las realizadas de forma individual y aquellas en las que es difícil establecer si se han realizado de forma colectiva o individual.

Por otro lado, las asignaturas se han agrupado, por dificultad conceptual, en 3 categorías: conceptual (14 asignaturas de 44, ~32%), conceptual con cálculo (17/44, ~38%) y de cálculo (13/44 ~30%).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen tres asignaturas que establecen que la suma de la evaluación continua y del examen de la convocatoria ordinaria es superior al 100%: una el 105% y dos el 110%.

#### III.1 *Ponderación de la evaluación continua respecto al examen de la convocatoria ordinaria*

La calificación final depende exclusivamente de la evaluación continua en un 41% (18/44) de las asignaturas (no hay examen final), mientras que en un 25% (11/44) de las asignaturas la evaluación continua representa el 30% mínimo establecido en la normativa (el resto corresponde a un examen final). En el 41% (18/44) de las asignaturas el valor del examen final es como mínimo del 50% respecto a la evaluación continua (fig. 1).

Número de asignaturas y peso de su examen final en la evaluación

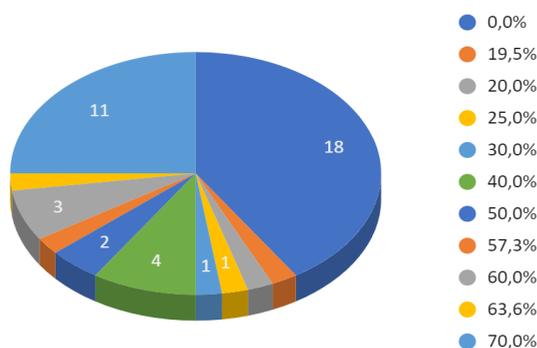


Figura 1. Número de asignaturas según la ponderación del examen de la convocatoria ordinaria en la calificación final. El 0% indica que la calificación no depende del examen de la convocatoria ordinaria, sólo depende de la evaluación continua, mientras que el 70% indica que el examen de la convocatoria ordinaria representa el 70% de la calificación final

La calificación final de alrededor del 43% (6/14) de las asignaturas de tipo conceptual depende exclusivamente de la evaluación continua y en un 36% (5/14) de dichas asignaturas la ponderación del examen final varía entre el 50% y el 70% del examen de

la convocatoria ordinaria. Por otro lado, en un 54% (7/13) de las asignaturas de cálculo la calificación final depende únicamente de la evaluación continua y en un 38% (5/13) de dichas asignaturas la ponderación del examen final varía entre el 63% y el 70% del examen de la convocatoria ordinaria. Solo en el 29% (5/17) de las asignaturas de tipo mixto la calificación final depende exclusivamente de la evaluación continua, y en el 47% (8/17) de las asignaturas, la ponderación de la calificación final varía entre el 60% y el 70% del examen de la convocatoria ordinaria.

### III.2 *El examen de la convocatoria ordinaria*

En este apartado se analizan las asignaturas (26) en las que se valora el examen de la convocatoria ordinaria. En el 30% (8/26) de dichas asignaturas hay un examen de teoría y otro de problemas. En una de ellas se realiza también un examen de laboratorio. En el 4% (1/26) de las asignaturas, solo hay examen de problemas, mientras que en el 27% (7/26) de las asignaturas solo hay examen de teoría. En el 38% (10/26) de las asignaturas no se diferencia entre el examen de teoría y el de problemas. El valor del examen de problemas varía entre 1 y 3 veces el valor del examen de teoría (fig. 2).

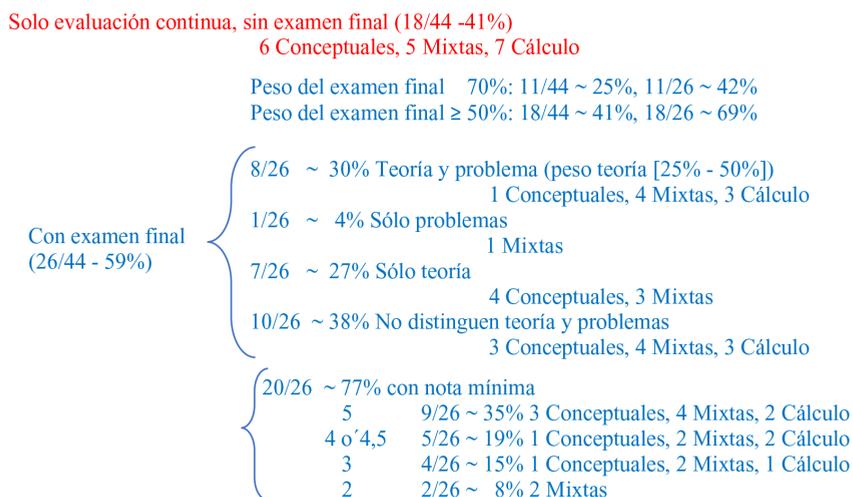


Figura 2. Esquema de los resultados

En el 77% (20/26) de las asignaturas analizadas, se establece una nota mínima en el examen de la convocatoria ordinaria. En un 35% (9/26) de las asignaturas los ejercicios de la evaluación continua no sirven para aprobar por sí solos debido a que la nota del examen de la convocatoria ordinaria debe ser al menos igual a 5 (fig. 2). En el 10% (3/26) de las asignaturas que exigen dicha nota la ponderación de la evaluación continua es mayor o igual al 50% de la calificación final.

En el 23% (3/13) de las asignaturas de cálculo hay un examen de teoría y otro de problemas, siendo el valor del primero entre 2,5 y 3 veces el valor del segundo. En otro 21% (3/13) de las asignaturas hay un examen sin establecer diferencias entre teoría y problemas. El 100% de la calificación final depende de la evaluación continua en el 54% (7/13) de las asignaturas. En las 6 asignaturas en las que hay examen de la convocatoria ordinaria, salvo en una, se establece una nota mínima, siendo un 5 en un 15% (2/13) de ellas, un 4 en otro 15% (2/13) y un 3 en 8% (1/13). ’

Algo similar sucede en las asignaturas conceptuales, aunque en este caso solo hay una asignatura en la que hay un examen de teoría y otro de problemas (ambos de igual valor), en un 29% (4/14) sólo de teoría, un 21% (3/14) no diferencian teoría de problemas, mientras que un 43% (6/14) no hacen examen final.

En un 24% (4/17) de las asignaturas mixtas hay examen de teoría y otro de problemas, siendo el valor del segundo entre 1 y 1,5 veces el valor del examen de teoría. En un 18% (3/17) de las asignaturas hay un examen de teoría, en un 24% (4/17) hay examen final sin especificar, mientras que en un 29% (5/17) no hay examen final. Respecto a la nota mínima, cuatro asignaturas establecen un 5, dos asignaturas un 4, dos un 3 y otras dos un 2, aunque hay dos asignaturas que no establecen nota mínima. En un 29% (5/17) de las asignaturas la calificación final depende exclusivamente de la evaluación continua.

Siempre que se establece una nota mínima de un 5 en el examen final, la evaluación continua supone menos del 50% de la calificación final salvo en las asignaturas conceptuales.

### III.3 *La evaluación continua: actividades y ponderación*

En la calificación de las pruebas de evaluación continua (excluyendo el examen final) del 23% (10/44) de las asignaturas se establece una nota mínima, siendo esta igual a 5 en el 16% (7/44) de las asignaturas, aunque en 3 de estas se exige también una nota mínima de 5 para el examen de la convocatoria ordinaria. Sin embargo, en 5 de estas 7 asignaturas la evaluación continua representa más del 50% de la nota final.

Por otro lado, la evaluación continua representa al menos el 50% de la calificación final en el 64% (28/44) de las asignaturas.

La evaluación continua de las asignaturas analizadas se ha realizado mediante diferentes actividades. En la mayoría de ellas no se puede garantizar que el alumno la haya realizado de forma individual por lo que es probable que no se estén evaluando los conocimientos de un determinado alumno. Entre las actividades que, aunque se puntúan individualmente se realizan probablemente en grupos o se pueden copiar entre los alumnos, se han distinguido las siguientes: tareas y contenido de debates. Aquellas actividades que se realizan individualmente son: asistencia activa, exposición individual en debates y exámenes (con denominaciones diferentes según la asignatura: test de clase, pruebas escritas programadas o exámenes parciales). De la lectura de las Guías Docen-

tes no puede establecerse si algunas actividades son individuales o colectivas, como las prácticas informáticas, de laboratorio, trabajos voluntarios, apuntes, etc., por tanto, en la evaluación continua se han distinguido las siguientes actividades: a) individuales *stricto sensu*, b) colectivas y c) individuales en las que no puede garantizarse la autoría. En relación con dichas actividades se puede destacar que:

a) Las actividades individuales *s. s.* representan más del 50% en 7/13 (54%) asignaturas de cálculo, en 4/17 (24%) asignaturas mixtas y 4/14 (29%) asignaturas conceptuales, mientras que representan el 0% en 2/13 (15%) asignaturas de cálculo, 10/17 (59%) asignaturas mixtas y 5/14 (36%) asignaturas conceptuales.

En alrededor de un 30% (13/44) de las asignaturas se ha realizado un parcial, en poco más del 27% (12/44) se han realizado dos parciales y en un 9% (4/44) se han realizado tres parciales. El valor de cada parcial varía entre el 4% y el 42% de la calificación final. Generalmente, cuando se realiza más de un parcial su valor no varía. El valor conjunto de los exámenes parciales representa, al menos, el 50% de la nota final en el 85% (11/13) de las asignaturas con parciales, y poseen un peso del 70% en 4 de dichas asignaturas. El 62%, 18% y 14% de las asignaturas de cálculo, mixtas y conceptuales, respectivamente, tienen exámenes parciales.

El 15% (7/44) de las asignaturas no realizan ni exámenes a lo largo del curso ni en la convocatoria ordinaria. La calificación final del 86% (38/44) de las asignaturas depende de los exámenes (parciales y final), representando el 50% o más de la nota final en el 65% (29/44) de las asignaturas y el 70% o más de la nota final en el 36% (16/44) de las asignaturas. En el 92%, 65% y 43% de las asignaturas de cálculo, mixtas y conceptuales, respectivamente, el valor de la suma de los exámenes parciales y el examen final es superior al 50%.

La calificación final del 5% (2/44) de las asignaturas no considera tareas individuales (considerando también el examen final), mientras que en un 25% (11/44) de las asignaturas dichas tareas representan menos del 50% de la nota final, aunque en alrededor de un 52% (23/44) de las asignaturas representan al menos el 70% de la nota. En el 100%, 71% y 64% de las asignaturas de cálculo, mixtas y conceptuales, respectivamente, el valor de la suma de las actividades individuales (y el examen final) es como mínimo igual al 50%.

b) La evaluación continua del 61% (27/44) de las asignaturas se ha realizado mediante tareas.

Algo menos de dos tercios de las asignaturas (27/44) valoran actividades colectivas. Por otro lado, un 14% (6/44) de las asignaturas las actividades colectivas se valoran con al menos un 50% de la calificación final, existiendo una asignatura en la que su valor es del 100%.

#### IV. CONCLUSIONES

El presente trabajo es un estudio previo de los métodos de evaluación utilizados en el grado de ingeniería civil de la UGR. Debido a que para un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos es necesario incorporar más información solo se presentan algunas conclusiones preliminares.

El valor de la evaluación continua y del examen de la convocatoria ordinaria en la calificación final es muy variable dependiendo de la asignatura. La evaluación continua representa más del 50% de la calificación final en el 60% de las asignaturas analizadas. Las actividades valorables en la evaluación continua son muy diversas, desde aquellas en las que se puede garantizar que se está puntuando el trabajo individual hasta aquellas en las que el trabajo es colectivo, aunque la puntuación sea personal. Sin embargo, no puede garantizarse la autoría por el propio alumno de muchas de las actividades que se valoran en la evaluación continua. Aproximadamente, en el 25% de las asignaturas estudiadas la evaluación continua sólo sirve para subir nota, pero no para aprobar. El valor de las actividades individuales *s. s.* y el examen final varía según las asignaturas sean de cálculo, mixtas o conceptuales, aunque en el 100% de las primeras dicho valor es, al menos, del 50%.

#### REFERENCIAS

- BÁSCONES, I.S.; BARREIRO, C.P.; MONÉS, A.M.; MARCOS, B.M.; MARTÍN, J.M.; VELÁZQUEZ, M.F.; GONZÁLEZ, M.L.G.; MANSO, G.A. (2009). Compartiendo experiencias en GREIDI: DAFO de evaluación continua en Ingeniería. 17 Congreso Univ. de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.
- FLORES, M. R.; ELIZONDO, J.A.C.; RANGEL, M.I.D. (2014). La formación integral del estudiantado de ingeniería a través de la educación continua. *Revista Electrónica Educara*, 18, 77-96.
- JIMÉNEZ-ROSADO, M.; PÉREZ-PUYANA, V.; GARCÍA, A. R.; BENGOCHEA, C.; FÉLIX, M. (2022). Continuous assessment strategies as a way to motivate students in Technology careers. *Afinidad*, 79 (596).
- MORALES, M.; SALMERÓN, A.; MALDONADO, A.D.; MASEGOSA, A.R.; RUMÍ, R. (2022). An Empirical Analysis of the Impact of Continuous Assessment on the Final Exam Mark. *Mathematics*, 10(21), 3994.
- Universidad de Granada (2017). Normativa de evaluación y de calificación de los estudiantes. 26 pág. <https://www.ugr.es/sites/default/files/2017-09/examenes.pdf>.

