




Rendimiento del alumnado en un entorno semi-virtual durante el aprendizaje de la asignatura Experimentación en Ingeniería Química II. Comparación con el escenario presencial.


Performance of students in a semi-virtual environment during the learning of the subject Experimentation in Chemical Engineering II. Comparison with the face-to-face scenario.


Carmen M. Sánchez Arévalo^a, María José Luján Facundo^b, Antonio D. Rodríguez Lopez^c, Eva Ferrer Polonio^d, Manuel César Martí Calatayud^e

^aDpto. de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia. carsana5@upv.es,  ORCID)

^bDpto. de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia. malufa@etsii.upv.es,  ORCID)

^cDpto. de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia. anrodlo@iqn.upv.es,  ORCID)

^dDpto. de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia. evferpo@posgrado.upv.es,  ORCID)

^eDpto. de Ingeniería Química y Nuclear, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia. mcmarti@iqn.upv.es,  ORCID)

How to cite: Carmen M. Sánchez Arévalo, María José Luján Facundo, Antonio D. Rodríguez Lopez, Eva Ferrer Polonio, Manuel César Martí Calatayud. 2022. Rendimiento del alumnado en un entorno semi-virtual durante el aprendizaje de la asignatura Experimentación en Ingeniería Química II. Comparación con el escenario presencial. En libro de actas: VIII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red. Valencia, 6 - 8 de julio de 2022. <https://doi.org/10.4995/INRED2022.2022.15872>

Abstract

During the academic year 2020-2021, face-to-face teaching had to be adapted to the virtual environment to meet with the requirements of the health recommendations derived from the COVID-19 pandemic. After the returning to the face-to-face mode, it is now possible to evaluate the impact of the semi-virtual teaching on the learning outcomes within laboratory practice sessions. A comparative between the students performance in a semi-virtual and a presential teaching environment has been conducted. This has been specifically applied to the laboratory subject Experimentation in Chemical Engineering II, which is taught in the Bachelor of Chemical Engineering Degree. This degree is taught in the Superior Technical School of Industrial Engineers (ETSII) of the Universitat Politècnica de València (UPV).

Keywords: *Semi-virtual teaching, presential teaching, evaluation, results comparison*

Resumen

Durante el curso 2020-2021, la docencia presencial tuvo que adaptarse al ámbito virtual para cumplir con las recomendaciones sanitarias derivadas de la pandemia de COVID-19. Tras volver a la modalidad presencial, es posible evaluar el impacto de la semi-presencialidad sobre los resultados de aprendizaje derivados de las sesiones de laboratorio. Se ha llevado a cabo una comparación del rendimiento del alumnado observado en ambos entornos, para el caso particular de la asignatura de laboratorio Experimentación en Ingeniería Química II, que se imparte en el Grado de Ingeniería Química, en la Escuela Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universitat Politècnica de València (UPV).

Palabras clave: *Docencia semi-virtual, docencia presencial, evaluación, comparación de resultados*

1. Introducción

Desde marzo de 2020, la pandemia de COVID-19 ha forzado a la comunidad universitaria a adaptarse a nuevas metodologías de enseñanza y desarrollo de competencias, con el objetivo de garantizar el aprendizaje del estudiantado y el correcto desarrollo de las asignaturas impartidas.

Durante muchos meses del curso 2020/2021, el confinamiento de la población y las recomendaciones sanitarias motivaron una docencia preferentemente no presencial. Como consecuencia, la impartición de las asignaturas se modificó para ajustarse a los modelos de docencia virtual o semi-virtual. En muchos casos, se adoptó la docencia on-line de manera síncrona, pero también se establecieron sesiones asíncronas basadas en material audiovisual proporcionadas por el profesorado. La estimulación del aprendizaje autónomo y la tutorización a distancia también se emplearon como estrategias para el desarrollo de las asignaturas (Wu, 2021).

Lógicamente, todos estos cambios debidos al uso de metodologías no presenciales, produjeron un impacto sobre la eficacia del aprendizaje y, adicionalmente, sobre la satisfacción del alumnado y profesorado (Ranadewa *et al.*, 2021; Sancho Fernández *et al.*, 2021). Las afectaciones que sufrió la actividad educativa fueron incluso más palpables en asignaturas experimentales, que implican necesariamente la presencialidad en determinados entornos, como puede ser un laboratorio, campo, taller, etc para adquirir todos los resultados de enseñanza-aprendizaje requeridos en la experimentación. Así, el reto de la docencia en remoto fue especialmente complejo para estas asignaturas, ya que se requiere un trabajo presencial, y además, en muchos casos, de carácter colaborativo (entre diferentes miembros de un equipo de trabajo) y activo.

Durante el curso 2021/2022, la situación sanitaria ha vuelto a permitir la docencia completamente presencial, con lo que se ha restaurado la normalidad en el ámbito académico. Tras la evaluación de las asignaturas del primer cuatrimestre de 2021/2022, existen datos disponibles que nos permiten comparar el rendimiento de la docencia virtual (o semi-virtual) ejercida durante el curso 2020/2021 (especialmente durante el primer cuatrimestre) con el de la docencia presencial post-pandemia.

La asignatura Experimentación en Ingeniería Química II (EIQII) se imparte en el primer cuatrimestre del tercer curso del Grado en Ingeniería Química, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universitat Politècnica de València. Durante la asignatura se llevan a cabo sesiones de laboratorio que pretenden reforzar y complementar los contenidos de otras asignaturas de teoría del Grado mediante su

aplicación práctica. El bloque temático de Operaciones de Separación comprende las prácticas de Extracción Sólido-Líquido (P1), Agitación (P2), Filtración (P7) y Sedimentación (P8); el bloque de Cinética Química y Catálisis incluye las práctica de Catálisis Homogénea (P3) y Catálisis Heterogénea (P4); y el último bloque, Reactores Químicos, comprende las prácticas de Determinación del tiempo de residencia en reactor de flujo pistón (P5) y Reactor discontinuo de tanque agitado adiabático (P6). Los tres bloques que se tratan en EIQUI y las correspondientes prácticas de laboratorio incluídas en cada uno de ellos se presentan en la Figura 1.

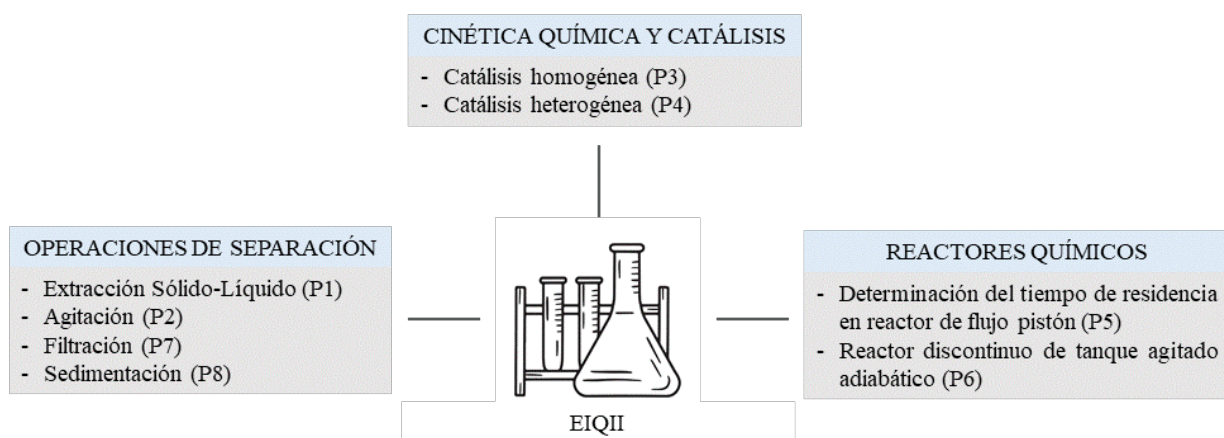


Fig. 1 Bloques de conocimiento incluídos en la asignatura Experimentación en Ingeniería Química II

Cada sesión práctica sigue un esquema similar, aunque puede variar ligeramente, para adaptarlo a los contenidos que se imparten en cada una de ellas.

- Preparación de un Informe Previo. El guión y materiales necesarios para llevar a cabo la práctica se pone a disposición de los alumnos con antelación suficiente, para que puedan revisarlos y elaborar un Informe Previo. Este documento entregable asegura que se realice un trabajo preliminar sobre los aspectos fundamentales de la práctica. Se trata de una serie de preguntas a responder por el grupo que luego llevará a cabo la práctica experimental. Algunas de estas preguntas implican la elaboración de cálculos sencillos que agilizan la sesión de prácticas y garantizan que el alumno lea el guión previamente. Otros apartados del Informe Previo inciden sobre aspectos que el alumnado debe conocer profundamente antes de realizar la práctica experimental.
- Explicación inicial, por parte del profesor, de los conceptos que se van a trabajar (con una duración aproximada de 10-15 minutos). Se detallan también las pautas experimentales para llevar a cabo los ensayos pertinentes.
- Elaboración de la práctica en grupos de trabajo reducidos (comprendido entre 3 y 5 alumnos, generalmente), para facilitar el trabajo en equipo. Esta sesión tiene una duración aproximada de 3 horas y 45 minutos, incluyendo la explicación inicial.
- Sesión en un aula de informática para resolver dudas y trabajar los datos derivados de la práctica.
- Entrega de una Trabajo Académico, en el que se presentan los resultados obtenidos y la correspondiente discusión.

En esta contribución, se pretende analizar el impacto de la introducción de la docencia semi-virtual en esta asignatura experimental, EIQII, así como el efecto que ha tenido el retorno a la modalidad presencial sobre el aprendizaje del alumnado.

2. Objetivos

Para mejorar continuamente la experiencia educativa del estudiantado de Grado y adaptarse a las transformaciones propuestas por el sistema universitario y por la sociedad actual, los autores de esta comunicación siguen una estrategia conjunta desde la implantación de las actuales titulaciones. En particular, en esta comunicación, el objetivo principal es comparar la aplicación de la docencia semi-virtual (necesaria durante el curso 2020-2021) con la modalidad presencial, desde el punto de vista del aprendizaje del estudiantado, en el contexto de una asignatura experimental en el Grado de Ingeniería Química.

Además, en esta contribución se persiguen los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de la docencia semi-virtual sobre los diferentes métodos de evaluación: Trabajos académicos, prueba escrita de respuesta abierta y pruebas de observación.
- Estudiar el impacto de la docencia semi-virtual sobre el aprendizaje dentro de cada unidad temática.
- Analizar el efecto de la docencia semi-virtual sobre la nota final de la asignatura.
- Concluir si la docencia semi-virtual afecta, de alguna forma, al aprendizaje del estudiantado o si, por el contrario, se consiguió una adaptación exitosa de la asignatura al entorno *on-line*.

3. Desarrollo de la innovación

A continuación, se detallan las actividades llevadas a cabo para adecuar la asignatura a las dos modalidades que se han comentado anteriormente, es decir, la modalidad semi-virtual y el retorno a la modalidad presencial. Además, se explicará la metodología aplicada para comparar ambos casos.

3.1 Adaptación de la asignatura a la modalidad semi-virtual

Como se ha explicado anteriormente, la metodología docente aplicada en la asignatura EIQII tuvo que modificarse, de forma que el alumnado pudiera familiarizarse con los bloques de conocimiento detallados en la Figura 1 a pesar de la modalidad semi-presencial fijada en ese momento. De acuerdo con los Criterios Académicos Para la Planificación del Curso 2020/2021 publicados por la UPV, el aforo de los laboratorios docentes quedó limitado a una persona por cada 5 m² (UPV, 2021). En el contexto del Departamento de Ingeniería Química y Nuclear (que es responsable de la asignatura EIQII), las limitaciones de aforo implicaron que sólo la mitad de los alumnos matriculados en cada grupo podía asistir al laboratorio.

Para garantizar que todo el alumnado tuviera las mismas oportunidades para acceder a los instrumentos y equipos del laboratorio, se decidió establecer un sistema de turnos. Según este sistema, en cada sesión, cada grupo de prácticas (4 - 6 alumnos) se desdobló en dos. Así, la mitad del equipo de trabajo (es decir, 2 o 3 personas) podía asistir presencialmente a una práctica, mientras que la otra mitad debía realizarla de forma virtual. Esta situación se producía a la inversa para la siguiente práctica, es decir, los alumnos que habían

acudido a la anterior sesión de laboratorio no asistirían presencialmente, sino que lo harían aquellos miembros del equipo que permanecieron en casa durante la práctica anterior. De esta forma cada alumno realizó 4 prácticas presenciales y 4 virtuales.

En cualquier caso, tanto si asistían presencialmente al laboratorio o no, el guión de la práctica debía trabajarse en conjunto por todo el equipo completo, y entregar, por tanto, el correspondiente Informe Previo. Además, los datos obtenidos experimentalmente en el laboratorio debían compartirse con todo el grupo para su estudio y puesta en común durante la sesión informática (para resolución de dudas y preparación del Trabajo Académico). Esta sesión se llevó a cabo mediante la plataforma Teams durante el curso 2020-2021, para cumplir con las normas de aforo. Así, se podía realizar conjuntamente el Trabajo Académico derivado. El diagrama de esta reorganización puede revisarse en la Figura 2.

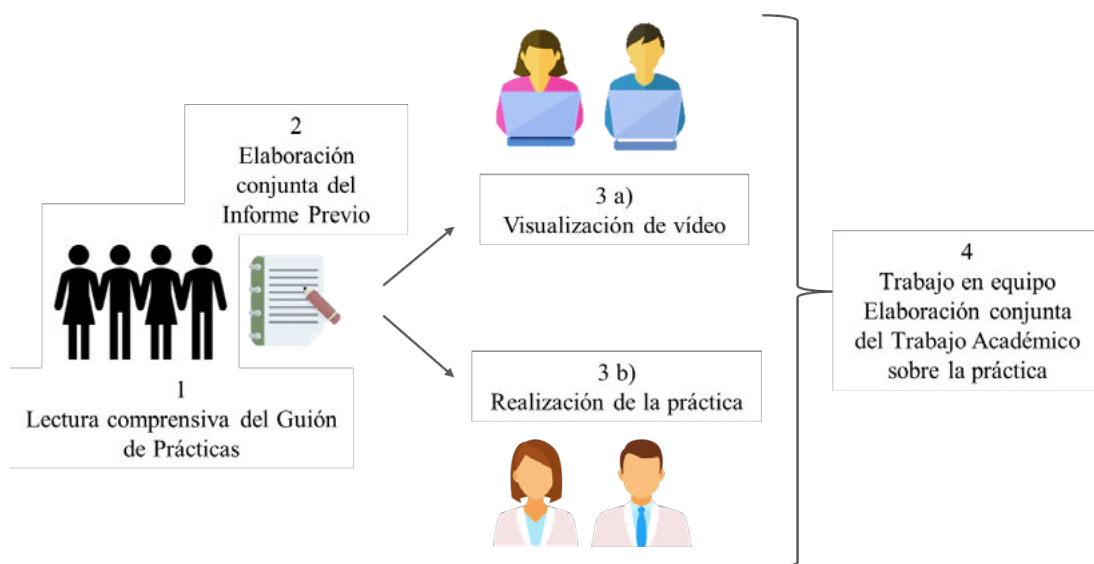


Fig. 2 Organización de las sesiones prácticas para adaptar la asignatura a la modalidad semi-virtual.

Todos los alumnos del grupo realizaron el mismo número de prácticas presenciales, mediante un reparto equitativo de las sesiones. Sin embargo, como en cada práctica se trabajan conocimientos diferentes (ver Figura 1), fue necesario aportar al alumnado material (en este caso, audiovisual) que les permitiese familiarizarse también con los conceptos de sus sesiones no presenciales y poder colaborar en el Trabajo Académico. Para ello, el personal docente de la asignatura elaboró vídeos detallados que combinaban la explicación teórica con la visualización de los ensayos de laboratorio, realizados paso a paso. De esta forma, el aprendizaje se conseguía mediante la preparación del Informe Previo, la asistencia a la sesión de laboratorio o visualización del vídeo correspondiente y el trabajo conjunto (de todo el equipo) para tratar los datos recabados por los asistentes a la práctica presencial y elaborar el Trabajo Académico.

3.2 Retorno a la modalidad presencial

En el curso 2021/22, dado que la situación sanitaria en España permitió retomar las clases con una presencialidad completa, la asignatura volvió a desarrollarse íntegramente en las instalaciones del campus de Vera de la UPV. Además de las ventajas evidentes de la modalidad presencial (especialmente tratándose

de esta asignatura experimental), EIQUI se ha beneficiado de los esfuerzos para su virtualización, que han contribuido a renovar la asignatura.

Entre los beneficios derivados de la introducción de recursos digitales en la enseñanza podemos encontrar una mayor motivación y participación del alumnado (Lin, Chen and Liu, 2017). En este sentido, se ha aprovechado el contenido digital creado en el curso 2020/2021 (el cual ha continuado a disposición del estudiantado) para reforzar la docencia presencial impartida en el actual curso 2021/2022. De esta forma, tanto el profesorado como el alumnado se ha beneficiado de estas nuevas herramientas, que han servido para completar las explicaciones e ilustrar determinados conceptos y procesos.

3.3 Comparación de las calificaciones obtenidas en el escenario semi-virtual y presencial

Para llevar a cabo el estudio comparativo entre el aprovechamiento académico en el entorno semi-virtual y presencial, se han estudiado las calificaciones obtenidas en ambos casos, para cada una de las pruebas de evaluación que se realizan en EIQUI. Estas pruebas de evaluación son las siguientes:

- Calificación del trabajo académico correspondiente a cada práctica de laboratorio. Esta nota es común para todo el grupo de prácticas.
- Calificación de una prueba de respuesta abierta. Se trata de una prueba individual en la que se evalúan los conceptos trabajados en las sesiones experimentales.
- Calificación de una prueba de observación en el laboratorio. Esta prueba permite evaluar la capacidad de estudiante para trabajar en el laboratorio, en grupo, y asimilar los conceptos más relevantes.

Las calificaciones medias obtenidas por los estudiantes en cada uno de estos actos de evaluación durante la docencia semi-virtual se han comparado con las calificaciones medias obtenidas tras el retorno a la presencialidad. La distribución de notas entre las distintas partes también se ha estudiado. De esta manera, es posible evaluar el impacto que ha tenido la virtualización de la asignatura sobre el aprendizaje del alumnado.

4. Resultados

A continuación se muestran los principales resultados obtenidos tras evaluar la experiencia llevada a cabo con la implantación de la docencia semi-virtual, durante un curso académico, en la asignatura de Experimentación en Ingeniería Química II. Para ello, se van a comparar las notas obtenidas por el alumnado en el entorno semi-virtual (con un grupo poblacional de 76 estudiantes) con el presencial (con un grupo poblacional de 69 estudiantes).

4.1. Influencia sobre las calificaciones obtenidas en los trabajos académicos

Como se ha comentado anteriormente en la sección 1, la asignatura está dividida en 8 prácticas de laboratorio y, tras la realización de cada una de las 8 prácticas, se ha de elaborar, en grupo, el correspondiente trabajo académico. En este apartado se evalúa si la aplicación de la docencia semi-virtual tuvo algún efecto sobre la nota obtenida por el alumnado en los diferentes trabajos académicos. Para tal fin,

en la Figura 3 se muestran las calificaciones medias en base 10 (junto con la desviación estándar) obtenidas en los trabajos académicos asociados a cada una de las prácticas y durante dos cursos académicos consecutivos (curso 2020-2021 en el que la docencia fue semi-virtual y curso 2021-2022 en el que la docencia fue presencial).

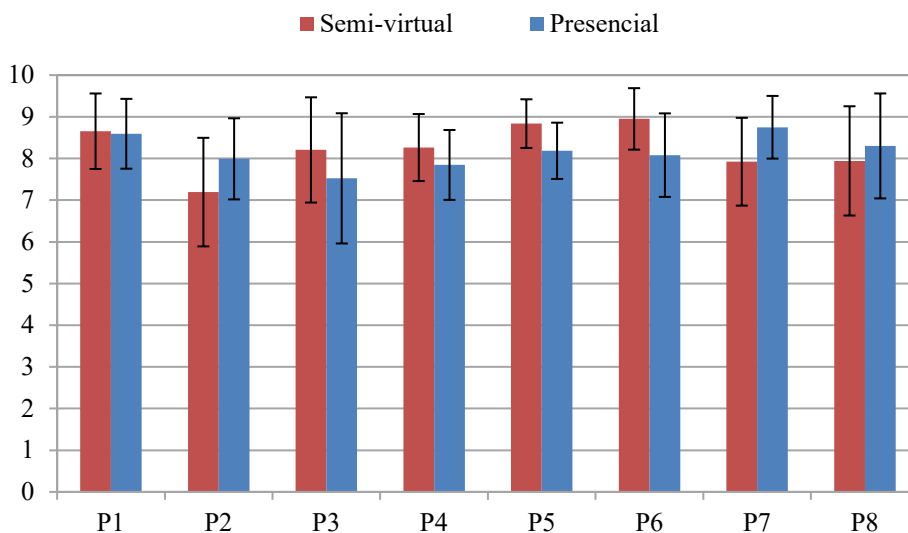


Fig. 3 Calificaciones obtenidas para los diferentes trabajos académicos.

Se observa que, en todos los casos, exceptuando las prácticas 2, 7 y 8, las calificaciones obtenidas cuando la docencia fue semi-virtual fueron ligeramente superiores a las obtenidas para una docencia presencial. Además, se puede comprobar que todas las calificaciones son muy similares, independientemente del tipo de docencia aplicada, y que las calificaciones son bastantes altas (por encima de 7) en todos los casos. Esto indica que la asimilación de los conceptos derivados de las prácticas fue correcta en todos los casos, independientemente del escenario presencial o semi-virtual. Además, se observa que el trabajo en grupo tampoco se vió afectado, aunque los alumnos no participasen todos juntos en la sesión de laboratorio (en el caso del curso 2020-2021). Posiblemente, la semi-presencialidad (frente a un escenario totalmente virtual) haya sido un aspecto muy relevante en el éxito del aprendizaje que se observó durante el curso 2020-2021. En este caso, al menos un 50% de los integrantes del grupo asistió presencialmente al laboratorio. Esto puede haber favorecido la asimilación de conceptos para estos alumnos y, además, las discusiones, debates y explicaciones que surgieran entre los miembros del grupo (tanto los que hicieron la práctica en el laboratorio como los que siguieron la modalidad virtual) podrían haber contribuido al aprendizaje activo y profundo (Biggs, 1999).

4.2. Influencia sobre la prueba de respuesta abierta y la observación

Como se comentó anteriormente en la sección 3.3, además del trabajo académico, la asignatura engloba otros dos métodos de evaluación: la prueba de respuesta abierta y la prueba de observación. Seguidamente se estudiará el efecto de la docencia semi-virtual con respecto a estos dos métodos de evaluación. Estos dos métodos evalúan de forma individual al alumnado, al contrario que el trabajo académico, que corresponde a una nota grupal. Como muestra la Figura 4, la nota media obtenida (en base 10) por todos los alumnos de

un determinado curso académico en la prueba de observación y en la prueba de respuesta abierta, es ligeramente superior para el caso de la docencia semi-virtual, sin embargo, las diferencias son pequeñas. Así, se puede afirmar que la implantación de la docencia semi-virtual no afectó al rendimiento del estudiantado. En la figura 4, también se ha representado la nota media obtenida en todos los trabajos académicos correspondientes a todos los alumnos de cada uno de los cursos evaluados. Aquí podemos ver que, al contrario que sucede con las otras dos pruebas evaluativas, los diferentes métodos de enseñanza no afectaron a la calificación obtenida.

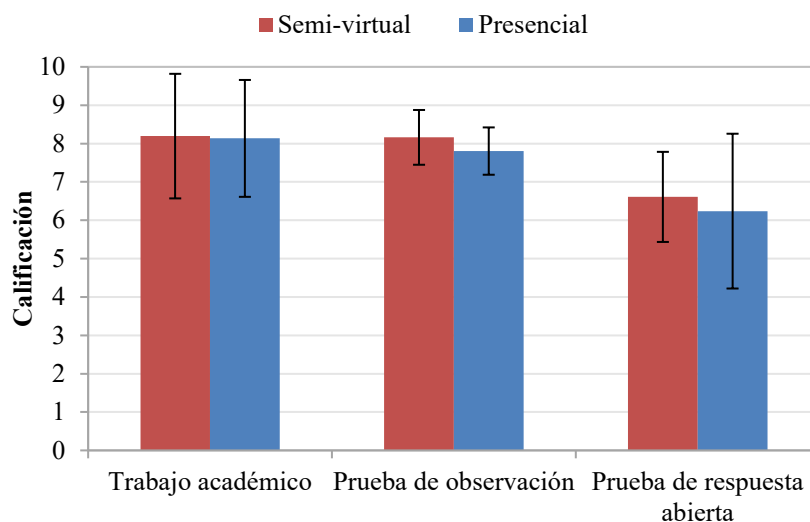


Fig. 4 Calificaciones obtenidas en los diferentes métodos de evaluación.

La figura 5 representa la distribución de calificaciones agrupadas por rango de nota (notas entre 0 y 4,99 son “suspense”, notas entre 5 y 5,99 se consideran “aprobado”, notas entre 6 y 6,99 se consideran “bien”, notas entre 7 y 8,99 son “notable” y notas entre 9 y 10 son “sobresaliente”) obtenidos en cada prueba de evaluación. En el caso del trabajo académico (TA), el número de sobresalientes obtenidos es ligeramente superior para el caso de la docencia semi-virtual. Los resultados obtenidos en la prueba de respuesta abierta (PER) con las dos metodologías diferentes estudiadas reflejan muy poca diferencia y los correspondientes diagramas de sectores son casi idénticos. Finalmente, los resultados alcanzados en la prueba de observación (PO) reflejan que el número de sobresalientes obtenidos es mayor para el caso de la docencia presencial. Este último hecho puede deberse a que, desde el punto de vista de las calificaciones de la prueba de observación, al coincidir en el laboratorio presencialmente todos los miembros de un grupo quizás haya un mejor aprovechamiento de la sesión.

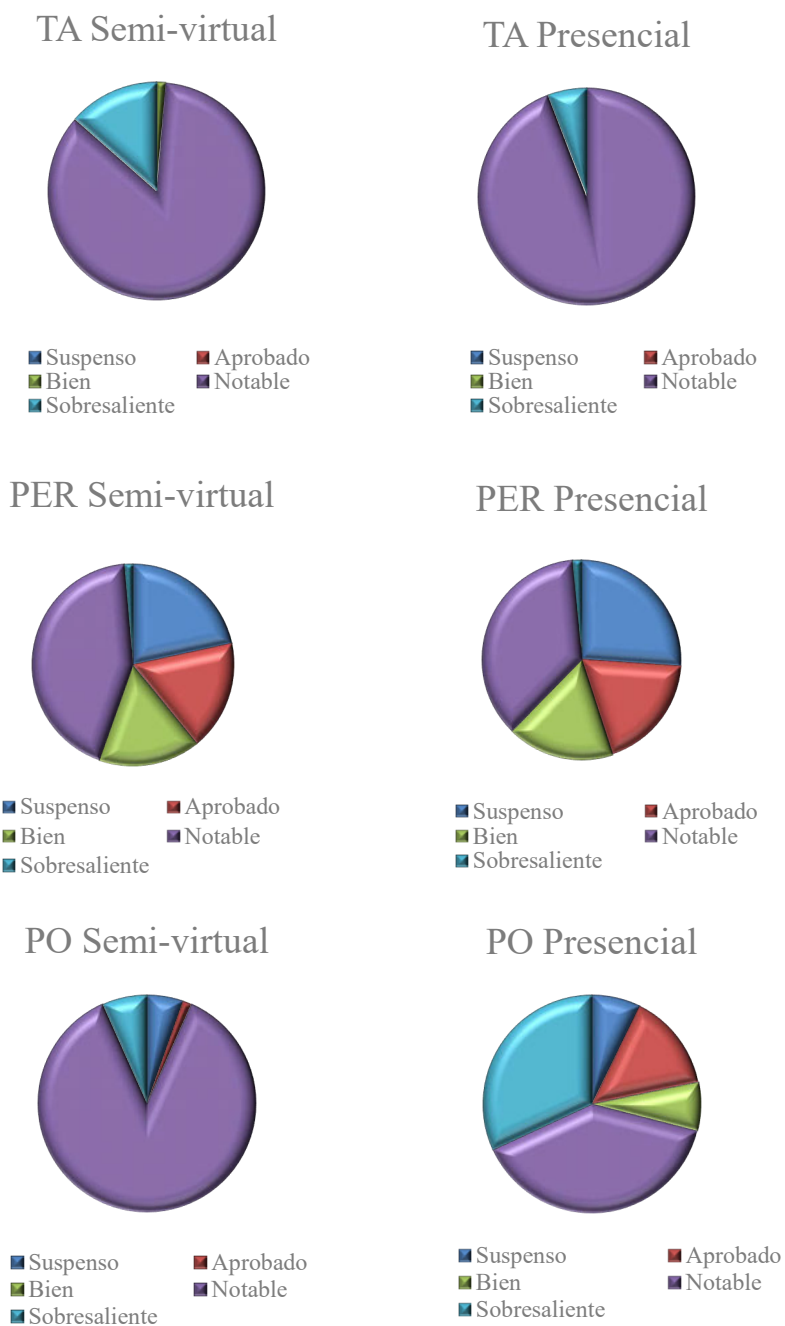


Fig. 5 Distribución de calificaciones agrupadas por rango de nota obtenidos en cada prueba de evaluación.

4.3. Influencia sobre la nota final de la asignatura

La figura 6 refleja la nota final de la asignatura (agrupada por rango de nota) obtenida para cada método docente aplicado. Se observa que, tanto el número de sobresalientes como de notables alcanzados en el curso académico en el que la docencia fue semi-virtual fue ligeramente superior a los obtenidos en el curso en el que la docencia fue puramente presencial. Este hecho refleja la efectividad del escenario virtual. El hecho de que las calificaciones fueran incluso superiores a las obtenidas durante la modalidad presencial tiene relación con las diferencias propias entre las diversas promociones del Grado. Además, es posible que el sobreesfuerzo realizado (tanto por los estudiantes como por el profesorado) para llevar a cabo las sesiones no presenciales repercutiera positivamente en el rendimiento del alumnado.

En cualquier caso, estos resultados siguen la misma tendencia que los mostrados anteriormente, es decir, que la aplicación de la docencia semi-virtual fue exitosa y no tuvo consecuencias negativas sobre las calificaciones obtenidas por el estudiantado.

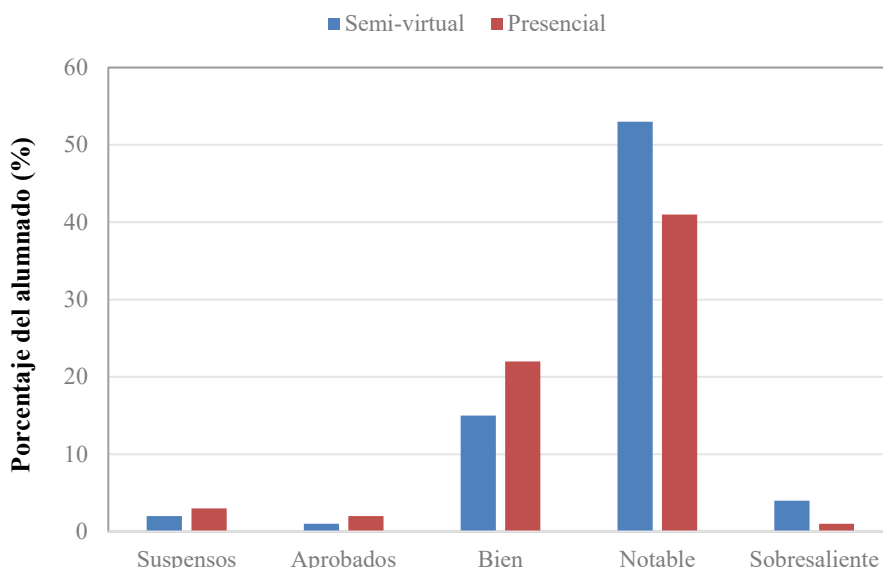


Fig. 6 Nota final de la asignatura agrupada por rango de nota.

5. Conclusiones

Seguidamente se detallan las conclusiones derivadas del estudio del impacto de la aplicación de la docencia semi-virtual en una asignatura experimental en el Grado de Ingeniería Química. En primer lugar, los resultados demuestran que la docencia semi-virtual no ha repercutido negativamente sobre las calificaciones obtenidas por el estudiantado, en ninguno de los tres métodos de evaluación (trabajo académico, prueba de respuesta abierta y prueba de observación). En segundo lugar, si se observan los resultados obtenidos, en cuanto a la nota final de la asignatura, tampoco ha habido diferencias significativas.

En líneas generales, se puede concluir que la modalidad semi-virtual no ha afectado al rendimiento del estudiantado ya que no ha disminuido su rendimiento académico y no se han obtenido peores calificaciones en comparación con el escenario presencial. Adicionalmente, la adaptación de la asignatura al entorno virtual ha supuesto un aprendizaje valioso relacionado con la creación y renovación de materiales digitales, así como el aprovechamiento de los entornos virtuales de aprendizaje, en los que se facilita la evaluación continua y el seguimiento del alumnado. Todos estos aspectos han contribuido a renovar la asignatura, le han aportado dinamismo y han mejorado la calidad de la docencia de este área en los cursos venideros.

6. Referencias

- Biggs, J (1999). La buena enseñanza : principios y práctica. En Biggs, J. *Calidad del Aprendizaje Universitario*. Buckingham: Open University Press, 99-127.
- Criterios académicos para la planificación del curso 2020/2021 en la Universitat Politècnica de València*. (Julio, 2020) https://www.upv.es/entidades/VECA/noticia_1133961c.html
- Lin, M.H., Chen, H.C., Liu, K.S. (2017). A Study of the Effects of Digital Learning on Learning Motivation and Learning Outcome en *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13 (7): 3553-3564. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2017.00744A>
- Ranadewa, D. U.N., Gregory T.Y., Boralugoda, D. N., Silva, J. A. H. T. y Jayasuriya, N. A. (2021) 'Learners' Satisfaction and Commitment Towards Online Learning During COVID-19: A Concept Paper. *Vision: The Journal of Business Perspective*. 1-11. <https://doi.org/10.1177/09722629211056705>
- Sancho Fernandez, M., Cuartas Uribe, M. B., Belanche Paricio, M. I., Bes Pia, A. García Fayos, B., Ferrer-Polonio, E., Rodríguez-López, A.D., Iborra Clar, A., Martí-Calatayud y M. C., Ortega Navarro, E. M. (2021). Análisis de Resultados tras la Adaptación a Modalidad Online de una Práctica de una Asignatura de 1º del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. En VII Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red (IN-RED 2021). Valencia. <https://doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13444>
- Wu, S. (2021). How Teachers Conduct Online Teaching During the COVID-19 Pandemic: A Case Study of Taiwan. *Frontiers in Education*, (6). <https://doi.org/10.3389/FEDUC.2021.675434/BIBTEX>