



EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN PRÁCTICAS DE LABORATORIO UNIVERSITARIAS

Pilar García Jiménez¹
Marina Carrasco Acosta²
Milagros Rico Santos³

RESUMEN

El objetivo del trabajo es evaluar el logro de las competencias vinculadas a las prácticas de laboratorio de dos asignaturas mediante el modelo pedagógico aula invertida. Las asignaturas implicadas son Química Orgánica (QO) y Biología y Bioquímica (BB) del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

Marco teórico: La experimentación en el laboratorio facilita la comprensión de conceptos teóricos que requieren habilidades de pensamiento abstracto.

Método: El estudiante prepara las prácticas de laboratorio de manera autónoma mediante manuales, vídeos, etc., y resuelve sendos cuestionarios antes y después de las sesiones presenciales.

Resultados: Los alumnos logran o mejoran las competencias dentro del curso académico al conocer la dinámica de las asignaturas. Se esfuerzan en función de lo que pondere la actividad en su evaluación y manifiestan dificultad para usar el razonamiento conceptual. Manifiestan un alto grado de cumplimiento en la realización del trabajo previo (entre un 93 y 78% de los participantes cumplen siempre) y alta satisfacción con la metodología y con lo aprendido (4,57 y 4,75 en una escala Likert de 5 puntos).

Implicaciones de la investigación: Las actividades diseñadas para evaluar la adquisición de competencias comunes a ambas asignaturas son adecuadas. El modelo aula invertida fomenta la autonomía y confianza del estudiante en el laboratorio.

Originalidad/Valor: El modelo aula invertida contribuye a mejorar la autonomía y la confianza de los estudiantes en el laboratorio. Este modelo se aplica en dos asignaturas diferentes de distintos niveles (segundo y tercer curso), pero a los mismos alumnos.

Palabras clave: Aprendizaje Activo, Aula Invertida, Cuestionarios previos/post, Motivación, Satisfacción, Evaluación de Competencias Prácticas.

ASSESSMENT OF COMPETENCIES IN UNIVERSITY LABORATORY PRACTICE

ABSTRACT

Objective: The aim of this work is to evaluate the achievement of the competences linked to the laboratory practices of two subjects by means of the inverted classroom pedagogical model. The subjects involved are Organic

¹ Departamento de Biología, Campus de Tafira s/n. 38017. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. España. E-mail: pilar.garcia@ulpgc.es
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4732-03810>

² Departamento de Biología, Campus de Tafira s/n. 38017. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. España. E-mail: marina.carrasco@ulpgc.es
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7298-5457>

³ Departamento de Química, Campus de Tafira s/n. 38017. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. España. E-mail: milagros.ricosantos@ulpgc.es
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2711-8952>



Chemistry (QO) and Biology and Biochemistry (BB) of the Degree in Chemical Engineering of the University of Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

Theoretical Framework: Laboratory experimentation facilitates the understanding of theoretical concepts that require abstract thinking skills.

Method: The student prepares the laboratory practices autonomously by means of manuals, videos, etc., and solves questionnaires before and after the face-to-face sessions.

Results and Discussion: Students achieve or improve competencies within the academic year by learning the dynamics of the subjects. They make an effort according to the weight of the activity in their evaluation and show difficulty in using conceptual reasoning. They show a high degree of compliance in doing the previous work (between 93 and 78% of the participants always comply) and high satisfaction with the methodology and with what they have learned (4.57 and 4.75 on a 5-point Likert scale).

Research Implications: The activities designed to assess the acquisition of competencies common to both subjects are appropriate. The flipped classroom model fosters student autonomy and confidence in the laboratory.

Originality/Value: The inverted classroom model contributes to improve students' autonomy and confidence in the laboratory. This model is applied in two different subjects at different levels (second and third year), but to the same students.

Keywords: Active learning, Inverted Classroom, Pre/post questionnaires, Motivation, Satisfaction, Assessment of practical competences.

AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS NA PRÁTICA LABORATORIAL UNIVERSITÁRIA

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste trabalho é avaliar a realização das competências ligadas às práticas laboratoriais de duas disciplinas utilizando o modelo pedagógico da sala de aula invertida. As disciplinas envolvidas são Química Orgânica (QO) e Biologia e Bioquímica (BB) do curso de Engenharia Química da Universidade de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

Referencial Teórico: A experimentação laboratorial facilita a compreensão de conceitos teóricos que requerem capacidades de pensamento abstrato.

Método: O aluno prepara as práticas laboratoriais de forma autónoma através de manuais, vídeos, etc., e preenche questionários antes e depois das sessões presenciais.

Resultados e Discussão: Os alunos atingem ou melhoram as competências durante o ano letivo, aprendendo a dinâmica das matérias. Fazem um esforço em função da ponderação da atividade na sua avaliação e mostram dificuldade em utilizar o raciocínio concetual. Mostram um elevado grau de cumprimento na realização do trabalho prévio (entre 93 e 78% dos participantes cumprem sempre) e uma elevada satisfação com a metodologia e com o que aprenderam (4,57 e 4,75 numa escala de Likert de 5 pontos).

Implicações da Pesquisa: As actividades concebidas para avaliar a aquisição de competências comuns às duas disciplinas são adequadas. O modelo de sala de aula invertida favorece a autonomia e a confiança dos alunos no laboratório.

Originalidade/Valor: O modelo de sala de aula invertida contribui para melhorar a autonomia e a confiança dos alunos no laboratório. Este modelo é aplicado em duas disciplinas de níveis diferentes (segundo e terceiro ano), mas com os mesmos alunos.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa, Aula invertida, Questionários pré/pós, Motivação, Satisfação, Avaliação de competências práticas.



RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1 INTRODUCCIÓN

El éxito de las clases prácticas universitarias conlleva una serie de requisitos competenciales comunes en todas las incluidas en una titulación para valorar la capacitación y el desempeño de los estudiantes al final de su periodo formativo (Serrano Segura y Barba Aragón, 2015). La evaluación por competencias permite medir las fortalezas y debilidades de los alumnos, direccionando las acciones que se deben tener en cuenta en el desarrollo de esas prácticas de laboratorio. Mientras que las competencias transversales son competencias propias, con un alto grado de especialización en la titulación, las nucleares y generales permiten saber los conocimientos adquiridos por el estudiante con anterioridad al inicio de sus prácticas y valorar el nivel medio del conjunto del grupo de clase, así como, actuar de manera eficaz en cualquier tipo de ocupación. Estas competencias, por ser rasgos universales con un componente de dominio personal y social (Goleman, 1999), son practicadas, pero no iniciadas en niveles educativos superiores, ya que se espera que hayan sido asumidas previamente.

La programación de la docencia práctica y la planificación de las tareas ayudan a valorar la pertinencia de la competencia y el progreso en su logro. Una tarea o conjunto de ellas puede ser asociada a la adquisición de una competencia. En el caso de las prácticas de laboratorio, las tareas se diseñan pensando en que el estudiante resuelva hipotéticos casos reales, y examine y reflexione sobre los resultados obtenidos tomando conciencia de sus responsabilidades y sentido de pertenencia (Rodríguez Porras 2007).

El objetivo del este trabajo es evaluar la adquisición de competencias mediante el modelo pedagógico aula invertida en las prácticas de laboratorio de las dos asignaturas Química Orgánica (QO) y Biología y Bioquímica (BB), de segundo curso y tercer curso respectivamente, del Grado en Ingeniería Química impartido en la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Para ello, se tienen en cuenta las calificaciones obtenidas por los participantes en los dos cursos correlativos y los resultados de una encuesta sobre diferentes aspectos de las estrategias docentes utilizadas y del proceso enseñanza aprendizaje.



2 MARCO TEÓRICO

De acuerdo con el Libro Blanco del Título Grado en Ingeniería Química, que publica la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) de España en su página web, el objetivo de dicho título “es formar profesionales con capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía para formular y resolver problemas complejos, y más en particular los relacionados con el diseño de procesos y productos y con la concepción, cálculo, diseño, análisis, construcción, puesta en marcha y operación de equipos e instalaciones industriales, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente, cumpliendo el código ético de la profesión”. Por ello, en este título cobra gran relevancia la efectividad de las clases prácticas de laboratorio en las que se implementa el método científico. Hodson (1990) demuestra que el trabajo práctico en la ciencia es clave para la adquisición de habilidades y competencias científicas. La experimentación en el laboratorio facilita que el estudiante comprenda y aplique los conceptos teóricos a través de la observación de los fenómenos, el análisis y la comparación, permitiendo ratificar o desechar las hipótesis propuestas en una práctica (Gutiérrez-Mosquera y Barajas-Perea, 2022).

El modelo pedagógico aula invertida ha resultado muy efectivo en la enseñanza de asignaturas de la rama de ciencias, mejorando profundamente la percepción que los alumnos tienen de su aprendizaje y aumentando su comprensión de los conceptos teóricos en los que se basan los experimentos de laboratorio complicados (Dehghan et al., 2022; Teo et al., 2014). Este modelo les permite involucrarse activamente haciendo demostraciones, debates en clase y otras actividades relevantes, pasando de una educación conductista, en la que el docente desempeña el papel más activo, a una educación más flexible, que concede al estudiante el protagonismo en su proceso de aprendizaje, eligiendo cuándo y dónde aprende (Chebii, 2012). De acuerdo con Nouri et al. (2016), el modelo aula invertida se basa en la idea de que el alumno, en lugar de escuchar una conferencia en clase y luego trabajar un conjunto de problemas en casa, accede a los contenidos de la conferencia en casa a través de vídeos, o de otros materiales, y participa posteriormente en la resolución de problemas, debates, análisis y discusiones guiadas por el profesor en clase.

Los beneficios del modelo son múltiples: i) los alumnos se muestran más seguros para participar, preguntar y dar su punto de vista en el aula, ya que conocen previamente lo que van a aprender; ii) gestionan el tiempo de dedicación a cada actividad y aprenden a su ritmo, donde quieren y cuando quieren; (iii) tienen acceso a los materiales docentes todas las veces que lo



necesitan, por lo que se logra una enseñanza más inclusiva, que atiende a las necesidades de estudiantes con dificultades; (iv) facilita su incorporación después de estar ausentes por enfermedad u otros motivos; (v) mejora la dinamización del tiempo de las clases presenciales; (vi) los alumnos adquieren roles activos y personalizan su aprendizaje con mayor autonomía, recibiendo retroalimentación de los docentes de inmediato, mejorando su autoconciencia y confianza (Smith, 2013; Birundha, 2020; Rico-Santos y Quintana-Montesdeoca, 2024).

2.1 DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS ASIGNATURAS

Los proyectos docentes de las asignaturas objeto de este estudio, QO y BB, se encuentran publicados en la web de títulos de la ULPGC, y responden a la memoria de verificación del título Grado en Ingeniería Química aprobada por la ANECA.

La asignatura QO consta de 7,5 créditos (75 horas presenciales), de los cuales 4,5 se dedican a la teoría, 1,5 a prácticas de aula y 1,5 a prácticas de laboratorio. Los contenidos de esta materia se imparten en el primer semestre del segundo curso. Las prácticas se dividen en 6 sesiones de 2 horas de duración cada una y una última sesión de recuperación (3 horas). Se dan nociones de la organización del laboratorio químico, las normas de seguridad y técnicas de laboratorio. Los contenidos se centran en las siguientes temáticas: Extracción líquido-líquido. Separación de una mezcla de sustancias orgánicas de distintas características ácidas por extracción (sesión 1); Extracción e identificación de la cafeína del té (uso del Soxhlet y de extracción líquido líquido). Cromatografía en capa fina (sesiones 2 y 3); Síntesis, purificación e identificación de la acetona (sesión 4); Derivados de ácidos carboxílicos: a) Síntesis de la aspirina. b) Preparación de un jabón a partir de un aceite comercial (sesión 5); Preparación de polímeros (sesión 6).

La asignatura BB consta de 4,5 créditos (45 horas presenciales) de los cuales la mitad se corresponde con contenidos estrictamente biológicos. Así, de 22, 5 horas, 11 se dedican a la teoría, 4 a tutorías de grupo y 6 h a prácticas de laboratorio. El tiempo restante computará para realizar una prueba escrita. Los contenidos de la asignatura se reparten en tres bloques, a decir microbiología ambiental, industrial y biotecnología, y se imparten en el primer semestre del tercer curso. Las prácticas se centran en el aislamiento de bacterias procedentes de diversas matrices, cultivo e identificación de los microorganismos siguiendo criterios bioquímicos, así como, la interpretación de las normativas correspondientes.



3 METODOLOGÍA

En la asignatura QO, la estrategia utilizada se resume a continuación: antes del inicio de las prácticas, los alumnos deben realizar el cuestionario 0, que consta de 10 preguntas sobre las normas de comportamiento y seguridad en el laboratorio. Este cuestionario se tiene en cuenta en la evaluación de la competencia N4, pero no se incluye en la evaluación de los resultados de aprendizaje. A continuación, preparan cada sesión práctica a través de la lectura de los manuales que describen el fundamento teórico, el material y los reactivos necesarios, así como las precauciones que deben tomar y los pasos que deben seguir. Para ello, también disponen de una serie de vídeos que explican el manejo y funcionamiento de diferentes instrumentos de laboratorio y los procedimientos básicos relacionados con cada práctica. Posteriormente, el estudiante debe realizar un cuestionario on-line previo a cada sesión práctica, que contiene cuestiones relacionadas con los fundamentos teóricos y el procedimiento de la práctica, y forma parte de la evaluación. En total se realizan 6 cuestionarios previos contando el cuestionario 0. Los contenidos sobre extracción e identificación de la cafeína (sesiones prácticas 2 y 3) se evalúan sobre el mismo cuestionario previo y post.

Cada sesión práctica presencial comienza con una puesta en común entre los alumnos, compartiendo entre iguales lo aprendido y manifestando sus dudas. El docente resolverá esas dudas planteadas e incidirá y clarificará aquellas cuestiones que no han quedado claras vistos los cuestionarios previos resueltos. En este momento y durante el desempeño de la práctica, el docente puede comprobar si los estudiantes han comprendido el objetivo y el fundamento de la práctica. Por último, estos deben realizar un cuestionario final sobre la experiencia realizada en el laboratorio a través de la plataforma virtual de la asignatura, en horario fuera de clase. Los cuestionarios forman parte del trabajo autónomo no presencial del estudiante.

En la asignatura BB, los estudiantes tienen a su disposición un documento guía elaborado por el docente donde, además de los fundamentos teóricos-prácticos, se explica cómo se realizan los medios de cultivo, y los tipos de cultivo y de siembra. Además, se muestra el material de laboratorio a usar para que se pueda visualizar y entender los procesos a seguir en el laboratorio. Esta guía también contiene el procedimiento de cada práctica, descrito por sesiones, para facilitar la máxima comprensión de la materia.

En las tutorías de grupo (2 horas) con la mitad de estudiantes, el docente refuerza aquellos conceptos que no han quedado claros con la lectura del documento, exponiendo además cómo se interpretan las normativas (p.ej., cálculo de percentiles, unidades de referencia, bioindicadores); la explicación de la rúbrica de evaluación de las tareas de laboratorio y la



resolución de cuestionarios, como parte de la metodología de clase invertida. Todo ello permite que el alumno comparta sus dudas, reflexione y, en el laboratorio, realice la práctica de manera que consolide lo aprendido.

A continuación, en una sesión inicial de 2 horas, el estudiante entra en contacto con el laboratorio de microbiología, reconociendo los cultivos mixto y puro; trabajando una propuesta de banco de diluciones; y preparando medios de cultivo (sesión 0; trabajo semiguado). En la primera sesión de trabajo práctico (sesión 1) los alumnos, de manera autónoma, analizan una matriz problema (p.ej., agua de baño) preparando un banco de diluciones con sus réplicas y sembrando en los medios apropiados acorde al método de filtración por membrana. En esta sesión también tiene cabida el uso de microscopios para identificar las bacterias según el tipo de pared celular (i.e., tinción de Gram). En la última sesión (sesión 2), recogen los datos de las colonias microbianas que han crecido, y realizan 4 tinciones específicas para comprobar características bioquímicas de esas colonias e inferir su asignación taxonómica. Las dos sesiones autónomas están acordes a lo dictado en la legislación vigentes según las matrices a analizar.

En ambas asignaturas, los participantes en la experiencia realizan las prácticas de laboratorio individualmente. Los grupos de prácticas son pequeños y constan de 6 a 9 estudiantes, lo que permite un mejor seguimiento del desarrollo de cada alumno y una atención personalizada. El acceso a los manuales, guías, instrucciones, vídeos y otros materiales que disponga el docente, se realiza a través del espacio virtual de ambas asignaturas (Moodle), donde también se habilita un foro de consultas y el correo electrónico institucional del profesor responsable.

3.1 PARTICIPANTES EN LA EXPERIENCIA

En las asignaturas QO y BB se matricularon 17 estudiantes en el curso 2021-22 y 19 en 2022-2023 respectivamente. Se seleccionó una muestra de 15 estudiantes que cursaron ambas asignaturas por primera vez. La ratio mujer:hombre fue 9:6 en QO con edades comprendidas entre 19 y 22 años.



3.2 EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Para valorar el logro competencial durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, se comparan aquellas competencias comunes a las dos asignaturas y recogidas en la memoria de verificación del título Grado en Ingeniería Química de la ULPGC (Tabla 1).

Tabla 1

Competencias de la titulación (T), transversales (G) y nucleares (N) recogidas en la memoria de verificación del Grado en Ingeniería Química por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Tipo de competencia	Contenido de la competencia
Titulación	T1. Conocimiento en las materias básicas y tecnológicas que capacite al alumno para el aprendizaje de nuevos métodos, proporcionándoles elementos suficientes para el desarrollo y/o la aplicación de ideas, incluso a nivel de investigación
	T2. Capacidad para tomar decisiones, resolver problemas, razonamiento crítico y transmisión de conocimiento
	T3. Aptitud para el trabajo en equipo
Generales o transversales	G3. Comunicación eficaz oral y escrita
	G4. Trabajo en equipo. Razonamiento y argumentación de problemas básicos en equipo. Capacidad para dirigir/ orientar a miembros de equipo.
	G5. Uso solvente de los recursos de la información
Nucleares	N1. Comunicación apropiada y respetuosa en diferentes foros de comunicación con uso de las TIC
	N2. Cooperación y asesoramiento a otras personas para el perfecto desarrollo de su perfil profesional
	N4. Compromiso para el desarrollo de actividades siguiendo unas normas éticas propias de su ámbito que permita generar confianza en los beneficiarios de su profesión

Competencias de la titulación asignadas a las prácticas de laboratorio.

Las prácticas de la asignatura QO constan de 3 partes diferenciadas: trabajo previo no presencial; sesiones prácticas presenciales y trabajo final no presencial. Para su evaluación, se utilizan dos instrumentos: i) cuestionarios on-line previos (C-previo); ii) cuestionarios posteriores al trabajo presencial en el laboratorio (C-post). El cuestionario previo inicial (cuestionario 0) se centra en evaluar las normas de seguridad y comportamiento que se deben respetar en un laboratorio (competencia nuclear N4). Los otros cuestionarios previos son preparatorios para las seis sesiones prácticas, y los cuestionarios C-post contienen preguntas y problemas sobre el fundamento teórico, los resultados obtenidos y el procedimiento aplicado en cada sesión. Las restantes competencias recogidas en la memoria de verificación se asignan a otras actividades realizadas durante las clases de aula y de teoría de la asignatura. Todos los cuestionarios son realizados de manera autónoma e individual por los estudiantes, y evalúan las



competencias N4, T1 y T2, ponderadas para que cubra el 100% de las mismas a término del periodo práctico (Tabla 2).

La evaluación de los resultados de aprendizaje se realiza calculando la calificación media de los diez cuestionarios (5 previos y 5 posteriores). Para determinar el grado de adquisición de las competencias, se calcula la calificación media de todas las cuestiones teóricas (competencia T1) y de los problemas (competencia T2) de los 10 cuestionarios realizados. En la evaluación de la competencia N4 se tiene en cuenta el cuestionario previo cero, que aporta un 50% de la calificación, y la media de la calificación de todas las cuestiones sobre seguridad y precauciones en los 10 cuestionarios previos y posteriores restantes. Esta valoración aporta el otro 50%. Las prácticas de la asignatura de Química Orgánica ponderan un 10% en la calificación de la asignatura.

Tabla 2

Detalle de las competencias y su ponderación (%) asociada a cada evidencia de evaluación, detallada por sesiones. Competencias de la titulación (T) y nucleares (N) evaluadas en la asignatura de Química Orgánica y recogidas en la memoria de verificación del grado en Ingeniería Química por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Sesión	Cuestionario	Número de cuestiones por competencia			Contenidos Teóricos (T1)	Problemas (T2)	Procedimiento de laboratorio (N4)
		CT	CP	CL			
	Cuestionario 0			10	-	-	50
Sesión 1	C-Previo	4			12,5		
	C-Post	1	5	1	12,5	20	10
Sesión 2	C-Previo	3		4	12,5		10
	C-Post	2	3		12,5	20	
Sesión 3	C-Previo	2		3	12,5		10
	C-Post		3			20	
Sesión 4	C-Previo	9			12,5		
	C-Post	2	2	3	12,5	20	10
Sesión 5	C-Previo	6			12,5		
	C-Post		2	1		20	10

Abreviaciones: CT: número de cuestiones para evaluar la competencia T1; CP: número de problemas para evaluar la competencia T2; CL: número de cuestiones de seguridad y procedimiento de laboratorio.

La evaluación de las prácticas de la asignatura BB se realiza cuando el estudiante trabaja de manera autónoma (sesión 2 y 3 de prácticas). En la sesión inicial semiguída (sesión 0) se ensaya la rúbrica de trabajo de laboratorio, haciéndose hincapié en aquellos descriptores que son evaluables. Para cada una de las sesiones autónomas, el estudiante tendrá tres evidencias



de evaluación: un registro observacional de actitudes y habilidades en el laboratorio que hace referencia a tres dimensiones, 6 subdimensiones y cuatro niveles de logro recogido por el docente (Tabla 3); un cuestionario previo (antes de la sesión de laboratorio) y un cuestionario posterior (tras 24 h de la sesión correspondiente de laboratorio) realizados individualmente por el estudiante.

Tabla 3

Rúbrica para evaluar las actitudes y habilidades en el laboratorio de Biología y Bioquímica.

Descriptor	Escala de valoración			
	3	4-5	6-7	8-10
	Indicador: Actitud del grupo			
Integración del grupo	no hay trabajo motivado, ni participación, ni cooperación entre los miembros del equipo	pocas veces aportó al logro de los objetivos	trató con respeto a sus compañeros, promoviendo la participación y cooperación entre los compañeros	trató con respeto a sus compañeros y promovió la participación entre los miembros del equipo.
Actitud al comunicar	siempre habló y pocas veces escuchó al profesor	en la mayoría de las ocasiones habló y en pocas ocasiones escuchó	en la mayoría de las ocasiones escuchó y en pocas ocasiones habló	siempre estuvo atento a las opiniones del profesor y sus compañeros. habló y escuchó equitativamente
	Indicador: Actividades previas			
Cuestiones y esquema de la práctica	muestra falta de conocimiento sobre la práctica. esquema poco claro con poca información del procedimiento experimental	muestra algo de conocimiento sobre la práctica. esquema claro del procedimiento experimental	muestra un conocimiento considerable sobre la práctica. Esquema claro y conciso de gran parte del procedimiento experimental	muestra un sólido conocimiento sobre la práctica. Esquema claro y conciso de todo el procedimiento experimental
Desarrollo del procedimiento	falta de conocimiento del material de laboratorio y procedimiento	demuestra un conocimiento general del material de laboratorio y procedimiento	prepara y organiza el material adecuadamente requiriendo ayuda puntual	prepara y organiza el material adecuadamente
	Indicador: Responsabilidad con la infraestructura y seguridad			
Limpieza y orden	raramente limpia el material. deja el material sucio y desordenado	necesita que se le recuerde que hay que lavar el material. deja el material desordenado	generalmente lava y ordena el material	siempre lava y ordena el material
Seguridad	actúa de manera imprudente	no toma ninguna medida de seguridad	generalmente toma las medidas de seguridad necesarias	toma las medidas de seguridad y actúa de manera consciente



Las prácticas de esta materia contribuyen con un 20% a la calificación final de la asignatura. Este porcentaje comprende la valoración de las actitudes y habilidades en el laboratorio mediante la rúbrica detallada en la tabla 3, que supone el 20% de la evaluación de las prácticas, y la de los cuestionarios posteriores a cada sesión, que suponen un 40% cada uno. El cuestionario de la sesión 1 está conformado por 10 preguntas, de las cuales 4 son de fundamento teórico; 3 útiles para la resolución de problemas y 3 hacen referencia al adecuado uso del instrumental de laboratorio. El cuestionario de la sesión 2 consta de 3 preguntas de fundamentos teóricos, y 3 de resolución de problemas. El diseño de las preguntas del cuestionario se realiza de tal manera que el 100% de las competencias incluidas en el proyecto docente de la asignatura se evalúan en cada sesión práctica (Tabla 4)

Tabla 4

Detalle de las competencias y su ponderación (%) asociada a las preguntas de los cuestionarios de las sesiones prácticas de la asignatura Biología y Bioquímica.

Pregunta	Competencias asignadas									
	T1	T2	T3	G3	G4	G5	N1	N2	N4	N5
Cuestionario de la sesión de prácticas 1										
Contenidos Teóricos										
Pregunta 1	10	10			12.5		16.7	14.3	20	25
Pregunta 2	10	10					16.7	14.3	20	
Pregunta 5	10	10			12.5	25	16.7	14.3		
Pregunta 6	10	10						14.3		
Resolución de Problemas										
Pregunta 3	10	10		33.3	12.5	25	16.7	14.3	20	25
Pregunta 4	10	10		33.3	12.5	25	16.7	14.3	20	25
Pregunta 7	10	10		33.3	12.5	25	16.7	14.3	20	25
Material de Laboratorio										
Pregunta 8	10	10	33.3		12.5					
Pregunta 9	10	10	33.3		12.5					
Pregunta 10	10	10	33.3		12.5					
Cuestionario de la sesión de prácticas 2										
Contenidos Teóricos										
Pregunta 1						16.6				
Pregunta 2		25				16.6		20	20	
Pregunta 3	25					16.6		20	20	
Resolución de Problemas										
Pregunta 4	25	25		33.3	33.3	16.6		20	20	33.3
Pregunta 5	25	25		33.3	33.3	16.6		20	20	33.3
Pregunta 6	25	25		33.3	33.3	16.6		20	20	33.3

Las preguntas están agrupadas según traten contenidos de fundamento teórico, de resolución de problemas y de uso adecuado del material de laboratorio. Competencias de la titulación (T), transversales (G) y nucleares (N) recogidas en la memoria de verificación del Grado en Ingeniería Química por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Todos los cuestionarios se alojan en el campus virtual de la universidad, dentro de las correspondientes asignaturas Química Orgánica y Biología y Bioquímica, con distintos tiempos



para la apertura y cierre; las preguntas se ordenan aleatoriamente y se dispone de un tiempo limitado para su ejecución, no siendo posible navegar por el cuestionario. De esta manera, el estudiante debe estar centrado en la resolución de las preguntas y problemas. Estos cuestionarios se realizan antes de la correspondiente sesión práctica (C-previos) para asegurar que el alumno ha leído y comprendido los contenidos, y posterior a la misma (C-post), para estimar la adquisición de las competencias y/o habilidades, y valorar si debe acometer mejoras para su aprendizaje.

En ambas asignaturas, la entrega de los cuestionarios y la asistencia a prácticas son obligatorias para superarlas. La evaluación del aprendizaje se realiza transformando la nota numérica en logros de aprendizaje (A⁺- D; Tabla 5). Este logro de aprendizaje, a su vez, se etiqueta en función de las destrezas y actitudes mostradas por el estudiante en competencias (desde excelente a necesita mejora). El logro de la asignación competencial en las prácticas de esta titulación se realiza comparando el mismo entre las asignaturas (Tabla 5).

Tabla 5

Escala de calificación numérica y logros de aprendizaje (A⁺- D)

Rango de notas	Asignación del logro	Asignación competencial
>8	A ⁺	Excelente
>7-8	A	Competente
>6-7	B	Supera
>5-6	C	Básico
< 5	D	Necesita mejora

3.3 EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN CON LA EXPERIENCIA

La evaluación de diferentes aspectos de la metodología y el desarrollo de las prácticas se realiza mediante un cuestionario que incluye los ítems de satisfacción, de grado de cumplimiento de las tareas, de elección entre opciones dadas, y de respuesta libre recogidos en la Tabla 6.



Tabla 6

Cuestionario de valoración de diferentes aspectos de las estrategias docentes utilizadas en las prácticas de las asignaturas QO y BB.

Tipo de ítem	Ítems y posibles respuestas										
Satisfacción	<p>¿Estás satisfecho/a con el trabajo que has realizado en las prácticas de la asignatura? ¿Estás satisfecho/a con lo aprendido en las prácticas de la asignatura)? ¿Estás satisfecho/a con la metodología utilizada para comprender las prácticas de laboratorio de la asignatura? Marcar la opción que se ajuste a tu experiencia. Te ha resultado útil esta metodología (leer las guías y resolver cuestionarios previos) para realizar las prácticas Respuestas en la siguiente escala Likert de 5 puntos: Muy satisfecho (5); Satisfecho (4); Neutro (3); Insatisfecho (2); Muy insatisfecho (1)</p>										
Cumplimiento	<p>He leído toda la guía de cada práctica antes de hacer el cuestionario y de acudir al laboratorio a la sesión presencial: Posibles respuestas: <input type="checkbox"/> Siempre; <input type="checkbox"/> Solo una vez; <input type="checkbox"/> Solo buscaba las respuestas de los cuestionarios; <input type="checkbox"/> Nunca</p>										
Elección	<p>Esta metodología (leer guía, cuestionarios, vídeos y explicaciones en el laboratorio) para preparar y realizar las prácticas, me ha supuesto:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aprendizaje más efectivo</td> <td><input type="checkbox"/> Aprendizaje menos efectivo</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Más autonomía en el laboratorio</td> <td><input type="checkbox"/> Menos autonomía en el laboratorio</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Más seguridad, no necesito preguntar tanto</td> <td><input type="checkbox"/> Menos seguridad, necesito consultar cada paso</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aumenta mi motivación</td> <td><input type="checkbox"/> Disminuye mi motivación</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Más responsabilidad en la preparación previa</td> <td><input type="checkbox"/> Menos responsabilidad en la preparación previa</td> </tr> </table> <p>¿Los vídeos te han servido de ayuda? Ver los vídeos antes de la práctica: <input type="checkbox"/> Me ayudó <input type="checkbox"/> No me ayudó <input type="checkbox"/> Me dio más autonomía en el laboratorio <input type="checkbox"/> No me dio autonomía en el laboratorio <input type="checkbox"/> Me dio más seguridad, no necesito preguntar tanto <input type="checkbox"/> Menos seguridad, necesito consultar cada paso</p>	<input type="checkbox"/> Aprendizaje más efectivo	<input type="checkbox"/> Aprendizaje menos efectivo	<input type="checkbox"/> Más autonomía en el laboratorio	<input type="checkbox"/> Menos autonomía en el laboratorio	<input type="checkbox"/> Más seguridad, no necesito preguntar tanto	<input type="checkbox"/> Menos seguridad, necesito consultar cada paso	<input type="checkbox"/> Aumenta mi motivación	<input type="checkbox"/> Disminuye mi motivación	<input type="checkbox"/> Más responsabilidad en la preparación previa	<input type="checkbox"/> Menos responsabilidad en la preparación previa
<input type="checkbox"/> Aprendizaje más efectivo	<input type="checkbox"/> Aprendizaje menos efectivo										
<input type="checkbox"/> Más autonomía en el laboratorio	<input type="checkbox"/> Menos autonomía en el laboratorio										
<input type="checkbox"/> Más seguridad, no necesito preguntar tanto	<input type="checkbox"/> Menos seguridad, necesito consultar cada paso										
<input type="checkbox"/> Aumenta mi motivación	<input type="checkbox"/> Disminuye mi motivación										
<input type="checkbox"/> Más responsabilidad en la preparación previa	<input type="checkbox"/> Menos responsabilidad en la preparación previa										
Propuestas de mejora Respuesta libre	<p>¿Recomendarías esta metodología en otras asignaturas? ¿Qué beneficios crees que te ha aportado? ¿Qué método o herramienta hubieras necesitado para entender mejor las prácticas de laboratorio? Comentario libre sobre las prácticas</p>										

Para cada ítem se indican las posibles respuestas

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 VALORACIÓN DEL APRENDIZAJE

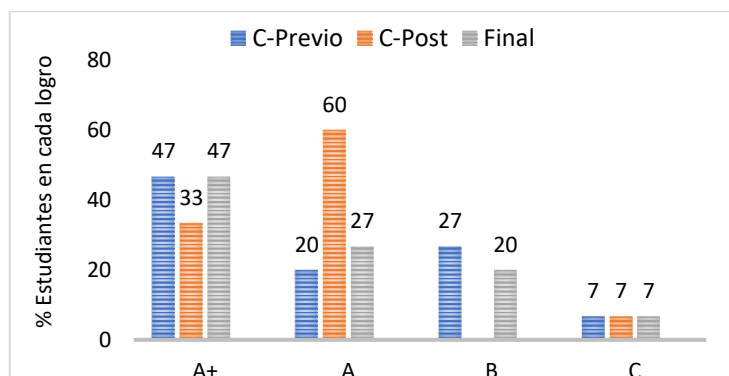
En la evaluación de las prácticas de QO, que incluye los C-previos y los C-post, se puede comprobar que los 15 estudiantes que las realizaron logran un aprendizaje entre A⁺ y C (Figura 1). Cuando se compara la distribución de calificaciones medias obtenidas en los cuestionarios previos y posteriores a la sesión práctica presencial y la calificación final de las prácticas, se



observa que no existe un patrón definido en la evolución del logro del aprendizaje en esta asignatura (Figura 1).

Figura 1

Comparación de los logros entre los cuestionarios pre-y post-prácticas, calculado con la media de las 6 sesiones en cada set de cuestionarios (C-previo y C-post), y la calificación final de prácticas de la asignatura de Química Orgánica. 100%= 15 estudiantes.



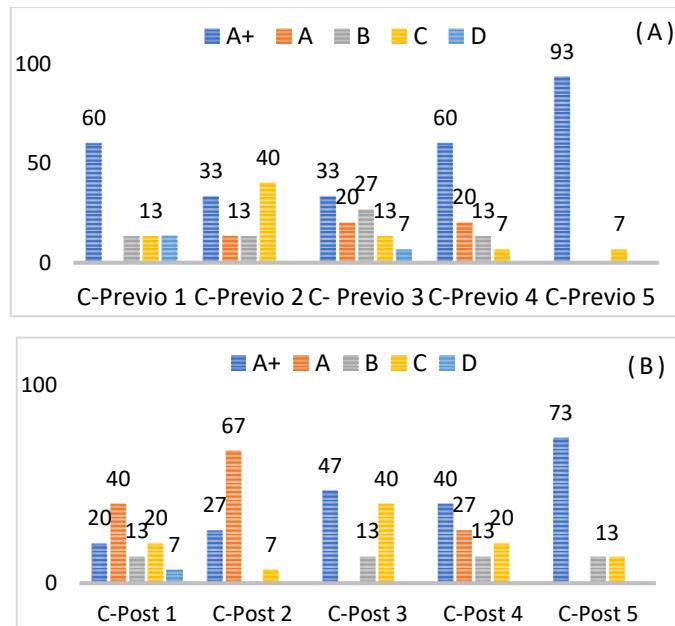
Analizando los cuestionarios previos y posteriores por sesiones separadamente, se observa la predominancia de estudiantes (>60%) con una alta valoración de su aprendizaje (A⁺) en los cuestionarios previos, a excepción de los cuestionarios de las sesiones 2 y 3 (Figura 2 A). Estas valoraciones, con una reducción del logro al 33%, se explican atendiendo al tipo de pregunta que se realiza en estos cuestionarios, que son principalmente preguntas teóricas basadas en conceptos básicos recogidos en los materiales de estudio previo.

Por otro lado, en los cuestionarios posteriores (Figura 2 B), los resultados de aprendizaje se relativizan, disminuyendo el porcentaje de logro. En estos cuestionarios se plantean problemas en los que hay que aplicar los conceptos teóricos, por lo que requieren de mayor reflexión y comprensión. Bhattacharyya y Bodner (2005) concluyen que los estudiantes, ante la dificultad o complejidad de un problema, tienden a la reproducción mecánica de las etapas de resolución del mismo sin comprender los conceptos en los que se basa esa solución. Los resultados de los cuestionarios previos y posteriores en este trabajo (Figura 2) están de acuerdo con los publicados por Bhattacharyya y Bodner, y nos permiten inferir que los estudiantes manifiestan algunas dificultades para desarrollar una secuencia procedimental en la resolución de problemas. Sin embargo, al final del periodo de prácticas, entendida la dinámica de los cuestionarios y el tipo de preguntas que los conforman, los logros de aprendizaje mejoran a tenor de los resultados en los cuestionarios 4 y 5 (Figura 2).



Figura 2

Distribución (%) de la asignación del logro (A+, A, B, C, D) en los cinco cuestionarios de prácticas: (A) cuestionarios pre- sesión; (B) cuestionarios post-sesión.

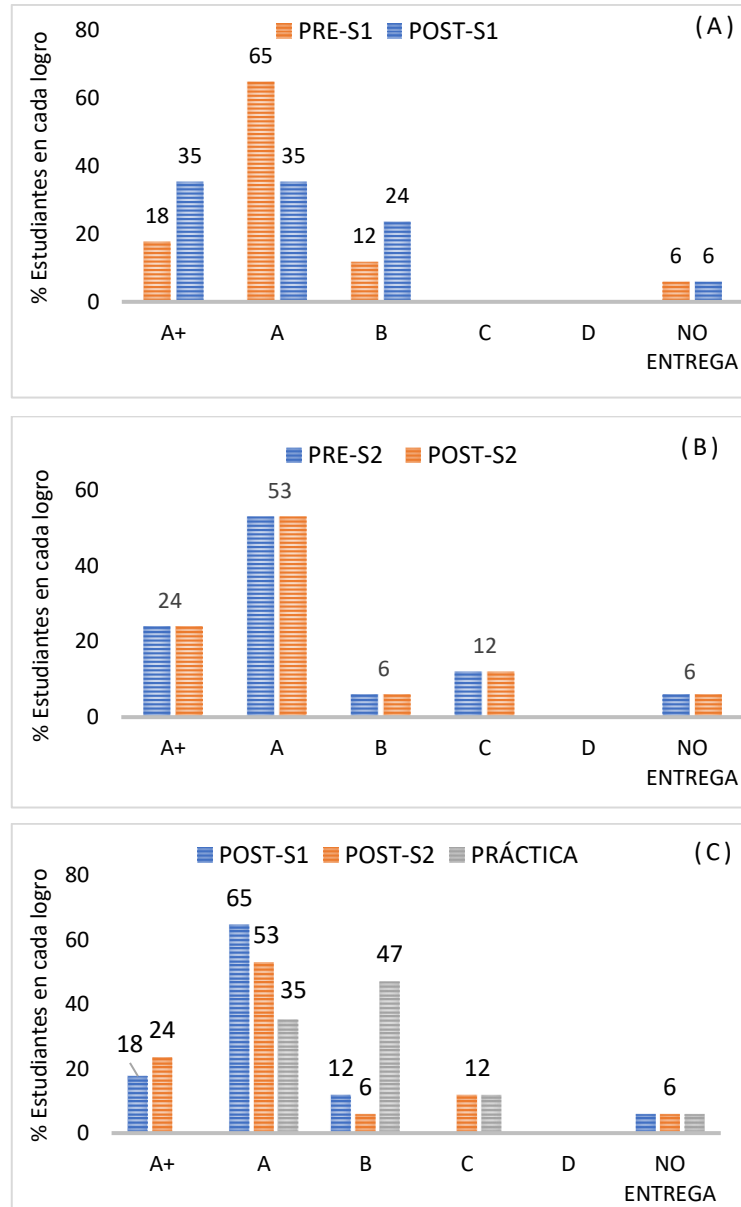


En las prácticas de Biología y Bioquímica, la comparación en el alcance de los logros en las dos sesiones prácticas (S1 y S2) y, correspondientes a los cuestionarios pre- y post-, se muestra en la Figura 3. El análisis de los cuestionarios pre y post- práctica pone de manifiesto la existencia de un conjunto de estudiantes que siendo mayoritariamente competentes (A; cuestionario previo), balancean hacia la excelencia (logro A⁺) o rebajan expectativas en el cuestionario posterior a la práctica (logro B) (Figura 3 A). A medida que avanza el aprendizaje, durante la sesión 2, la adquisición del logro se distribuye entre cuatro niveles (A⁺, A, B, C) (Figura 3 B), mientras en la evaluación global de la práctica, la valoración del logro se sitúa entre el nivel B (50%) y el A (30%), no existiendo estudiantes excelentes (Figura 3 C).



Figura 3

Comparación de los logros, entre los cuestionarios pre-y post-prácticas de las sesiones prácticas (S1 y S2), y el logro final en las prácticas de Biología y Bioquímica. (A) comparación entre el logro alcanzado con el cuestionario pre- y post- sesión 1 de prácticas. (B) comparación entre el logro alcanzado con el cuestionario pre- y post- sesión 2 de prácticas. (C) comparación las sesiones post-prácticas de ambas sesiones y la calificación final de prácticas de la asignatura de Biología y Bioquímica.





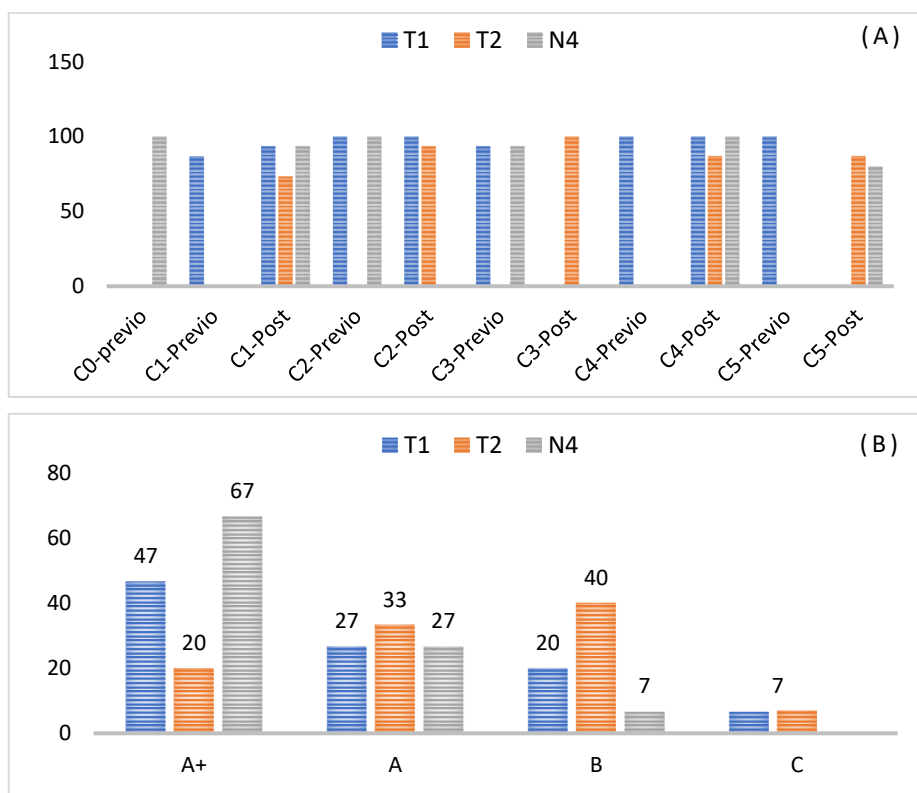
4.2 VALORACIÓN COMPETENCIAL DEL APRENDIZAJE

En este trabajo, la valoración competencial, como un proceso sistemático de evaluación del aprendizaje, se detalla 1) evaluando las asignaturas independientes y 2) analizando la evolución temporal del logro competencial en asignaturas de diferentes semestres.

El análisis detallado del logro competencial en Química Orgánica determina que la competencia N4, que valora el compromiso de los estudiantes con el desarrollo de la actividad atendiendo a las normas de seguridad y comportamiento en el laboratorio, es lograda de manera excelente (A⁺) por el 100% de los estudiantes en el cuestionario 0 (Figura 4 A). En las restantes sesiones donde se evalúa esta competencia (Tabla 2), todos demuestran respetar y cumplir las normas, manteniendo una actitud muy positiva hacia estas prácticas con un logro competencial entre excelente y competente, equivalente a un logro en el aprendizaje de A⁺ y A (Figura 4 A).

Figura 4

Porcentaje de estudiantes que superan las competencias T1, T2 y N4 asignadas a cada sesión de prácticas (A); Calificaciones finales obtenidas en cada competencia (B).



La competencia T1 relacionada con el conocimiento de las materias básicas es superada entre el 87-100% de los estudiantes en todas las preguntas que la incluyen en su evaluación.



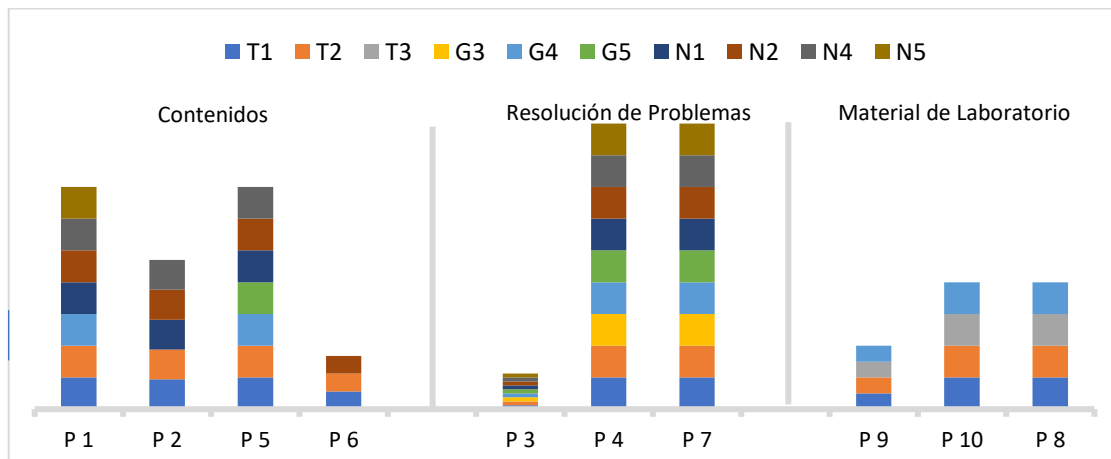
Igualmente, la competencia T2 es alcanzada por una media del 93% de los estudiantes (Tabla 2, Figura 4A).

Analizando el logro competencial atendiendo a las calificaciones finales obtenidas (Figura 4 B) el 47% de los estudiantes superan la T1 con un logro excelente, y otro 47 % entre competente y básico. En relación con la T2, el 77% de los estudiantes alcanzan el logro competencial con una valoración del aprendizaje entre A-B (Figura 4 B). Esto quiere decir que los estudiantes alcanzan logro competencial relacionado con el conocimiento en las materias básicas y tecnológicas y con la capacidad de resolver problemas y razonamiento crítico.

En la asignatura de Biología y Bioquímica, analizando en detalle los bloques de preguntas de los cuestionarios (fundamento teórico, resolución de problemas, e identificación del material de laboratorio) y cada pregunta con la competencia asociada (Figura 5), se observa que solo un 13% de los estudiantes responde adecuadamente a una pregunta que tiene que ver con la resolución de un problema que involucra cierta reflexión. La cuestión de reflexión hace referencia a *por qué las placas de cultivo bacteriano se deben disponer de manera invertida* (pregunta 3, sesión 1, Figura 5). Otras preguntas que incluyen cierta meditación son la pregunta 6 de contenido teórico (*a qué dos temperaturas se cultivan las bacterias heterótrofas*) declarada correctamente por un 56% de los estudiantes y la pregunta 9 (*con qué instrumento se realiza la siembra en placa*) respondida por un 50%.

Figura 5

Estudiantes (%) que han superado cada una de las competencias asociadas (transversales (T), genéricas (G) y nucleares(N)) a las preguntas del cuestionario post-práctica de la sesión 1. Las competencias se encuentran en la memoria de verificación del título de Grado en Ingeniería Química y se recogen en la Tabla 1de este trabajo. (P = pregunta).





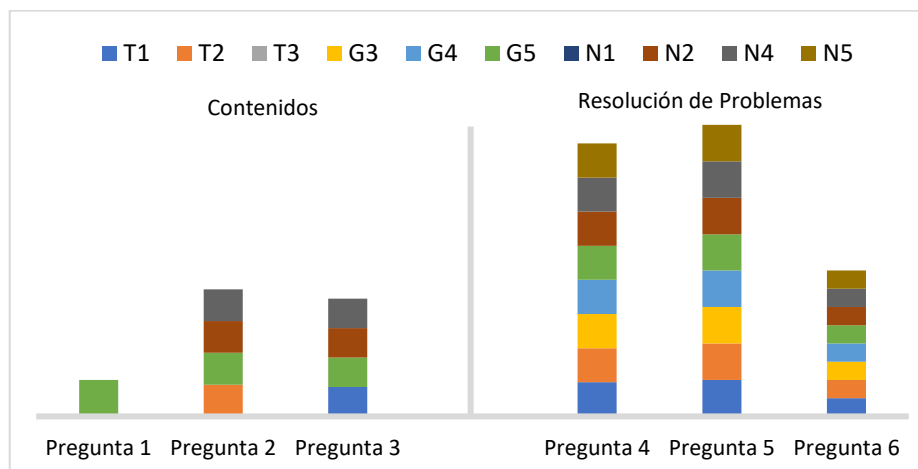
Si bien las competencias asociadas a esa pregunta 3 ponderan por debajo del 25% (Tabla 4) es importante destacar que la suma de las competencias genéricas (G) y transversales (T) se localizan entre el 70-76 % en esa pregunta de la sesión 1 de prácticas.

En relación con el cuestionario post-práctica de la sesión 2, los estudiantes mayoritariamente logran las competencias asignadas (Tabla 4). Dependiendo de la pregunta y competencia asociada, el porcentaje de estudiantes que supera es mayor del 76%.

No obstante, solo el 47% de los estudiantes adquiere las competencias vinculadas a la pregunta 6 (sesión 2, Figura 6). Esta pregunta está subdividida en dos cuestiones: i) *¿qué prueba confirmativa se utiliza para determinar la presencia de Enterococcus intestinalis?*; ii) *¿en qué se basa dicha prueba para la determinación de este bioindicador?* Esta segunda cuestión tiene que ver con la reflexión y el entendimiento de las pruebas bioquímicas.

Figura 6

Estudiantes (%) que han superado cada una de las competencias asociadas (transversales (T), genéricas (G) y nucleares(N) a las preguntas del cuestionario post-práctica de la sesión 2.



Independiente de la asignatura, las competencias comunes evaluadas (N4, T1 y T2) muestran que los estudiantes reconocen los entornos de seguridad para trabajar en el laboratorio (N4) y son capaces de aplicar el conocimiento (T1) y reorganizar lo aprendido para transmitirlo a los diferentes contextos biológicos y químicos (T2). No obstante, los resultados demuestran que asumen el logro competencial compartimentalizado, es decir, la competencia se logra o mejora a medida que se conoce la dinámica en la asignatura y dentro del curso académico. Del mismo modo, hay que considerar que los alumnos se esfuerzan en función de lo que pondere la actividad, o actividades de trabajo, en su evaluación, y son ellos los que, de alguna manera, se



relajan o perseveran durante el tiempo de impartición de la asignatura. Esto quizá contribuiría a explicar que no haya una tendencia al alza en la adquisición del logro.

Los resultados obtenidos también evidencian que los estudiantes responden bien a preguntas teóricas sencillas, pero manifiestan alguna dificultad para resolver problemas y para usar el razonamiento conceptual y la reflexión sobre el trabajo propio, así como falta de destreza para aplicar conceptos teóricos o interpretarlos en nuevas situaciones, debido, probablemente, a su forma de aprender basada en la memorización y reproducción de etapas sin llegar a comprenderlas. Estos resultados están de acuerdo con los observados por Stroumpouli y Tsaparlis (2022) al estudiar las dificultades conceptuales de los estudiantes en la resolución de problemas básicos de cinética química, que revelan que, incluso los más aventajados, responden correctamente preguntas teóricas directas sobre la asignatura, pero muestran dificultades al afrontar la resolución de problemas. En nuestro estudio, ambas asignaturas son de la rama científico-tecnológica y requieren habilidades de pensamiento abstracto para entender, aplicar, relacionar y/o interpretar conceptos que nunca serán observados en las aulas (átomos o reacciones (bio)químicas, entre otros) (Cardellini, 2012; Bhattacharyya y Bodner, 2005).

4.3 PERCEPCIÓN DE LOS ESTUDIANTES

En la consulta realizada a los participantes sobre la experiencia a través del cuestionario descrito en la Tabla 6, se observa una alta satisfacción con el trabajo realizado, con lo aprendido y con la metodología aplicada en ambas asignaturas (Figura 7). En QO cumplimentan la encuesta los 15 participantes y en BB contestan 14.

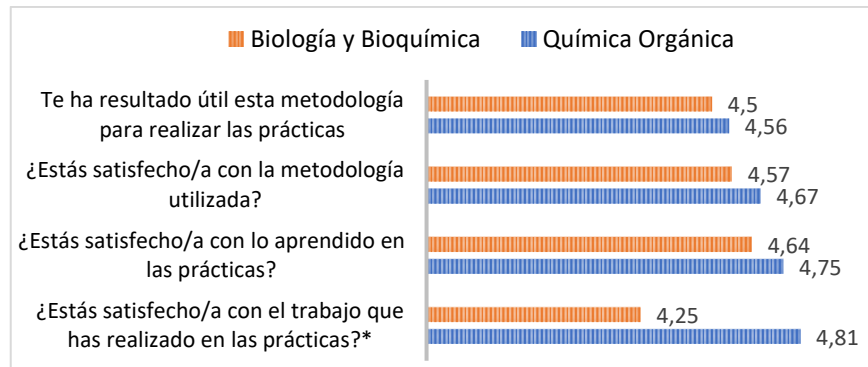
En ambas asignaturas se observa un alto grado de cumplimiento en la realización del trabajo previo, ya que el 93 y el 78% de los participantes en QO y en BB respectivamente, señala que lee los guiones de prácticas *“en casa, antes de ir a la sesión correspondiente, para entenderlas totalmente”*. Solo cuatro participantes indican que los leen durante la realización de las prácticas (uno de QO y 3 de BB).

En cuanto a la visualización de los vídeos en QO, el 53% de los estudiantes responde *“Me ayudó”*, *“Me dio más autonomía en el laboratorio”* y *“Me dio más seguridad, no necesito preguntar tanto”*. Tan solo 1 estudiante indica sobre este ítem *“No me ayudó”* (Tabla 6).



Figura 7

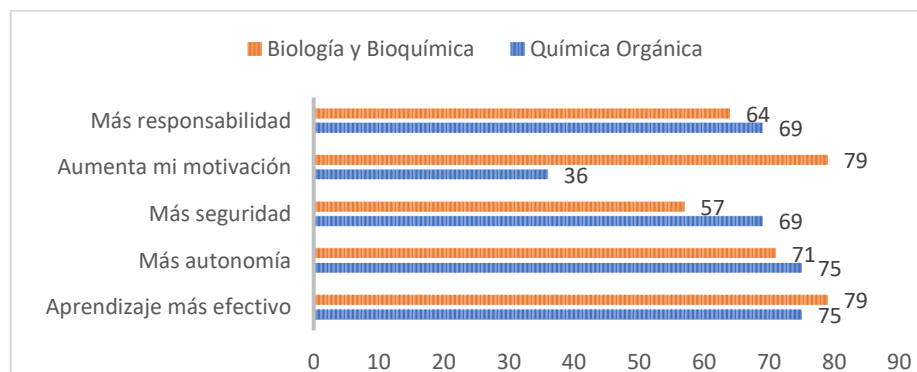
Percepción de los estudiantes con diferentes aspectos del proceso enseñanza aprendizaje en las asignaturas Química Orgánica y Biología y Bioquímica impartidas en el grado en Ingeniería Química de la ULPGC. (100% =15 en Química Orgánica, y 14 en Biología y Bioquímica; *pregunta respondida por 12 estudiantes en Biología y Bioquímica). Escala Likert de 5 puntos: Muy satisfecho (5); Satisfecho (4); Neutro (3); Insatisfecho (2); Muy insatisfecho (1).



La frecuencia de respuestas a la cuestión de elección “Esta metodología para preparar y realizar las prácticas me ha supuesto...” se recoge en la Figura 9.

Figura 9

Opiniones de los estudiantes (%) sobre la metodología aplicada en las asignaturas Química Orgánica y Biología y Bioquímica en respuesta a la pregunta “Esta metodología para preparar y realizar las prácticas me ha supuesto”.



El 75% de los participantes en QO declara que la metodología le ha supuesto un “aprendizaje más activo” y “más autonomía en el laboratorio”, el 69% está de acuerdo en que les confiere “más seguridad, no necesito preguntar y más responsabilidad en la preparación previa” y solo el 36% escoge la opción “aumenta mi motivación”. En BB se produce una



situación similar, el 79% de los participantes declara que les ha supuesto un *aprendizaje más activo*, el 71% señala la opción “*más autonomía en el laboratorio*” y el 57% marca también la opción “*más seguridad, no necesito preguntar*”. Contrastan los resultados obtenidos en relación con la motivación, ya que el 79% de los estudiantes en la asignatura BB expone que la metodología aumenta su motivación y el 28% que supone “*menos autonomía en el laboratorio*”, “*menos seguridad*” y “*menos responsabilidad en la preparación*”.

Nuestros resultados revelan que el aprendizaje a través del aula invertida da una mayor autonomía al estudiante, coincidiendo con los publicados por Campillo-Ferrer y Miralles-Martínez (2021). La introducción de recursos de preparación previa antes de la sesión de laboratorio como estrategia docente de enseñanza-aprendizaje recibe una valoración positiva de los alumnos, tal y como han señalado Mshayisa y Basitere (2021). Los comentarios de los participantes en QO (Tabla 7) así lo avalan:

Tabla 7

Comentarios de los participantes recabados en repuesta a los ítems recopilados en la Tabla 6.

¿Recomendarías esta metodología en otras asignaturas?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Totalmente, aprendo mucho más con este método</i> • <i>Sí, con esta metodología consigues soltura a la hora de realizar la práctica</i> • <i>Sí la recomendaría, porque nos hace más fácil el aprendizaje</i> • <i>La recomendaría, te obliga a leer la práctica para resolver los cuestionarios</i> • <i>Sí, me parece que me preparan antes de llegar al laboratorio con los conocimientos previos.</i> • <i>Sí, he sabido de qué va cada práctica antes de entrar al laboratorio y he ganado tiempo.</i> • <i>Sí, la recomendaría ya que me ha ayudado a entender lo que estoy haciendo y el cuestionario previo obliga a leerte el guion.</i> • <i>Sí. Beneficios: mayor preparación y seguridad para la realización de las prácticas</i>
¿Qué método o herramienta hubieras necesitado para entender mejor las prácticas de laboratorio?	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Con lo dado, es suficiente.</i> • <i>Se me dieron todas las herramientas necesarias, además, Milagros explica muy bien, cuando algo no me quedaba claro, me lo hacía entender.</i> • <i>Más vídeos.</i> • <i>Ninguno, con los vídeos y los cuestionarios previos de la práctica lo entendí bien.</i> • <i>El método empleado me parece el correcto</i> • <i>Los empleados han sido suficientes.</i> • <i>Ninguno, este método me parece correcto.</i> • <i>Creo que este método es correcto.</i>
Comentario libre sobre las prácticas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Me parecen excelentes</i> • <i>Ojalá en otras asignaturas fueran así, no cambiaría nada.</i> • <i>Me han gustado bastante y he aprendido mucho.</i> • <i>He aprendido mucho más en comparación al año pasado.</i> • <i>En general, muy satisfecho</i>



5 CONCLUSIÓN

Los resultados del presente trabajo ponen de manifiesto que la adquisición de competencias es progresiva (según avanza el curso y según el esfuerzo para superar la asignatura). Las actividades diseñadas para evaluar las competencias comunes a ambas asignaturas son adecuadas dado que: i) dan información sobre el logro a lo largo del proceso formativo; ii) cada docente estima la importancia relativa en el proceso de aprendizaje; iii) el aprendizaje y la competencia asociada están alineados con los sistemas de evaluación. Las estrategias de aprendizaje de los estudiantes parecen ser diferentes en cada asignatura, siendo distinto también el logro de las competencias comunes: en una materia se basa en el establecimiento de pautas de trabajo y en otra en la reflexión y el entendimiento. En ambas asignaturas se observa un alto grado de cumplimiento en la realización del trabajo previo (entre el 78% y el 93% de los participantes cumple siempre). La mayoría de los estudiantes (entre el 69 y 79%) percibe que esta metodología les confiere un aprendizaje más activo, y más autonomía y responsabilidad en el laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de innovación educativa Mejora del autoaprendizaje a través de la motivación del alumnado de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (PIE 2023-66).

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

P. G. J. y M.R.S. diseñan y conceptualizan el estudio, definen los objetivos y la metodología, imparten la docencia, generan los resultados y los analizan, conducen la revisión bibliográfica, escriben el artículo y realizan las gráficas; M.C.A. imparte parte de la docencia de BB.

REFERENCIAS

- Bhattacharyya, G. y Bodner, G. M. (2005). “It Gets Me to the Product”: How Students Propose Organic Mechanisms. *Journal Chemical Education*, 82, 1402–1407. <https://doi.org/10.1021/ed082p1402>.
- Birundha, S. (2020). Effectiveness of Flipped Classroom in Teaching Organic Chemistry at Standard XI. *Shanlax International Journal of Education*, 9(1), 198–204. <https://doi.org/10.34293/education.v9i1.3567>.



- Campillo-Ferrer, J.M. y Miralles-Martínez, P. (2021). Effectiveness of the flipped classroom model on students' self-reported motivation and learning during the COVID-19 pandemic. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8, 176. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00860-4>.
- Cardellini, L. (2012). Chemistry: Why the Subject is Difficult? *Educación Química*, 23(2), 305–310. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30158-1](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30158-1).
- Chebbi, R. Wachanga, S. y Kiboss, J. (2012). Effects of Science Process Skills Mastery Learning Approach on Students' Acquisition of Selected Chemistry Practical Skills in School. *Creative Education*, 3(8), 1291–1296. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2012.38188>.
- Dehghan, S., Horan, E. M. y Frome, G. (2022). Investigating the Impact of the Flipped Classroom on Student Learning and Enjoyment in an Organic Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 99(7), 2512–2519. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.08.011>.
- Goleman, D. (2019). *La inteligencia emocional en la empresa*. Editorial B de bolsillo.
- Gutiérrez-Mosquera, A. y Barajas-Perea, D. S. (2022). Uso de productos cotidianos en las prácticas de laboratorio de química orgánica: una estrategia metodológica basada en la investigación dirigida. *Revista Científica*, 44(2), 189-201. <https://doi.org/10.14483/23448350.18616>.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71, 33-40.
- Mshayisa, V. V., y Basitere, M. (2021). Flipped laboratory classes: Student performance and perceptions in undergraduate food science and technology. *Journal of Food Science and Education*, 20, 208–220. <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12235>.
- Nouri, J. (2016). The flipped classroom: for active, effective and increased learning – specially for low achievers. *International journal of educational technology in higher education* 13, 33. <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0032-z>.
- Rico-Santos, M., y Quintana-Montesdeoca, M. P. (2024). Implantación del Aula Invertida en las Prácticas de Laboratorio de una Asignatura Básica de Química. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 23(51), 313–331. <https://dx.doi.org/10.21703/rexe.v23i51.2070>.
- Rodríguez Porras, J. M. (2007). *El factor humano en la empresa*. Ediciones Deusto.
- Serrano Segura, J., y Barba Aragón, M. I. (2015). ¿Es útil la gestión de los recursos humanos en los ayuntamientos? Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa (IEDEE), 21, 9–16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iedee.2013.09.004>.
- Smith, J. D. (2013). Student attitudes toward flipping the general chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 607–614. <https://doi.org/10.1039/C3RP00083D>
- Stroumpouli, C. y Tsaparlis, G. (2022). Chemistry students' conceptual difficulties and problem solving behavior in chemical kinetics, as a component of an introductory physical



chemistry course. *Chemistry Teacher International*, 4(3), 279–296. <https://doi.org/10.1515/cti-2022-0005>

Teo, T.W., Tan, K. C. D., Yan, Y. K., Teo, Y. C. y Yeo, L. W. (2014). How flip teaching supports undergraduate chemistry laboratory learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 550–567. <https://doi.org/10.1039/C4RP00003J>