

# PRÁCTICAS DE LABORATORIO COMO APRENDIZAJE ACTIVO EN INGENIERÍA DE CARRETERAS

Orosa Iglesias, Pablo<sup>1</sup>; Pérez Pérez, Ignacio<sup>2</sup>; Martínez Bustelo, Carlos<sup>3</sup>; Rodríguez Pasandín, Ana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade da Coruña, E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, ORCID: 0000-0003-2198-1955

<sup>2</sup>Universidade da Coruña, E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, ORCID: 0000-0002-8981-7345

<sup>3</sup>Universidade da Coruña, E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

<sup>4</sup>Universidade da Coruña, E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, ORCID: 0000-0002-8301-1631

## RESUMEN

Una forma muy adecuada de incentivar y motivar al estudiantado, y ayudarle a fijar mejor los conceptos teóricos, son las técnicas de enseñanza-aprendizaje activo. Durante esta experiencia se han aplicado estas técnicas en la asignatura optativa “Infraestructura de Carreteras y Aeropuertos” de la titulación de Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, impartido en la Universidade da Coruña. La experiencia consistió en la realización de distintas prácticas de laboratorio que permitieron al estudiantado asistir y participar en distintos ensayos de mezclas bituminosas, siguiendo las normas vigentes, y redactando informes a partir de los resultados. Tras las prácticas de laboratorio los alumnos realizaron encuestas breves que pusieron de manifiesto la total satisfacción de todos ellos, y motivando al profesorado a continuar realizando este tipo de técnicas de enseñanza en futuros cursos de esta asignatura.

**PALABRAS CLAVE:** ingeniería civil; ensayo de laboratorio; práctica; carreteras; encuesta.

### **CITA RECOMENDADA:**

Orosa Iglesias, Pablo; Pérez Pérez, Ignacio; Martínez Bustelo, Carlos; Rodríguez Pasandín, Ana María (2022): Prácticas de laboratorio como aprendizaje activo en ingeniería de carreteras. En García Naya, J.A. (ed.) (2022). *Contextos universitarios transformadores: a innovación como eixo vertebrador da docencia. VI Xornadas de Innovación Docente*. Cufie. Universidade da Coruña. A Coruña (pág. 203-213).

DOI capítulo: <https://doi.org/10.17979/spudc.000016.203>

DOI libro: <https://doi.org/10.17979/spudc.000016>

### **ABSTRACT**

A very appropriate way to encourage and motivate students, and help them to grasp the theoretical concepts better, is the active teaching-learning techniques. During this experience, these techniques have been applied in the optional subject "Road and Airport Infrastructure" of the Master's Degree in Civil Engineering, taught at the University of A Coruña. The experience consisted of the realization of different laboratory practices that allowed the students to attend and participate in tests of bituminous mixtures, following the current standards and writing reports based on the results. After the laboratory practices, the students completed brief surveys that showed their total satisfaction. They motivated the teaching staff to continue carrying out this type of teaching technique in future courses on this subject.

**KEY WORDS:** civil engineering, laboratory test, practice, roads, survey.

## **1. CONTEXTO E INTRODUCCIÓN**

El Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos ofrece un sólido y riguroso programa de formación que proporciona las competencias profesionales de la profesión regulada de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en España, la cual es una profesión plenamente vigente, con más de 200 años de antigüedad, y directamente relacionada con el campo de la ingeniería civil, uno de los principales motores de la economía española y un motor clave para el desarrollo técnico y comercial de España, tanto a nivel nacional como internacional. Durante los estudios conducentes a la obtención del título de Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos el alumnado puede optar por tres especialidades diferentes:

1. Estructuras y construcción.
2. Hidráulica, ambiental y geotecnia.
3. Transportes y ordenación del territorio.

Una de las asignaturas optativas incluida dentro de la intensificación en transportes y ordenación del territorio es “Infraestructura de Carreteras y Aeropuertos” (ICA), la cual es una asignatura normalmente cursada en el segundo cuatrimestre, con 4.5 créditos ECTS. La experiencia de innovación educativa aquí relatada se llevó a cabo durante el curso 2021/22, dentro de la asignatura ICA, con 7 alumnos matriculados de edades comprendidas entre los 23 y 29 años, y con una docencia totalmente presencial.

Durante la asignatura ICA se diferencian un total de tres bloques o temas:

- Bloque I: Prácticas de Laboratorio
- Bloque II: Dimensionamiento analítico de firmes
- Bloque III: Ingeniería aeroportuaria

Así, durante el Bloque I, correspondiente a las Prácticas de Laboratorio, se planteó una metodología de enseñanza-aprendizaje activa, totalmente práctica y presencial, utilizando los recursos disponibles en el Laboratorio de Caminos de la E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña.

## 2. JUSTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Existió una doble motivación para la realización de la experiencia de innovación docente aquí descrita. En primer lugar, las “Normas de evaluación, revisión y reclamación de las calificaciones de los estudios de grado y máster universitario” de la UDC indican la idoneidad de utilizar metodologías activas de aprendizaje **iError! No se encuentra el origen de la referencia.**]. En segundo lugar, se han visto en la bibliografía técnica, numerosos beneficios asociados a este tipo de metodologías activas de aprendizaje, aumentando la motivación entre los estudiantes **iError! No se encuentra el origen de la referencia.–iError! No se encuentra el origen de la referencia.**].

### 2.1. OBJETIVOS

Se buscaron tres objetivos principales con la implantación de esta técnica activa de enseñanza-aprendizaje:

- Amenizar el aprendizaje para el estudiantado
- Aproximar al estudiante el posible desempeño de su futuro profesional
- Facilitar el aprendizaje y ayudar a fijar mejor los conocimientos a lo largo del tiempo mediante experiencias en primera persona

### 2.2. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Durante el Bloque I (Prácticas de Laboratorio) se realizaron diversos ensayos experimentales en el Laboratorio de Caminos de la ETSICCP de la UDC, con el fin de “Dosificar y caracterizar una mezcla bituminosa de tipo hormigón bituminoso (AC)”, según la normativa vigente.

Durante estas prácticas, los alumnos presenciaron y participaron en las distintas etapas.

Una primera etapa consistió en la obtención del porcentaje óptimo de ligante bituminoso. En la Figura 1 se presenta un esquema de los pasos a seguir para poder obtener el porcentaje óptimo.

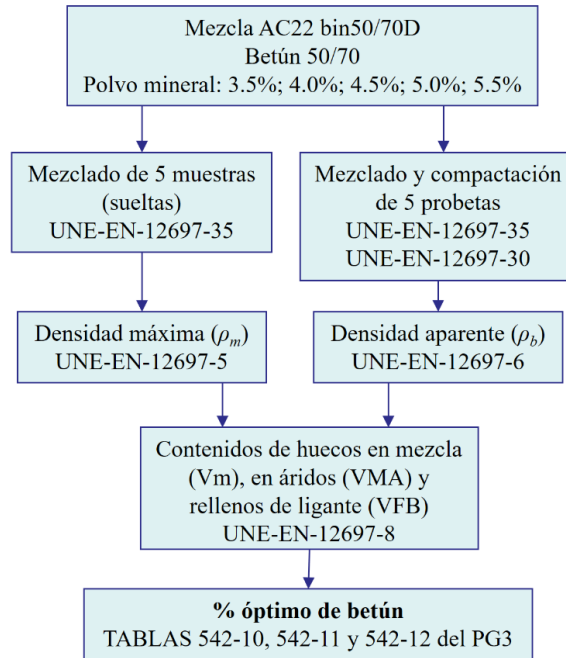


Figura 1 – Esquema de los pasos a seguir para la obtención del porcentaje óptimo de betún

En la Figura 2 están representadas algunas imágenes de dichas prácticas llevadas a cabo con los alumnos:

- Mezclado de laboratorio (norma UNE-EN 12697-35, Figura 2a)
- Compactación de mezclas bituminosas por el método de impactos (norma UNE-EN 12697-30) (Figura 2b)
- Toma de dimensiones de las probetas fabricadas (norma UNE-EN 12697-29, Figura 2d)
- Determinación de propiedades volumétricas: densidad máxima por el procedimiento volumétrico (norma UNE-EN 12697-5, Figura 2f), densidad aparente por el método de la balanza hidrostática (norma UNE-EN 12697-6, Figura 2e) y contenido de huecos (norma UNE-EN 12697-8).

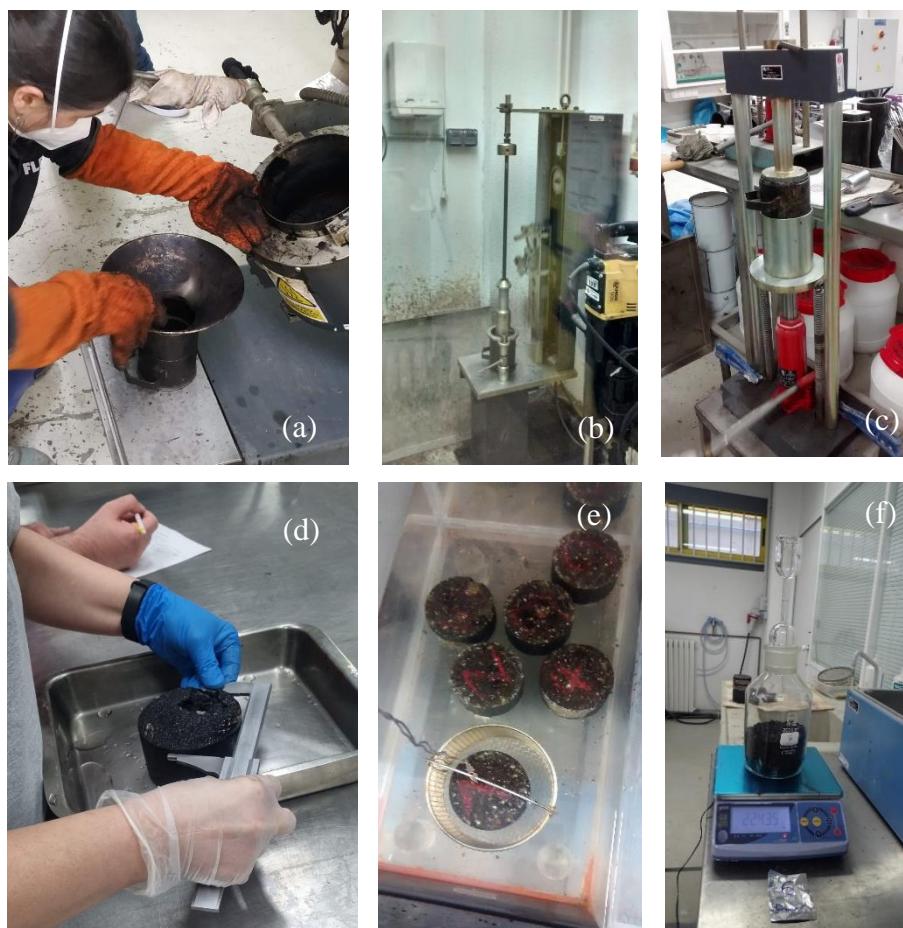


Figura 2 – Detalle del profesor y técnico de laboratorio durante la explicación de las prácticas: (a) mezclado en laboratorio, (b) compactación de mezcla bituminosa, (c) extracción y desmolde de las probetas, (d) toma de dimensiones, (e) obtención de la densidad aparente, (f) obtención de la densidad máxima

Una segunda etapa consistió en la determinación de la resistencia a tracción indirecta y el módulo de rigidez de las probetas compactadas. En la Figura 3 se presenta un esquema de los pasos a seguir para obtener la resistencia. En la Figura 4 están representadas algunas imágenes de dichas prácticas llevadas a cabo con los alumnos:

- Resistencia a tracción indirecta (ITS) (norma UNE-EN 12697-23) (Figura 4b)
- Análisis de la rigidez (norma UNE-EN 12697-26) (Figura 4c)

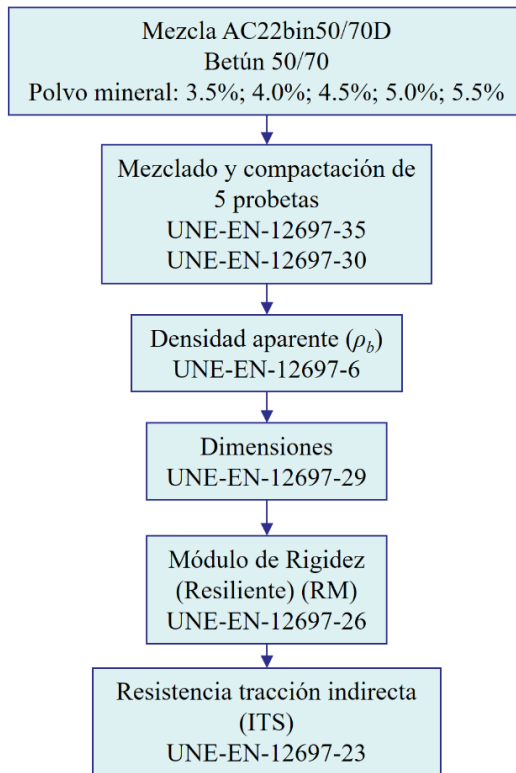


Figura 3 – Obtención del módulo de rigidez y resistencia a tracción indirecta

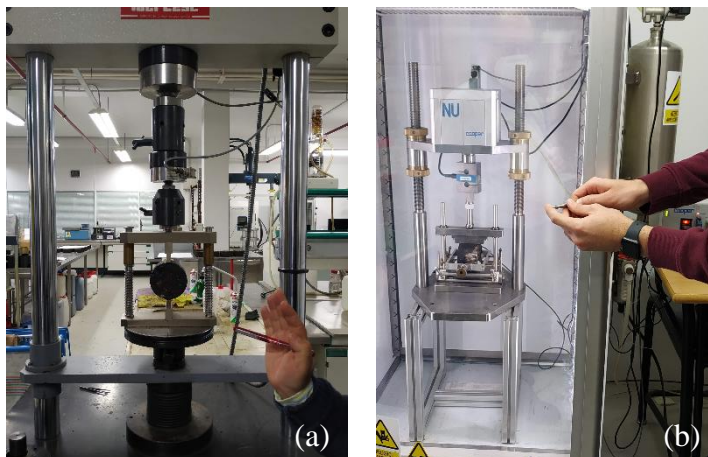


Figura 4 – Detalle del profesor y técnico de laboratorio durante la explicación de las prácticas: (a) resistencia tracción indirecta, (b) módulo de rigidez

Una tercera etapa consistió en la determinación de la sensibilidad al agua de la mezcla bituminosa. En la Figura 5 se presenta un esquema de los pasos a seguir para obtener la resistencia conservada tras daño por humedad. En la Figura 6 están representadas algunas imágenes de las prácticas llevadas a cabo con los alumnos:

- Determinación de la sensibilidad al agua por el método de tracción indirecta (normas UNE-EN 12697-12 y UNE-EN 12697-23)

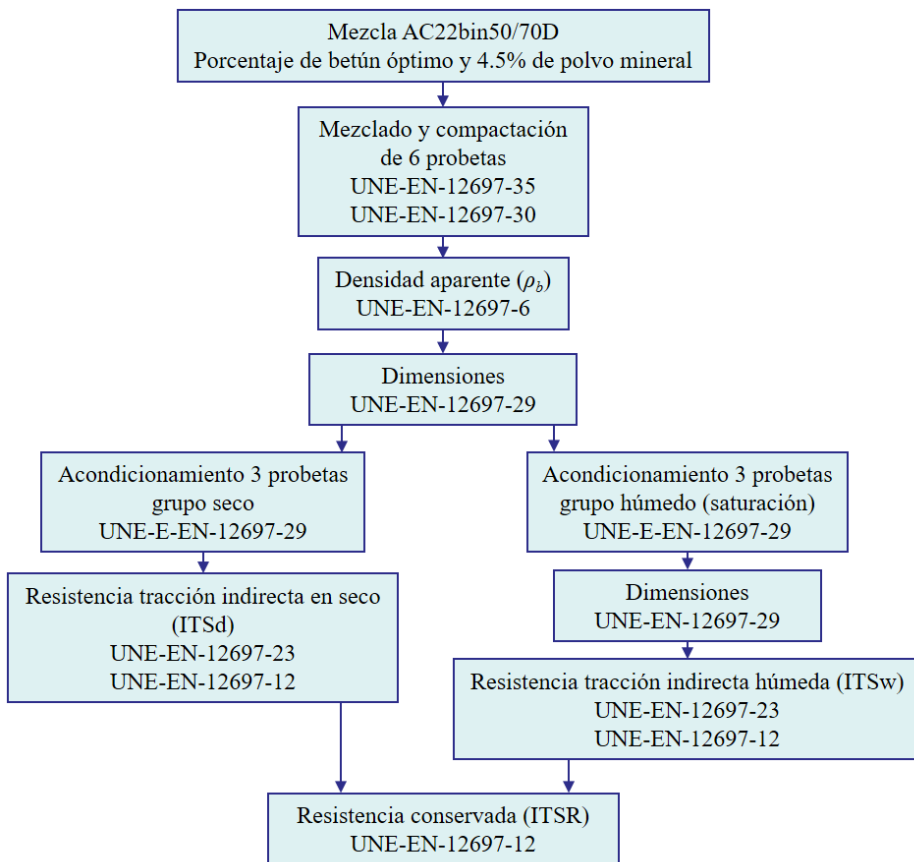


Figura 5 – Obtención de la resistencia conservada (sensibilidad al agua)

Tras las prácticas, se habilitó un foro en el Campus Virtual donde los estudiantes pudieron plantear sus dudas y preguntas, y compartir las fotografías realizadas.





Figura 6 – Detalle del profesor y técnico de laboratorio durante la explicación de las prácticas: (a) acondicionamiento de las probetas del grupo húmedo, (b) inmersión de las probetas del grupo húmedo; (c) climatización de las probetas del grupo húmedo y seco antes de ensayo de resistencia a tracción indirecta

Finalmente, además de la presencia y participación, se pidió a los estudiantes que entregasen un detallado informe sobre el desarrollo de las prácticas, donde además de descripción de la actividad, debía realizar distintos cálculos a partir de los resultados de los ensayos realizados. Para evaluar la opinión y grado de satisfacción por parte del estudiantado se realizó una breve encuesta empleando la plataforma Microsoft Forms.

### **3. RESULTADOS**

Los resultados extraídos de la encuesta realizada fueron muy satisfactorios. Cabe indicar que la mayor parte del alumnado participante en la encuesta manifestó su preferencia por este tipo de actividad frente a las sesiones magistrales.

La valoración global de las prácticas de laboratorio (organización, aprendizaje, etc.), donde 0 significa la peor calificación y 10, la mejor, fue de un 9.80 de media, concluyéndose que la actividad fue del agrado de la mayor parte del alumnado, quienes respondieron que la metodología empleada les permitía aprender más que las sesiones magistrales, con afirmaciones como: “Considero que viendo el procedimiento y los ensayos es la mejor manera de aprender y quedarte con todos los conocimientos de manera más amena”, o “Creo que es más productivo realizar las prácticas que simplemente estudiarlas teóricamente”.

Para finalizar la encuesta, se les pidió a los alumnos opinión y sugerencias sobre cómo mejorarían la experiencia práctica realizada, mostrando respuestas como: “Creo que están bien impartidas” o “Me hubiese gustado ver el ensayo de rodadura”, manifestando la satisfacción ante las prácticas, y el deseo por aumentar el número de clases de este tipo.

### **4. CONCLUSIONES**

La experiencia relatada ha demostrado claramente que:

- Este tipo de prácticas suponen un acercamiento del alumnado a su futuro desempeño profesional, ya que le ponen en contacto con documentación propia de su profesión (como la normativa de laboratorio), y le muestran actividades propias de su profesión (como la realización e interpretación de ensayos de laboratorio y/o la realización de informes técnicos).
- Son actividades que suelen gustar y resultan muy amenas para el estudiantado, motivándoles y ayudando a seguir mejor las clases teóricas.
- Por todo lo expuesto, esta actividad se mantendrá en las próximas ediciones de la asignatura ICA.

## 5. REFERENCIAS

- UDC. Normas de evaluación, revisión y reclamación de las calificaciones de los estudios de grado y máster universitario (CG 19/12/2013, modificado por el CG 30/04/2014, por el CG 24/07/2014, por el CG 29/01/2015, CG 28/09/2016 y CG 29/06/2017)
- Kinoshita, T. J., Knight, D. B., & Gibbes, B. (2017). The positive influence of active learning in a lecture hall: An analysis of normalised gain scores in introductory environmental engineering. *Innovations in Education and Teaching International*, 54(3), 275-284. <https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1114957>.
- Orosa, P., Pérez, I., Pasandín, A.R., Martínez, C. (2021). Realización de un ensayo de laboratorio por parte de los alumnos de Ingeniería Civil como formación complementaria a las clases teóricas. VI Congreso Virtual Internacional de Educación, Innovación y TIC (EDUNOVATIC2021)
- Welsh, A. (2012). Exploring undergraduates' perceptions of the use of active learning techniques in science lectures. *Journal of College Science Teaching* 42, 80-87.
- Wolff, M., Wagner, M. J., Poznanski, S., Schiller, J., & Santen, S. (2015). Not another boring lecture: engaging learners with active learning techniques. *The Journal of emergency medicine*, 48 (1), 85-93.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta ponencia agradecen a los estudiantes que cursaron la asignatura optativa ICA durante el curso 2021/22 por su participación activa en las prácticas de laboratorio y su total grado de respuesta en las encuestas de satisfacción realizadas. El autor principal agradece, además, a las ayudas predoctorales FPI 2017 (BES-2017-079633) del Ministerio de Economía y Competitividad de España, por haber hecho posible formar parte del PDI de la asignatura e impartir las clases prácticas.