

Evaluación de Sesiones Prácticas de Laboratorio de Materiales y Nanomateriales en Química, para Alumnos de Primer Curso de Ingeniería Física

Evaluation of Practical Laboratory Sessions on Materials and Nanomaterials in Chemistry, for First Year Physics Engineering Students

Vicente Martí Centelles,^{a,b,#,*} Andrea Bernardos Bau,^{a,b,#,*} María Dolores Marcos Martínez,^{a,b} Susana Querol Magdalena,^b y Joana Oliver Talens^b

^a Instituto Interuniversitario de Investigación de Reconocimiento Molecular y Desarrollo Tecnológico (IDM) Universitat Politècnica de València, Universitat de València. Camino de Vera, s/n. 46022, Valencia, Spain.

^b Departamento de Química, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n. 46022, València, Spain.

Estos autores han contribuido igualmente a este trabajo. * Autores de correspondencia

Email: VMC vimarcel@upv.es ; ABB anberba@upvnet.upv.es ; MDMM mmarcos@qim.upv.es 

How to cite: Vicente Martí Centelles, Andrea Bernardos Bau, María Dolores Marcos Martínez, Susana Querol Magdalena, Joana Oliver Talens. 2023 Evaluación de Sesiones Prácticas de Laboratorio de Materiales y Nanomateriales en Química, para Alumnos de Primer Curso de Ingeniería Física. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16450>

Abstract

This article includes the results obtained in the practical laboratory sessions of the subject “Chemical Fundamentals for Engineering I”, which is part of the basic training of the new degree of Physical engineering of the Higher Technical School of Telecommunications Engineering at the Universitat Politècnica de València. The theoretical part of the subject includes both fundamental chemical concepts and concepts of material science, essential for any engineer in the field of physics. However, for a better understanding of these concepts, it is important to apply them in practice.

The inclusion of practical laboratory sessions allows first -year students to apply the concepts of material science through accessible experiments, improving their assimilation of theoretical contents. The results have been positive, since the students have actively participated and have raised questions about the theoretical processes and fundamentals, demonstrating a better understanding of the key concepts of the subject. For the evaluation of the practical sessions, opinion surveys have been conducted to the students. Student evaluation surveys show that an important educational improvement in the subject has been satisfactorily implemented, demonstrating the importance of applying the theoretical concepts in practice, to achieve comprehensive education and a better preparation for their future in the field of the physical.

Keywords: *evaluation, competences, laboratory practices, chemistry, material science, training, nanomaterials.*

Resumen

El presente artículo recoge los resultados obtenidos en las sesiones prácticas de laboratorio de la asignatura "Fundamentos Químicos para Ingeniería I", la cual es parte de la formación básica del nuevo Grado de Ingeniería Física de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universitat Politècnica de València. La parte teórica de la asignatura incluye tanto conceptos químicos fundamentales como conceptos de ciencia de los materiales, esenciales para cualquier ingeniero en el campo de la física. Sin embargo, para una mejor comprensión de estos conceptos, es importante aplicarlos en la práctica.

La inclusión de sesiones prácticas de laboratorio permite a los estudiantes de primer año aplicar los conceptos de la ciencia de los materiales a través de experimentos accesibles, mejorando su asimilación de los contenidos teóricos. Los resultados han sido positivos, ya que los estudiantes han participado activamente y han planteado sus dudas sobre los procesos y bases teóricas, demostrando una mejor comprensión de los conceptos clave de la asignatura. Para la evaluación de las sesiones prácticas se han realizado encuestas de opinión a los alumnos. Las encuestas de evaluación de los alumnos muestran que se ha implementado satisfactoriamente una mejora educativa importante en la asignatura, demostrando la importancia de aplicar los conceptos teóricos en la práctica, para lograr una educación integral y una mejor preparación para su futuro en el campo de la física.

Palabras clave: *evaluación, competencias, prácticas de laboratorio, química, ciencia de los materiales, formación, nanomateriales.*

1. Introducción

La asignatura “Fundamentos Químicos para Ingeniería I” es parte del módulo de formación básica del nuevo Grado de Ingeniería Física en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València (UPV). Este grado comenzó a impartirse en el curso 2021-22 y, por tanto, el curso 2022-23 es la segunda vez que se imparte este curso. La asignatura tiene una carga de 6,0 créditos y se divide en sesiones de teoría, sesiones de resolución de problemas, y sesiones de prácticas de laboratorio que se llevan a cabo en el Departamento de Química, con 1,2 créditos de prácticas de laboratorio.

Esta asignatura tiene un carácter teórico-práctico y aborda tanto los fundamentos químicos necesarios para entender las propiedades principales de la materia, como los conceptos necesarios para comprender la química de materiales. En particular, hay 7 unidades didácticas dedicadas a la química de materiales, incluyendo un tema sobre nanomateriales. La asignatura también incluye sesiones de resolución de problemas en el aula, y sesiones prácticas de laboratorio que permiten a los estudiantes abordar problemas relacionados con la química experimental y la determinación de las propiedades de los materiales. Los estudiantes se distribuyeron en parejas para la realización de cada una de las dos sesiones prácticas. En las prácticas de materiales, por ejemplo, los estudiantes se enfrentan a desafíos específicos relacionados con la preparación de materiales y la determinación de sus propiedades, como la síntesis de materiales con una pureza suficiente para realizar análisis y estudios correspondientes (Todd, 2022; Revignas, 2022).

El proyecto de mejora educativa (Murillo Torrecilla, 2003; Pujolás, 2011) que se ha desarrollado para esta asignatura en el curso 2022-23 consiste en la implementación de un sistema de evaluación de las prácticas mediante un test *on line* mediante la utilización de la plataforma de la UPV PoliformaT, que los estudiantes

realizan después de cada práctica de laboratorio. El grado de satisfacción con el sistema de evaluación fue evaluado mediante una encuesta realizada al alumnado tras finalizar todas las sesiones prácticas de laboratorio. Además, a través de esta encuesta también nos planteamos analizar que prácticas de laboratorio son más interesantes para los alumnos. Los resultados de la encuesta confirman que la evaluación de las prácticas mediante un test es ampliamente bien recibido, y, además, las prácticas de laboratorio en las que los alumnos tienen que preparar materiales (metálicos, porosos y/o nanoparticulados) y aquellas prácticas en las que hay cambios visuales de color, son las que resultan más interesantes para los alumnos.

2. Objetivos

Los objetivos generales del presente trabajo son los siguientes:

- Mejorar la calidad e innovación educativa de una asignatura concreta, en este caso, “Fundamentos Químicos para Ingeniería I” del Grado de Ingeniería Física, mediante el desarrollo y/o implementación de un proyecto de mejora e innovación educativa.
- Mejorar la calidad educativa de la titulación, en este caso Grado de Ingeniería Física, a través de la evaluación de las prácticas de laboratorio mediante una prueba tipo test *on-line*.
- Mejorar los resultados académicos de la asignatura “Fundamentos Químicos para Ingeniería I” de forma que el test que los estudiantes realizan después de cada práctica de laboratorio sea una herramienta para preparar el examen global de sesiones prácticas de laboratorio
- Mejorar el aprendizaje del estudiante, incluyendo los conceptos relacionados con la preparación de materiales y la determinación de sus propiedades, a través del desarrollo de las sesiones prácticas y mediante la realización del test de laboratorio correspondiente.
- Obtener información sobre las prácticas que resultan más interesantes mediante la realización de una encuesta de evaluación para los alumnos, con el objetivo de introducir mejoras en las prácticas menos valoradas para próximos cursos.

Por otra parte, los dos objetivos específicos de este trabajo son: (1) desarrollar un sistema de evaluación tipo test al finalizar cada práctica de laboratorio, y, (2) fomentar la participación e interés del alumnado en las sesiones de prácticas de laboratorio.

Para el primer objetivo, se implementó un sistema de evaluación de las prácticas mediante una prueba tipo test que los estudiantes realizan después de cada práctica de laboratorio. Los test fueron elaborados entre todos los profesores de la asignatura, para así obtener de forma integrada y coherente los conceptos clave en cada una de las diferentes sesiones de teoría, resolución de problemas, y prácticas de laboratorio.

Para el segundo objetivo, hemos averiguado cuáles son las prácticas de laboratorio que más despiertan su atención y motivación, y cuales tienen menos interés para los alumnos. Para ello se realizó a los estudiantes una encuesta al finalizar todas las prácticas de laboratorio, de esta forma se pudo identificar los aspectos educativos que más gustan a los alumnos y aquellos menos valorados que hay que mejorar en futuros cursos de esta asignatura.

3. Desarrollo de la innovación

Las prácticas de laboratorio son un aspecto fundamental en la enseñanza de la química (Espinosa Ríos, 2016; Hodson, 1994; Sánchez, 2017), y por tanto el desarrollo de prácticas interesantes alineadas con el

currículum de la asignatura (James, 2021; Spencer, 1999) y sistemas de evaluación eficientes es fundamental (Inda Caro, 2008; Hancock, 2020; Sánchez, 2022). El planteamiento de mejora educativa presentado en este trabajo, se basa en mejorar la evaluación de las prácticas de laboratorio, mediante el uso de una prueba tipo test utilizando la herramienta *on line* de la UPV PoliformaT. Esta prueba consta de dos preguntas de respuesta múltiple, que cubren los aspectos teóricos, y tres preguntas de respuesta abierta en las que los alumnos deben resolver problemas numéricos relacionados con las prácticas. Las preguntas se seleccionan de forma aleatoria de una batería de preguntas, incluyendo la aleatorización de los datos numéricos, para garantizar que cada alumno resuelva una prueba diferente de forma individual. La prueba tipo test se activa después de que todos los grupos de laboratorio hayan realizado cada una de las prácticas de laboratorio, y permanece activada por un periodo de 48 horas, dando flexibilidad a los alumnos para completar la prueba durante este periodo, sin tiempo límite para resolverla. La ventaja potencial de utilizar esta prueba tipo test en lugar de una memoria, es la optimización del tiempo dedicado por los alumnos a la elaboración de memorias y la optimización en el tiempo de corrección al profesor, ya que la prueba se corrige de forma automática y solo requiere la supervisión manual de algunos resultados numéricos (por ejemplo, si un alumno introduce un número con cifras decimales usando una coma en lugar de un punto).

Por otro lado, para fomentar la participación e interés del alumnado en las sesiones de prácticas de laboratorio, es fundamental conocer cuáles son las prácticas que más despiertan su atención y motivación, y cuáles tienen menos interés. En este sentido, resulta imprescindible contar con la opinión de los propios estudiantes, quienes son los destinatarios de estas prácticas. Para ello, se ha llevado a cabo una encuesta al finalizar todas las prácticas de laboratorio, con el objetivo de identificar los aspectos educativos que más gustan a los alumnos y aquellos menos valorados que hay que mejorar en futuros cursos de esta asignatura.

Para llevar a cabo la encuesta, se ha contado con la participación de 73 estudiantes (sobre un total de 78 alumnos matriculados) los cuales han contestado la encuesta en aproximadamente 15 minutos. Con esta encuesta se ha podido obtener información valiosa que permitirá en próximos cursos mejorar la calidad de las prácticas de laboratorio y, con ello, fomentar la participación e interés del alumnado.

En la encuesta se han planteado diferentes preguntas (Tabla 1) para obtener varios aspectos educativos relacionados con las prácticas de laboratorio. En primer lugar, se pretende identificar cuáles son las prácticas que más y menos gustan a los estudiantes, así como las razones por las que se produce este grado de satisfacción. Por otro lado, se pueden obtener datos sobre la evaluación de las prácticas, tanto en relación al sistema utilizado, como al tipo de evaluación que prefieren los estudiantes. Además, se puede obtener información sobre aspectos como la duración de las prácticas, la necesidad de más tiempo para realizar algunas prácticas (y por tanto la necesidad de reducir el número de tareas de la práctica), la importancia de la charla explicativa previa y la claridad de los guiones de prácticas. Todos estos datos son muy útiles para mejorar la calidad de las prácticas de laboratorio y fomentar la participación e interés del alumnado.

Tabla 1. Preguntas de la encuesta realizada a los alumnos

1	¿Qué práctica te ha gustado más?
2	¿Porque te ha gustado más esta práctica?
3	¿Qué práctica te ha gustado menos?
4	¿Por qué te ha gustado menos esta práctica?
5	¿Crees que el sistema de evaluación de la práctica mediante una prueba tipo test de PoliformaT (con preguntas similares al examen final de laboratorio) es adecuado?

6	¿Preferirías un sistema de evaluación mediante una memoria de cada práctica de laboratorio que hay que entregar una semana después de cada práctica (memoria con introducción, parte experimental, cálculos, discusión de los resultados y conclusiones) en lugar de la evaluación mediante una prueba tipo test de PoliformaT?
7	En global, ¿qué te ha gustado menos de las prácticas de laboratorio?
8	Con respecto a la duración de las prácticas, ¿te han parecido prácticas muy largas para la duración de 2 horas?
9	¿Crees que necesitas más tiempo para realizar algunas prácticas?
10	En caso de que creas que se necesita más tiempo para realizar algunas prácticas, ¿En cuáles necesitarías más tiempo?
11	¿La charla explicativa previa a la práctica te resulta importante para el entendimiento de la práctica?
12	¿Los guiones de prácticas son claros y permiten entender de forma adecuada las tareas a realizar?

4. Resultados

En el presente proyecto de innovación docente que hemos planteado es fundamental recopilar las opiniones de los estudiantes sobre los métodos de evaluación utilizados en la asignatura y sobre su satisfacción con las prácticas de laboratorio que realizan. Esto permite identificar las fortalezas y debilidades de los métodos de evaluación actuales y, en consecuencia, realizar mejoras en la calidad de la enseñanza, y también evaluar las mejoras que se pueden llevar a cabo en las sesiones prácticas de laboratorio. Tras realizar las encuestas se han analizado con detenimiento los resultados obtenidos.

Con respecto al primer objetivo basado en el desarrollo de un sistema de evaluación eficiente, la puntuación media para la pregunta *¿Crees que el sistema de evaluación de la práctica mediante una prueba tipo test de PoliformaT (con preguntas similares al examen final de laboratorio) es adecuado?* es de 4,36 sobre 5, lo que indica que la mayoría de los encuestados considera que el sistema de evaluación es adecuado. De hecho, la mayoría de los estudiantes valoraron positivamente este sistema de evaluación, con una puntuación de 4 o superior, y solo dos estudiantes no está satisfecho con el sistema de evaluación con una puntuación de 2 o menor (Fig. 1).

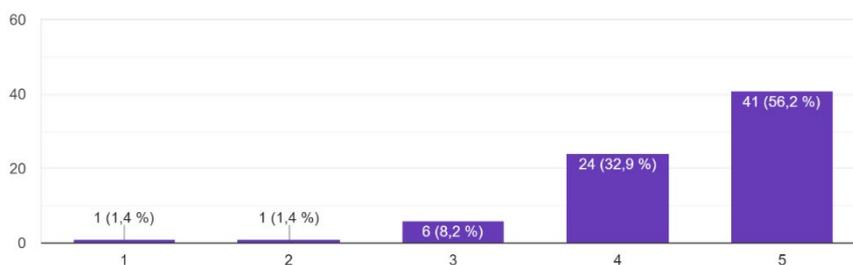


Fig. 1 Respuestas a la pregunta "¿Crees que el sistema de evaluación de la práctica mediante una prueba tipo test de PoliformaT (con preguntas similares al examen final de laboratorio) es adecuado?" en una escala numérica del 1 al 5.

En una segunda pregunta, se compara el sistema de evaluación basado en una prueba tipo test, con una memoria tradicional de laboratorio. En base a los resultados obtenidos a esta pregunta, *¿Preferirías un sistema de evaluación mediante una memoria de cada práctica de laboratorio que hay que entregar una semana después de cada práctica (memoria con introducción, parte experimental, cálculos, discusión de los resultados y conclusiones) en lugar de la evaluación mediante una prueba tipo test de PoliformaT?*, la gran mayoría de los estudiantes (el 97%) prefieren un sistema de evaluación mediante una prueba tipo test

de PoliformaT, de hecho, solo un estudiante de los encuestados manifestó que prefería un sistema de evaluación basado en una memoria de cada práctica de laboratorio (Fig. 2).

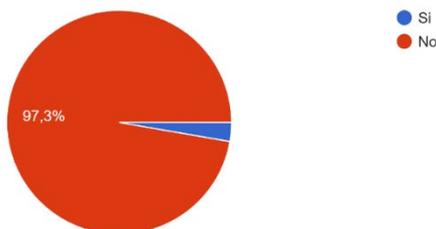


Fig. 2 Respuestas a la pregunta ¿Preferirías un sistema de evaluación mediante una memoria de cada práctica de laboratorio que hay que entregar una semana después de cada práctica (memoria con introducción, parte experimental, cálculos, discusión de los resultados y conclusiones) en lugar de la evaluación mediante una prueba tipo test de PoliformaT?.

Para el segundo objetivo, basado en las prácticas de laboratorio que más despiertan su atención y motivación, se incluyeron más cuestiones a los alumnos. En concreto, hay otras preguntas que hacen referencia a la duración de las prácticas, y ahí las respuestas obtenidas muestran que algunos estudiantes consideran que las prácticas son demasiado largas para la duración de dos horas, mientras que otros no tienen esa percepción (Fig. 3). También se observa que un porcentaje significativo de estudiantes (alrededor del 60%) siente que necesita más tiempo para realizar algunas prácticas. Los estudiantes indicaron que en las prácticas que necesitan más tiempo son termoquímica, conductividad, síntesis de nanopartículas de oro, síntesis de un MOF y equilibrio ácido-base, excepto en la práctica de introducción donde solo dos estudiantes indicaron que necesitan más tiempo. Estos resultados sugieren que sería adecuado revisar la complejidad de las prácticas, ya que la duración está limitada por la franja horaria asignada, y, por tanto, no es posible proporcionar más tiempo para su realización.

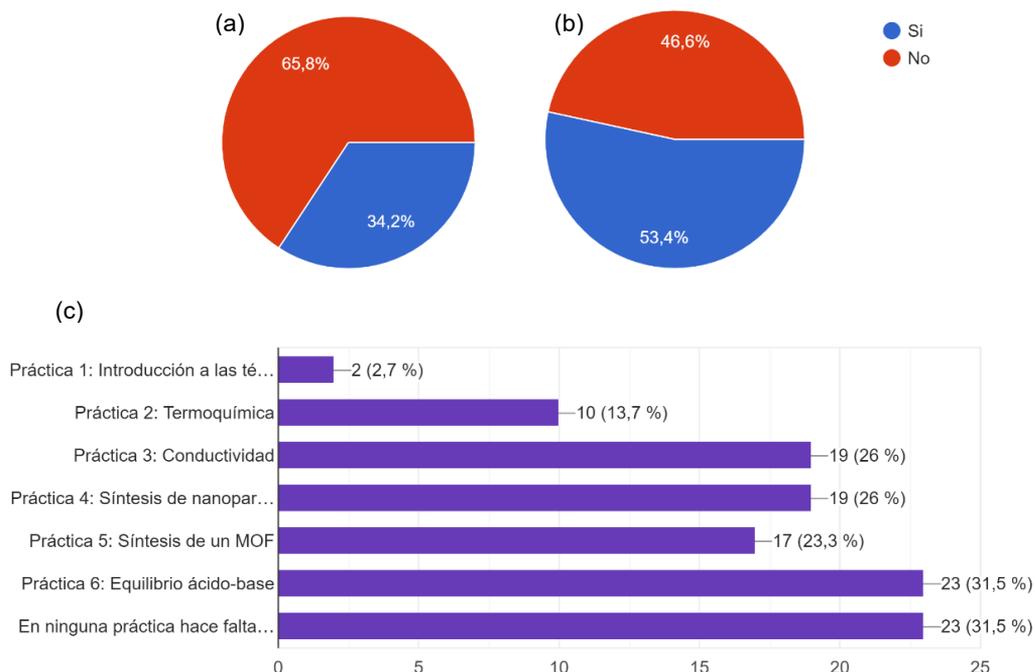


Fig. 3 Respuestas a las preguntas: (a) Con respecto a la duración de las prácticas, ¿te han parecido prácticas muy largas para la duración de 2 horas? (b) ¿Crees que necesitas más tiempo para realizar algunas prácticas?, (c) En caso de que creas que se necesita más tiempo para realizar algunas prácticas, ¿En cuáles necesitarías más tiempo?

Con el objetivo de saber la opinión de los alumnos sobre cada una de las prácticas de laboratorio se realizaron las preguntas *¿Qué práctica te ha gustado más?* y *¿Qué práctica te ha gustado menos?* (Fig. 4). Al analizar los resultados de la encuesta sobre que prácticas realizadas en el laboratorio les han gustado más, se puede observar que la práctica que más gustó fue la número 4, “Síntesis de nanopartículas de oro”, con un 65% de respuestas. Las prácticas restantes recibieron porcentajes variados de respuestas, con la práctica número 5 “Síntesis de un MOF”, en segundo lugar, con un 20% de respuestas positivas, y la práctica número 6, “Equilibrio ácido-base”, con un 10% de respuestas positivas. En contraste, las prácticas que menos gustaron fueron la número 1 “Introducción a las técnicas de laboratorio”, 2 “Termoquímica”, y 3 “Conductividad”, con menos de un 10% de respuestas positivas entre las tres. Estos resultados se reflejan en la segunda pregunta, ya que las prácticas que menos gustaron a los encuestados fueron la prácticas 1 “Introducción a las técnicas de laboratorio” y 3 “Conductividad” con un 27% de respuestas cada una convirtiéndose en las prácticas menos apreciadas seguidas de la práctica 2 “Termoquímica” con un 26% de las respuestas. Por otro lado, la práctica 5 “Síntesis de un MOF” recibió un 12% de respuestas negativas y las prácticas restantes, la número 4 “Síntesis de nanopartículas de oro” y la número 6 “Equilibrio ácido-base”, recibieron porcentajes similares de respuestas negativas en torno al 3-4%. Estos resultados sugieren que las prácticas introductorias y de conceptos fundamentales son menos populares entre los encuestados, que las prácticas de síntesis química.

Además, también se hicieron las preguntas de respuesta abierta *¿Por qué te ha gustado más esta práctica?* y *¿Por qué te ha gustado menos esta práctica?* con el fin de obtener información cualitativa e impresiones generales del alumnado. La mayoría de los estudiantes indicaron que la práctica que más les ha gustado es

debido a que les despierta más interés y es visualmente atractiva, con resultados claros y fácilmente observables. Algunos indican que la práctica que más les gustó es porque era la más sistemática y fluida que otras, mientras que otros apreciaron el uso de materiales como el oro y la nanotecnología como un factor que les gustó con respecto a otras prácticas. Además, la comprensión clara de los conocimientos teóricos detrás de la práctica y las aplicaciones prácticas de los resultados también fueron factores importantes para algunos estudiantes. Otros encontraron que la práctica que más les gustó era porque está fue la más divertida, amena y entretenida, o porque la práctica les dio la oportunidad de aprender algo nuevo. Hay que destacar que los cambios de color observados en prácticas como la 5 de síntesis de un MOF, la 4 de síntesis de nanopartículas de oro, y la 6 de los indicadores de pH también fueron factores atractivos para muchos estudiantes.

Con respecto a las prácticas que menos han gustado a los estudiantes, las respuestas de varios estudiantes indican que las prácticas que no les gustaron fueron percibidas como aburridas, pesadas, largas, repetitivas y tediosas. Algunos mencionaron que les resultó difícil de entender debido a la falta de conocimientos previos, complejidad de las fórmulas y falta de explicaciones claras. También hubo estudiantes que indicaron que la práctica era necesaria pero no muy interesante, y que requería hacer muchas mediciones y disoluciones resultando repetitiva. Para la mayoría de los estudiantes la práctica 1 de introducción, la percibieron como la más básica y menos interesante de todas las prácticas, pero entendieron que era necesaria para familiarizarse con el material.

En general, los resultados obtenidos de estas preguntas son fundamentales para poder mejorar las prácticas en el laboratorio y enfocar el planteamiento usado en las prácticas más populares entre los estudiantes para implementarlo en las prácticas menos valoradas.

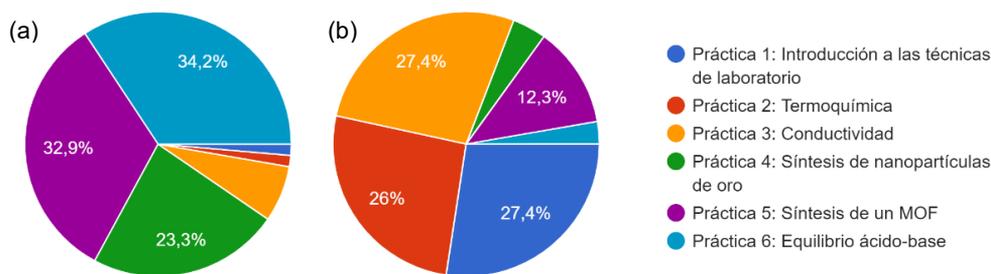


Fig. 4 Respuestas a las preguntas: (a) ¿Qué práctica te ha gustado más?, (b) ¿Qué práctica te ha gustado menos?

En la encuesta también se preguntó a los estudiantes sobre su percepción de la importancia de la charla explicativa previa a la práctica y si los guiones de prácticas eran claros y permitían entender de forma adecuada las tareas a realizar (Fig. 5). Las respuestas fueron dadas en una escala de 1 a 5, donde 1 indica “no importante/no claro” y 5 indica “muy importante/muy claro”. En cuanto a la importancia de la charla explicativa previa a la práctica, la mayoría de los estudiantes (56 de 70, es decir, el 80%) respondió con un 5, indicando que consideran muy importante esta charla para el entendimiento de la práctica, y solo 6 estudiantes respondieron con un 4, 7 estudiantes con un 3 y 1 estudiante con un 2. Con respecto a la claridad de los guiones de prácticas, los resultados fueron más dispersos. Un total de 33 estudiantes respondieron con un 5, indicando que consideran que los guiones son muy claros y permiten entender de forma adecuada

las tareas a realizar, y otros 23 estudiantes respondieron con un 4, 12 estudiantes con un 3, y 2 estudiantes con un 2.

En general, los resultados sugieren que la mayoría de los estudiantes consideran muy importante la charla explicativa previa a la práctica. En cuanto a la claridad de los guiones de prácticas, aunque la mayoría de los estudiantes consideran que son claros, hay un número significativo de estudiantes que consideran que podrían ser más claros. Por lo tanto, es importante que los profesores revisen y mejoren los guiones de prácticas para garantizar que sean claros y permitan a los estudiantes entender de forma adecuada las tareas a realizar.

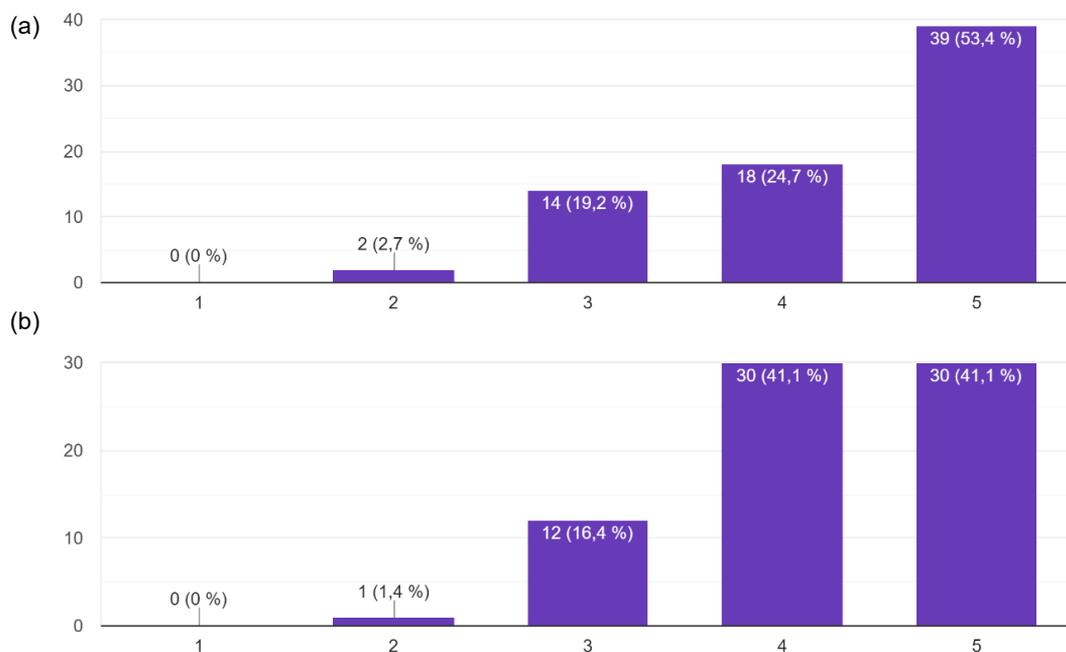


Fig. 5 Respuestas a las preguntas (puntuación en una escala del 1 al 5): (a) ¿La charla explicativa previa a la práctica te resulta importante para el entendimiento de la práctica?, (b) ¿Los guiones de prácticas son claros y permiten entender de forma adecuada las tareas a realizar?

Con respecto a las preguntas abiertas de evaluación general de la asignatura *¿qué te ha gustado más/menos de las prácticas de laboratorio?*, a los estudiantes les ha gustado poder aplicar la teoría de química de manera práctica y verla desde un punto de vista diferente. También valoran el ambiente de trabajo, trabajar con compañeros y la posibilidad de experimentar por su cuenta. Han encontrado las prácticas entretenidas, amenas y dinámicas, lo que ha ayudado a reforzar los conceptos teóricos y comprenderlos mejor. La variedad de prácticas, los materiales y los utensilios utilizados también han sido destacados como aspectos positivos. Además, les ha gustado poder familiarizarse con un laboratorio y la oportunidad de conocer más de cerca el tratamiento y uso de los elementos de un laboratorio de química. Con respecto a los aspectos que menos les han gustado de las prácticas, algunos estudiantes mencionaron que las prácticas de laboratorio eran demasiado largas y tediosas, lo que les dificultaba terminarlas a tiempo. Además, algunos consideraron que las explicaciones teóricas eran demasiado largas o poco claras, y que algunos materiales utilizados podían ser peligrosos. Otros mencionaron que algunas prácticas eran repetitivas o demasiado

simples, y que las preguntas de las pruebas tipo test no estaban en línea con lo que se enseñaba en clase. También se mencionó la falta de tiempo y la necesidad de apresurarse para completar algunas prácticas. Por otro lado, algunos estudiantes estuvieron contentos con las prácticas en general y no tuvieron problemas específicos que mencionar.

5. Conclusiones

En el proyecto de innovación docente que se ha desarrollado se ha basado en (i) la implementación de una prueba de evaluación de tipo test *on line* al finalizar cada práctica de laboratorio, y en (ii) encontrar los aspectos de las sesiones prácticas de laboratorio que generan más interés al alumnado.

Para ello, se ha recopilado la opinión de los estudiantes sobre los métodos de evaluación utilizados en la asignatura, mediante una encuesta en la que han participado 73 alumnos. Los resultados obtenidos muestran que la mayoría de los encuestados considera que el sistema de evaluación de la práctica mediante una prueba tipo test de PoliformaT es adecuado y prefieren este sistema de evaluación frente a una memoria de cada práctica de laboratorio. Además, se ha observado que algunos estudiantes consideran que las prácticas son demasiado largas y que necesitan más tiempo para realizarlas, especialmente en las prácticas de termoquímica, conductividad, síntesis de nanopartículas de oro, síntesis de un MOF y equilibrio ácido-base. Por tanto, en próximos cursos se simplificará el número de tareas de cada práctica ya que no se puede aumentar el tiempo de cada sesión por las limitaciones horarias. Finalmente, se ha preguntado a los estudiantes sobre su opinión sobre cada una de las prácticas de laboratorio, y se ha encontrado que la práctica que más gustó fue la síntesis de nanopartículas de oro y en general las prácticas con cambios visuales de color son valoradas positivamente por los alumnos, mientras que las prácticas que menos gustaron fueron la introducción a las técnicas de laboratorio, la termoquímica y la conductividad. Esta información permitirá la revisión de estas prácticas menos valoradas para incluir aspectos más visuales permitirá mejorar el interés de los estudiantes y por tanto la calidad de la enseñanza de esta asignatura.

Los resultados obtenidos en las encuestas de evaluación muestran que se ha implementado satisfactoriamente una mejora educativa importante en el método de evaluación de las prácticas de laboratorio de la asignatura, y, además, se ha obtenido información vital para mejorar las prácticas de laboratorio en próximos cursos.

6. Referencias

- TODD, C.; MELCHOR CEBALLOS, C.; & MONICA C. SO, M. (2022). "Synthesis, characterization, and evaluation of metal–organic frameworks for water decontamination: an integrated experiment" en *Journal of chemical education*, 99, 6, 2392–2398, DOI: 10.1021/acs.jchemed.2c00115
- ESPINOSA-RÍOS, E. A.; GONZÁLEZ-LÓPEZ, K. D.; & LIZETH TATIANA HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, L. A. (2016). "Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar" en *Entramado Universidad Libre*, 12 (1), 266-281.
- HANCOCK, L. M. & HOLLAMBY, M. J. (2020). Assessing the Practical Skills of Undergraduates: The Evolution of a Station-Based Practical Exam. *Journal of chemical education*, 97 (4), 972–979. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00733

HODSON, D. (1994) “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio” en *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299- 313.

INDA CARO, M.; ÁLVAREZ GONZÁLEZ, S. & ÁLVAREZ RUBIO, R. (2008) “MÉTODOS DE EVALUACIÓN EN LA ENSEÑANZA SUPERIOR” en *Revista de Investigación Educativa*, 26 (2), 539–552.

JAMES, N. M. & LADUE, N. D. (2021). “Pedagogical Reform in an Introductory Chemistry Course and the Importance of Curricular Alignment” en *Journal of chemical education*, 98 (11), 3421–3430. DOI:10.1021/acs.jchemed.1c00688

MURILLO TORRECILLA, F. J. (2003) “El Movimiento teórico-práctico de mejora de la escuela. Algunas lecciones aprendidas para transformar los centros docentes” en *REICE – Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio Educativo*, 1.2, 1-22. ISSN: 1696–4713

PUJOLÀS, P; LUNA, M.; LAGO, J. R.; GRANIZO, L.; BARRIOS, Á.; HUGUET, T.; ANDRÉS, S. (2011) “Orientación educativa. Procesos de innovación y mejora de la enseñanza” Editado por ©Secretaría General Técnica. Catálogo de publicaciones del Ministerio: educación.es. Catálogo general de publicaciones oficiales; publicacionesoficiales.boe.es. ©Editorial GRAÓ, de IRIF, S.L. Ministerio de Educación, Secretaría General Técnica.

REVIGNAS, D.; & AMENDOLA, V. (2022). “Artificial Neural Networks Applied to Colorimetric Nanosensors: An Undergraduate Experience Tailorable from Gold Nanoparticles Synthesis to Optical Spectroscopy and Machine Learning” en *Journal of Chemical Education*, 99 (5), 2112-2120. DOI: 10.1021/acs.jchemed.1c01288

SANCHEZ, J. M. (2022). Are basic laboratory skills adequately acquired by undergraduate science students? How control quality methodologies applied to laboratory lessons may help us to find the answer. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 414 (12), 3551–3559. DOI: 10.1007/s00216-022-03992-x

SÁNCHEZ, G. H.; ODETT. H. S.; & LORENZO, M. G. (2017) “La práctica docente en el laboratorio universitario y el conocimiento didáctico del contenido de química inorgánica” en *Enseñanza de las ciencias*, n.º extraordinario: 183-189.

SPENCER, J. N. (1999). “New Directions in Teaching Chemistry: A Philosophical and Pedagogical Basis” in *Journal of chemical education*, 76 (4), 566. DOI:10.1021/ed076p566