

# EDUNOVATIC2021

## CONFERENCE PROCEEDINGS

6th Virtual International Conference  
on Education, Innovation and ICT

December 1 - 2, 2021

Publisher: Adaya Press  
www.adayapress.com

Editor: REDINE, Red de Investigación e Innovación Educativa, Madrid, Spain  
redine.investigacion@gmail.com  
Text © The Editor and the Authors 2021  
Cover design: REDINE  
Cover image: Pixabay.com (CC0 Public Domain)  
[www.edunovatic.org](http://www.edunovatic.org)

**ISBN** 978-84-124511-2-2

Languages: English, Spanish and Portuguese.

The Organizing Committee of EDUNOVATIC 2021, 6th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT as well as the editor of this publication are not responsible for the opinions and ideas expressed in the works included in this Conference Proceedings.

Special thanks are due to Adaya Press for the contribution and support in the editing process of this Conference Proceedings.

This work is published under a Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>). This license allows duplication, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format for non-commercial purposes and giving credit to the original author(s) and the source, providing a link to the Creative Commons license and indicating if changes were made.

License: CC BY-NC 4.0



---

**Suggested citation:**

REDINE (Ed.). (2021). *Conference Proceedings EDUNOVATIC 2021*. Madrid, Spain: Redine.

# Realización de un ensayo de laboratorio por parte de los alumnos de Ingeniería Civil como formación complementaria a las clases teóricas

**Pablo Orosa Iglesias**

*Universidade da Coruña (UDC), España*

**Ignacio Pérez Pérez**

*Universidade da Coruña (UDC), España*

**Ana María Rodríguez Pasandín**

*Universidade da Coruña (UDC), España*

**Carlos Martínez Bustelo**

*Universidade da Coruña (UDC), España*

## Resumen

Las metodologías docentes que involucran al estudiante como parte activa del aprendizaje implican aplicación de los conocimientos adquiridos teóricos a la práctica, ayudando a una mejor comprensión y fijación de los conceptos. Durante la asignatura Caminos y Aeropuertos (CA) del Grado de Ingeniería de Obras Públicas (GIOP), los estudiantes pudieron asistir y participar en una práctica de laboratorio donde se realizó el ensayo de compactación Proctor Normal, empleado para el cálculo de la humedad óptima que debe tener un suelo para ser compactado a su máxima densidad. Dicha práctica se realizó en el Laboratorio de Caminos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña (UDC), y fue impartida por el becario FPI Pablo Orosa Iglesias, quien se está formando como docente además de realizar su tesis doctoral. Asistieron un total de 6 estudiantes de grado, los cuales participaron en distintas fases del ensayo. Finalmente, con los datos recogidos, los alumnos realizaron un informe, y obtuvieron los resultados objetivo del ensayo. Se evaluó el grado de satisfacción y las impresiones del estudiantado tras la práctica realizando una encuesta online, anónima, a través de la plataforma Moodle.

*Palabras clave: ingeniería civil; ensayo de laboratorio; práctica; carreteras; encuesta.*

## Performance of a laboratory test by the civil engineering students as a complementary training to the theoretical classes

### Abstract

Teaching methodologies that involve the student as an active part of the learning process imply the practical application of the theoretical knowledge acquired, helping to a better understanding and retention of the concepts. During the subject *Roads and Airports* of the *Public Works Engineering Degree*, students were able to attend and participate in a laboratory practice where the Standard Proctor compaction test was performed. This is a test commonly used to calculate the optimum moisture that a soil must have to be compacted to its maximum density. This practice was carried out at the Road Laboratory of the School of Civil Engineering of the University of A Coruña (UDC), and was imparted by the FPI scholarship holder Pablo Orosa Iglesias, who is currently completing his doctoral thesis and training as a teacher. It was attended by a total of 6 undergraduate students, who participated in different phases of the test. Finally, with the data collected, the students wrote a report and obtained the objective results of the trial. The degree of satisfaction and the students' impressions after the practice were evaluated by means of an anonymous online survey, conducted via the Moodle platform.

*Keywords: civil engineering; laboratory test; practice; roads; survey.*

### Introducción

En la asignatura Caminos y Aeropuertos (CA) del Grado de Ingeniería de Obras Públicas (GIOP) se estudian temas relativos a las diferentes fases de las carreteras, como su diseño, las obras necesarias de explanación, drenaje, dotaciones viarias, e incluso las labores de conservación de las mismas. Como complemento de formación adicional a las clases teóricas, es habitual que los miembros del Grupo de Innovación Educativa (GIE) "Carreteras", planifiquen prácticas de laboratorio, visitas a obra, etc en sus asignaturas. Concretamente, en CA se propuso la realización de diversas prácticas de laboratorio.

Estas prácticas se realizan en el Laboratorio de Caminos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidade da Coruña (UDC). Tienen como objetivo, en primera instancia, el acercamiento de los estudiantes a la realización de los ensayos en primera persona, complementando las explicaciones teóricas y ayudando a fijar mejor los conceptos aprendidos mediante su aplicación, mejorando su comprensión (Serrano et al., 2020; Cox y Junkin, 2002). Además, sirven de hilo de unión entre los estudiantes y la profesión de la Ingeniería Civil (Sánchez et al., 2020), así como con la actividad investigadora que se lleva a cabo en las universidades, en este caso dentro del grupo de investigación de Carreteras, Geotécnica y Materiales (CGM), de la UDC. Esta actividad investigadora, de considerable importancia en la rama de la Ingeniería Civil, pasa desapercibida habitualmente entre muchos estudiantes de estas titulaciones por falta de suficiente visibilidad dentro de las escuelas.

## Metodología

A continuación, se muestran los principales aspectos correspondientes a la metodología propuesta.

### *Clases teóricas preliminares*

Durante las clases teóricas del tema de Explanaciones de la asignatura CA de la titulación de GIOP los alumnos estudian los distintos principios sobre compactación de suelos, factores que influyen, y ensayos habitualmente realizados en laboratorio para mejorar dichas actuaciones en obra. Uno de los ensayos más conocidos de compactación es el Proctor Normal, de uso común y de fácil realización. Este ensayo se explica de forma detallada en las clases teóricas de CA, con ayuda de presentaciones en Power Point.

### *Práctica de laboratorio*

Como complemento a las explicaciones teóricas, los alumnos acudieron al Laboratorio de Caminos donde se realizó el ensayo de compactación Proctor Normal (Figura 1), de acuerdo con la norma UNE-EN 103500:1994 (AENOR, 1994), sobre una muestra de suelo seleccionada previamente. Pablo Orosa Iglesias fue el encargado de la preparación de las prácticas y de la explicación del ensayo a los estudiantes. En primer lugar, resumió todos los pasos a seguir para la realización del ensayo y, seguidamente, participó conjuntamente con los estudiantes en la realización de la práctica.

El suelo estudiado se dividió en seis muestras iguales y se mezcló con seis contenidos distintos de agua añadida (2, 4, 6, 8, 10 y 12 %) (Figura 1a). Cada una de las muestras fue compactada en un molde cilíndrico previamente pesado y medido, empleando una maza de dimensiones y peso conocidos. La compactación de cada una de las seis muestras se realizó en tres capas, aplicando 26 golpes de la maza por capa, como se indica en la norma seguida (Figuras 1b y 1c). Finalizada la compactación, se enrasaron las muestras dentro de los moldes, y se registraron los pesos. Posteriormente, se desmoldaron los especímenes cilíndricos resultantes y se tomó una muestra de cada uno. Se introdujeron las muestras en una estufa para que el agua se evaporase totalmente. Así, fue posible calcular la diferencia de peso antes y después de secado, obteniendo las respectivas humedades, y posteriormente las densidades secas, en cada caso. Los estudiantes colaboraron en las labores de compactación con la maza y toma de datos.



*Figura 1. Estudiante colaborando en las distintas etapas del ensayo Proctor Normal bajo la supervisión del docente Pablo Orosa: (a) mezclado de muestra de suelo con distintos contenidos de agua; (b) introducción de la primera capa de muestra en molde; (c) compactación de la muestra con ayuda de la maza*

### *Informe de la práctica*

Tras la realización de la práctica, y con los datos recogidos, los alumnos fueron capaces de realizar los cálculos que condujeron a la obtención de la humedad óptima del suelo estudiado, es decir, la humedad que produjo la máxima densidad seca. Como memoria de la práctica los alumnos realizaron un informe detallando los pasos seguidos y los cálculos realizados, además de las conclusiones que sacaron tras la realización de la práctica.

### *Encuesta final*

Con el fin de evaluar la satisfacción de los estudiantes con la realización de la práctica y consecución del objetivo principal, se llevó a cabo una encuesta online, anónima, mediante el programa Microsoft Forms, entre todos los alumnos que cursan esta asignatura:

- Pregunta 1: ¿Has asistido a la práctica de laboratorio en la que se explicó y realizó el ensayo Proctor Normal?
- Pregunta 2: Valora de forma global la práctica de laboratorio (0 = no me gustó nada; 10 = me gustó muchísimo)
- Pregunta 3: Indica si crees que la realización de la práctica de laboratorio te muestra o te acerca más a la profesión de la Ingeniería Civil y al ámbito de la investigación (0 = para nada; 10 = sí, mucho)
- Pregunta 4: Indica si crees que la realización de la práctica de laboratorio te ayudó en alguna de las siguientes cuestiones (seleccionar entre respuestas posibles)
  - » No me ayudó en nada, me llegaba con las explicaciones teóricas de clase
  - » Me ayudó a comprender mejor cómo se realiza el ensayo
  - » Me ayudó a fijar mejor los conceptos. Es decir, a que queden retenidos durante más tiempo
  - » Me ayudó a ver la cantidad de trabajo que da el ensayo y la cantidad de tiempo que lleva realizarlo
  - » Me ayudó a entender mejor para qué sirve el ensayo
  - » Me ayudó a entender mejor cómo se obtienen e interpretan los resultados del ensayo
  - » Otras
- Pregunta 5: Indica qué mejorarías de la Práctica de Laboratorio (seleccionar entre respuestas posibles)
  - » No mejoraría nada
  - » Aumentaría el número de ensayos y/o duración de la práctica
  - » Haría las prácticas más participativas para el estudiantado
  - » Realizaría las prácticas fuera del horario de clase
  - » Propondría la realización de prácticas en grupos más reducidos (ej: solo dos o tres estudiantes)
  - » Daría puntos extra en la calificación final de la asignatura a los asistentes a la práctica
  - » Eliminaría la realización de esta práctica
  - » Otras
- Pregunta 6: Si se realizasen nuevas prácticas de Laboratorio en la asignatura, ¿asistirías?
- Pregunta 7: Por favor, indica aquí todas las observaciones y sugerencias que te parezcan oportunas, relativas a la Práctica de Laboratorio (respuesta escrita)

## Resultados y discusión

### Asistencia

De un total de 8 alumnos matriculados en esta asignatura, 6 asistieron a la práctica de laboratorio (un 75% de los matriculados, asistieron), y 6 contestaron a la encuesta propuesta (un 100% de los asistentes, contestaron). La totalidad de los estudiantes que contestaron a la encuesta final fueron asistentes, según las respuestas a la “Pregunta 1”.

### Satisfacción del estudiantado y consecución del objetivo

La valoración global de la práctica de laboratorio por parte de los estudiantes fue de un 8.50/10 de media, según las respuestas a la “Pregunta 2”. Es un resultado bastante alto, que muestra que se cumplieron las expectativas de los estudiantes respecto a la práctica.

En cuanto a que la práctica de laboratorio supusiese un acercamiento tanto a la realidad de la profesión de ingeniería civil, como al ámbito de la investigación, las respuestas a la “Pregunta 3” reflejan un claro éxito, con un 9.33/10 de media.

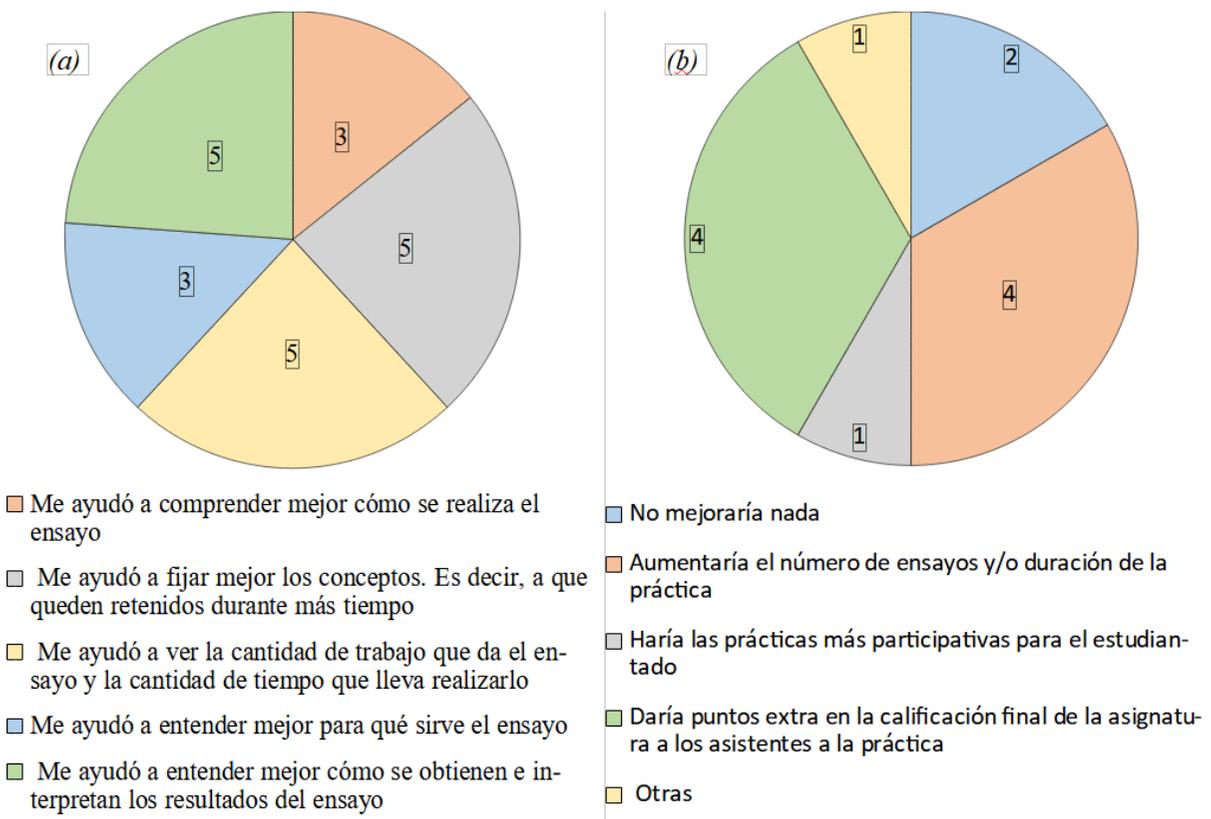


Figura 2. Representación de los resultados a las Preguntas 4 y 5 de la encuesta en diagrama de sectores: (a) Pregunta 4: Indica si crees que la realización de la práctica de laboratorio te ayudó en alguna de las siguientes cuestiones; (b) Pregunta 5: Indica qué mejorarías de la Práctica de Laboratorio

En la Figura 2 se representan las respuestas obtenidas a las Preguntas 4 y 5. Las respuestas que no fueron escogidas por ningún estudiante no se representan en los gráficos. De acuerdo con la Figura 2a, cinco de los seis estudiantes que contestaron a la encuesta (el 83.33%) ha dicho que la práctica de laboratorio “Le ayudó a fijar mejor los conceptos. Es decir, a que queden retenidos por más tiempo” y “Le ayudó a entender mejor cómo se obtienen e interpretan los resultados del ensayo”. Esta respuesta pone de manifiesto que el objetivo primero de servir como una clase de complemento a la teoría, ayudando a mejorar su entendimiento, fue satisfactoriamente cumplido. Además, también el 83.33% de los estudiantes que contestaron a la encuesta comentan que “les ayudó a ver la cantidad de trabajo que da el ensayo y la cantidad de tiempo que lleva realizarlo”, ayudándoles por lo tanto a conocer la realidad de la profesión, y de la investigación que se realiza en los laboratorios de ingeniería civil. Tres de los seis estudiantes mencionaron además que “les ayudó a comprender mejor cómo se realiza el ensayo” y “les ayudó a entender mejor para qué sirve el ensayo” (Figura 2a), siendo una vez más evidencia de un entendimiento mejor de los conocimientos teóricos transmitidos durante las sesiones de clase teóricas previas. Las respuestas “no me ayudó en nada” y “otras” no fueron seleccionadas por ninguno de los estudiantes.

En cuanto la Pregunta 5 de cómo mejorarían la práctica de laboratorio (Figura 2b), cuatro de los seis estudiantes que respondieron a la encuesta (el 66.67%) comentan que “aumentarían el número de ensayos y/o duración de la práctica” y proponen valorar la asistencia a la misma con puntos extra en la calificación. Estas respuestas indican el interés del estudiantado en las prácticas, las cuales les resultan una forma atractiva de aprendizaje. Dos de los estudiantes indican que están conformes con la realización de la práctica y “no mejorarían nada”; mientras que uno de ellos comenta que le interesaría “hacer las prácticas más participativas”.

En general, de las respuestas puede extraerse una aceptación por parte de los estudiantes a este tipo de metodologías docentes. El 100% de los estudiantes que contestaron indican que les gustaría y estarían dispuestos a realizar nuevas prácticas (Pregunta 6). Existieron dos respuestas a la Pregunta 7, en la que los estudiantes comentaron que “Sería interesante que se realizasen más” y que “Estuvo bien ver la forma manual de realizar el ensayo, pero sería interesante ver el funcionamiento de la máquina para familiarizarse con su funcionamiento”, de nuevo, en ambos casos, reiterando el interés de los estudiantes por aumentar el número de clases prácticas, ya visto en la respuesta a la Pregunta 6 anterior.

## Conclusiones

Los objetivos principales eran acercar a los estudiantes del grado GIOP tanto a la realidad de la profesión de ingeniería civil como a las labores de investigación. Además, se buscó complementar las explicaciones teóricas, ayudando a fijar mejor los conceptos aprendidos mediante su aplicación. Los resultados muestran que los estudiantes estuvieron satisfechos con la realización de las prácticas, pues les ayudó a comprender mejor las clases teóricas. Pudieron ver y realizar un ensayo de laboratorio en primera persona. De forma global, todos los alumnos que participaron estarían dispuestos a repetir, y sugieren que se hagan clases de este tipo con mayor frecuencia.

Tras el éxito de la práctica de laboratorio y la aceptación generada, el profesorado del GIE “Carreteras” valora la posibilidad de poder realizar un mayor número de actividades prácticas con los estudiantes en las distintas asignaturas impartidas, así como poder valorar en la calificación final de la asignatura de algún modo la participación y el interés en dichas actividades.

## *Agradecimientos*

Los autores de la presente ponencia quieren agradecer a todos/as aquellos/as estudiantes que han asistido a la realización de la práctica de laboratorio y contestado a la posterior encuesta de valoración. En particular, el autor principal quiere agradecer, por una parte, al profesor encargado de la asignatura, que le haya dado la posibilidad de dirigir la práctica de laboratorio como parte de su formación como docente; y también al resto de profesores del Grupo de Innovación Educativa “Carreteras” por animarle a presentar esta ponencia.

## **Referencias**

- Serrano, C. B., Simarro, J. A. N., Cosgalla, G. H. S. (2020). Estrategias para activar los mecanismos de aprendizaje en clases teóricas y prácticas de Ciencia de Materiales. In *Edunovatic 2020. Conference Proceedings: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT, December 10-11, 2020* (pp. 913-918). REDINE (Red de Investigación e Innovación Educativa).
- Cox, A. J., Junkin III, W. F. (2002). Enhanced student learning in the introductory physics laboratory. *Physics Education*, 37(1), 37.
- Sánchez, J. M. G. C., Fernández, J. C. R., Fernández, A. M., Gutiérrez-Trashorras, A. J. (2020). Enriquecimiento didáctico de las asignaturas técnicas en los Grados de Ingeniería mediante la colaboración Universidad–Empresa. In *Edunovatic 2020. Conference Proceedings: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT, December 10-11, 2020* (pp. 288-292). REDINE (Red de Investigación e Innovación Educativa).
- AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE-EN 103500:1994: Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor normal. Madrid.