
Revista de Estudios y Experiencias en Educación

REXE

journal homepage: <http://revistas.ucsc.cl/index.php/rexe>

Implantación del Aula Invertida en las Prácticas de Laboratorio de una Asignatura Básica de Química

Milagros Rico-Santos y María del Pino Quintana-Montesdeoca
Universidad de las Palmas de Gran Canaria, las Palmas de Gran Canaria, España

Recibido: 23 de marzo 2023 - Revisado: 22 de junio 2023 - Aceptado: 12 de julio 2023

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es la implantación del modelo pedagógico aula invertida en las prácticas de laboratorio de una asignatura básica de química de primer curso del Grado en Ciencias del Mar de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La estrategia utilizada consistió en asignar al estudiante la preparación previa de las prácticas como trabajo autónomo, a través de una guía con los fundamentos teóricos y el procedimiento experimental, y una colección de vídeos con las técnicas instrumentales. Antes y después de la realización de los experimentos, el alumno resuelve cuestionarios online para la evaluación de su aprendizaje, y una encuesta de satisfacción y opinión sobre distintos aspectos de la estrategia utilizada. En relación con los resultados, las calificaciones obtenidas mostraron que el 5,1% de los participantes alcanzó la excelencia (con una calificación mayor o igual que 9 sobre 10 puntos) y el 39,7% alcanzó la calificación notable. De acuerdo con los resultados de la encuesta de satisfacción, los estudiantes indicaron estar muy satisfechos “con las prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Química” y “con lo aprendido en esas sesiones prácticas” otorgando las puntuaciones medias de 4,56 y 4,45 respectivamente en una escala Likert de 5 puntos (5 = Muy satisfecho a 1= Muy insatisfecho). El 93,1% de los participantes declaró que la estrategia docente aplicada le había resultado útil o muy útil, el 64,4% que le aportaba “más autonomía en el laboratorio” y el 75% que le aportaba un aprendizaje más efectivo. Los resultados de la experiencia revelan que el aula invertida fomenta la autonomía y confianza del estudiante en el laboratorio, así como su motivación. Parece el modelo adecuado para la

*Correspondencia: Milagros Rico-Santos (M. Rico-Santos).

 <https://orcid.org/0000-0002-2711-8952> (milagros.ricosantos@ulpgc.es).

 <https://orcid.org/0000-0003-1276-7594> (mariadelpino.quintana@ulpgc.es).

enseñanza de la química experimental a grupos pequeños. Sin embargo, una limitación fue la baja implicación en algunas actividades como el visionado de vídeos.

Palabras clave: Aprendizaje activo; aula invertida; química básica; motivación.

Implementation of the Flipped Classroom in the Laboratory Practices of a Basic Subject of Chemistry

ABSTRACT

The objective of this work is the implementation of the pedagogical model inverted classroom in the laboratory practices of a basic subject of chemistry of the first year of the Degree in Science of the Sea of the University of Las Palmas de Gran Canaria. The strategy used was to assign the student pre-practice preparation as self-employed work, through a guide with the theoretical foundations and the experimental procedure, and a collection of videos with instrumental techniques. Before and after the face-to-face practical sessions, the students complete both online quizzes to evaluate learning outcomes and a satisfaction survey to assess different aspects of the strategy. The results showed that 5.1% students achieved excellence (with a grade higher than or equal to 9) and 39.7% achieved the remarkable grade. According to surveys, students were satisfied "with the laboratory practices of the subject Fundamentals of Chemistry" and "with what they learned in these practical sessions" giving the average scores of 4.56 and 4.45 respectively on a 5-point Likert scale (5=Very satisfied to 1=Very dissatisfied). Regarding the methodology, 93.1% of participants found it useful or very useful, 64.4% found that it gave them "more autonomy in the laboratory" and 75% that it gave them more effective learning. Based on survey results, the flipped classroom fostered autonomy and self-confidence of students in the laboratory. It seems to be the right methodology for teaching experimental chemistry in small groups of students. However, a limitation was the low involvement in some activities, such as watching videos.

Keywords: Active learning; flipped classroom; basic chemistry; motivation.

1. Introducción

Las prácticas de laboratorio constituyen en sí mismas una estrategia didáctica en la construcción del conocimiento científico del estudiante. En la realización de un experimento, el sujeto observa, compara, analiza y relaciona entre sí diferentes aspectos de las sustancias o procesos llevados a cabo, construyendo razonamientos inductivos y deductivos. Estas prácticas pueden suponer una oportunidad para promover habilidades científicas a través de la observación de los fenómenos, el planteamiento de preguntas, la capacidad de interpretar, argumentar y reflexionar sobre lo observado y los resultados obtenidos ([Gutiérrez-Mosquera y Barajas-Perea, 2022](#)).

Tradicionalmente, en las clases prácticas de laboratorio se ha utilizado el método expositivo. A través de las clases magistrales, y durante los primeros 10 minutos de la clase práctica, el docente expone el fundamento teórico y el procedimiento práctico que el estudiante va a llevar a cabo, sin tiempo posterior para que este pueda integrar los conocimientos conceptuales y/o procedimentales. Teniendo en cuenta que los alumnos tienen diferentes habilidades y aptitudes para aprender e interiorizar los conceptos, este método expositivo hace que se muestren pasivos, poco críticos e inseguros en su proceder en el laboratorio, y se limiten a repetir de manera mecánica las instrucciones del docente. En este enfoque tradicional tipo “receta de cocina” no se produce el ambiente de aprendizaje para la indagación científica y la reflexión (Flores et al., 2009). Por ello, es un método ineficaz para la comprensión y asimilación de los conceptos, si no está acompañado de actividades en las que los estudiantes interaccionan y se convierten en protagonistas de su aprendizaje (Srinivasan et al., 2018).

Es necesario repensar las prácticas de laboratorio tradicionales y sus guías para aplicar un método de enseñanza centrado en el alumno, que sea inclusivo y se adapte a sus diferentes ritmos de aprendizaje, y que permita estudiar teórica y experimentalmente los fenómenos, comprendiendo los conceptos, ideas y modelos, adquiriendo destrezas en el manejo de instrumental y procedimientos básicos del laboratorio, y, principalmente, autonomía para realizar una investigación de tipo práctico.

La presentación de contenidos a través de metodologías interactivas como el aprendizaje basado en problemas, el trabajo colaborativo, los estudios de casos, entre otras, puede fomentar y facilitar la formación del estudiante (Fautch, 2015). En este sentido, desde la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se viene exigiendo un cambio de roles de profesores y alumnos. Los primeros deben convertirse en orientadores y dinamizadores en lugar de transmisores de conocimiento, y los estudiantes deben ser más activos en la construcción de su propio conocimiento. Sin embargo, han sido limitadas las estrategias y acciones a nivel nacional e institucional para implantar estos cambios, que requieren, en primer lugar, la formación de los docentes en metodologías de enseñanza más flexibles, efectivas y activas (Hicks y Bevsek, 2012; Houseknecht y Leontyev, 2019). Por ello, los planes estratégicos de las universidades deben incluir un plan de formación del personal docente a lo largo de la vida laboral, destinado a preparar al profesorado para afrontar ese cambio metodológico, reforzando las metodologías didácticas activas.

El presente trabajo pretende la implantación del aula invertida en el aprendizaje de conceptos básicos de química, a través de experiencias de laboratorio en el primer curso de un grado universitario de la rama de ciencias con un alto nivel de experimentación, con el propósito de comenzar a desarrollar destrezas y habilidades para la construcción de conocimiento científico. El objetivo es evaluar el impacto que tiene dicho modelo en el aprendizaje, motivación y autonomía del estudiante, medido a través de sus opiniones sobre el curso y sobre la estrategia de enseñanza aplicada, de su rendimiento y del grado de cumplimiento del trabajo autónomo que se le asigna.

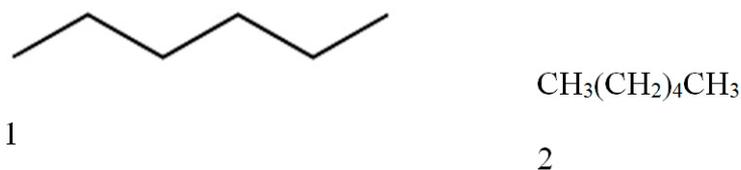
2. Antecedentes teóricos

La química se considera una disciplina difícil de enseñar y aprender. Esta rama de la ciencia requiere habilidades de pensamiento abstracto, ya que la mayoría de los conceptos y fenómenos que se deben entender, aplicar, relacionar y/o interpretar no serán observados en el aula (átomos, moléculas y estructura atómica, geometría molecular, hibridación, configuración electrónica, cinética y reacciones químicas, entre otros) (Cardellini, 2012). De acuerdo con Cooper y Stowe (2018), las explicaciones a nivel molecular de las propiedades macroscópicas de la materia y de sus transformaciones están lejos del pensamiento de bajo

nivel, requieren que los estudiantes razonen de manera sofisticada con conceptos abstractos. Los alumnos no entienden, o comprenden parcialmente, conceptos básicos clave que utilizan a lo largo de todo el curso, y en todos los niveles educativos. Otra dificultad es la forma de aprender, en la que los estudiantes prefieren recurrir únicamente a la memorización, limitándose a reproducir secuencias de etapas, sin ser capaces de explicar o interpretar cada etapa (Bhattacharyya y Bodner, 2005). Sin embargo, el aprendizaje de la química requiere enfatizar la comprensión sobre la memorización. A todo esto, hay que sumar la dificultad de un nuevo lenguaje de símbolos químicos (Lafarge et al., 2014; Talanquer, 2018). Por ejemplo, los alumnos tienen que saber reconocer que las fórmulas 1 y 2 recogidas en la Figura 1 son diferentes representaciones de la misma molécula, el hexano (C_6H_{14}).

Figura 1

Representaciones del hexano



Nota. La estructura 1 representa la fórmula simplificada del n-hexano y 2 es la fórmula semidesarrollada de la misma molécula.

El modelo pedagógico aula invertida ha sido señalado como uno de los modelos para realizar la transición hacia metodologías educativas centradas en el alumno en la educación superior (Galindo-Domínguez, 2021; Nouri, 2016). Los creadores del modelo fueron dos profesores de química, Bergmann y Sams (2014), en Woodland Park High School en Woodland Park Colorado, en el año 2006. Estos autores distribuían previamente vídeos de las temáticas que debían abordar posteriormente en clases, sustituyendo las largas explicaciones de las clases magistrales por sesiones para resolver dudas, hacer prácticas y centrarse en que el alumnado asimilase los conocimientos a su ritmo, pero incrementando su compromiso e implicación, ya que debían trabajar esos vídeos en casa.

Durante la pandemia de COVID-19, muchos docentes se vieron obligados a adoptar esta estrategia docente, preparando los recursos necesarios para facilitar el aprendizaje activo y autónomo del estudiante, cuya percepción fue muy positiva en relación con el aumento de su autonomía en el aprendizaje (Campillo-Ferrer y Miralles-Martínez, 2021; Jia et al., 2020).

Se han publicado muchas definiciones del aula invertida. De acuerdo con Arnold-Garza (2014), es un método de enseñanza en el que se entrega material a los estudiantes (conferencias, comentarios, etc.) a través de medios electrónicos para que los trabajen en casa, y se utiliza el tiempo de clase para aplicar lo aprendido. Solo será provechoso con el debido seguimiento e instrucción del docente. Abeysekera y Dawson (2015) han dado una definición más precisa de la modalidad de aprendizaje activo aula invertida, en la que (i) la mayor transmisión de información se realiza fuera del aula; (ii) el tiempo de clase se utiliza para actividades de aprendizaje activas y sociales; (iii) requiere que los estudiantes completen actividades/tareas anteriores y posteriores a la clase para beneficiarse plenamente del trabajo en clase. En definitiva, reciben los contenidos del temario por adelantado, a través de vídeos educativos o documentos que preparan en casa, y luego se les pide que realicen actividades de aprendizaje de orden superior en clase, con el asesoramiento del docente. Por ejemplo, aplicando

lo aprendido a situaciones concretas, identificando conceptos, organizando la información, analizando y evaluando la consistencia de las ideas propias y ajenas, desarrollando pensamiento crítico y capacidad de reflexión (Cormier y Voisard, 2018; Smith, 2013).

El aula invertida rompe paradigmas tradicionales: se pasa de una educación conductista, en la que el docente desempeña el papel más activo, a una educación más flexible, que permite al estudiante elegir cuándo y dónde aprende, ya que tiene acceso a los contenidos de la asignatura. Este enfoque fomenta el trabajo colaborativo y la interacción social, además de un proceso de aprendizaje autónomo.

Los beneficios del modelo pedagógico aula invertida son múltiples: i) los alumnos están familiarizados con lo que van a aprender en el aula, lo que les confiere seguridad para participar, preguntar y dar su punto de vista; ii) Pueden gestionar el tiempo de dedicación a leer los documentos, ver los vídeos y aprender a su ritmo, sin limitación, donde quieren y cuando quieren; (iii) Pueden ver los vídeos y leer los documentos las veces que necesiten, por lo que es probable que todos puedan seguir las clases presenciales, proporcionando, sin duda, una enseñanza más inclusiva, que atiende a las necesidades de estudiantes con dificultades (Lage et al., 2000). En una clase en vivo, en la que se desarrollan por primera vez conceptos que no son asimilados o entendidos de igual manera por todos, algunos pueden quedar atrás; (iv) Facilita la incorporación de alumnos ausentes por enfermedad u otros motivos; (v) Como consecuencia de todo lo anterior, se produce una mejor gestión del tiempo de las clases presenciales y una mejor dinamización; vi) Los estudiantes toman roles activos en su proceso de aprendizaje, que es más personalizado y autónomo, y reciben retroalimentación de los docentes de inmediato, mejorando su autoconciencia y confianza (Birundha, 2020; Smith, 2013).

3. Descripción de la experiencia

3.1. Objetivos

Los principales objetivos de esta experiencia son: promover una participación activa y autónoma de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, evitando la monotonía de repetir procedimientos tipo receta de cocina; Despertar su curiosidad y fortalecer el desarrollo de la competencia científica desde su primera toma de contacto con un título de la rama de ciencias con alto contenido experimental; Aumentar su entusiasmo y motivación por las prácticas, por conocer y por investigar (Alemán et al., 2018).

3.2. Participantes

En el curso 2022-2023, se matricularon 112 estudiantes en la asignatura objeto de estudio, de los cuales 24 eran repetidores que no debían hacer las prácticas porque la normativa de la universidad establece que, una vez superadas, se mantiene su calificación durante dos cursos académicos. Los 88 alumnos restantes (49 mujeres y 39 hombres de edades comprendidas entre 17 y 21 años) se dividieron en 8 grupos pequeños, de entre 9 y 11 componentes, lo que permitió que cada uno realizara la experiencia presencial en el laboratorio de manera individual.

3.3. Descripción de la asignatura

La asignatura Fundamentos de Química se imparte en el primer semestre del primer curso del Grado en Ciencias del Mar (corresponde al nivel 2 del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) de acuerdo con el Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio). Se trata de un título multidisciplinar, con gran contenido de matemáticas, física, biología, geología y química, y único título de la rama de ciencias de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La asignatura consta de 6 créditos (60 horas presenciales). Tiene asignadas las siguientes competencias: (i) Será capaz de resolver distintos problemas de química; (ii) Será capaz de analizar y sintetizar problemas básicos de enlace y estructura química; (iii) Será capaz de emplear la terminología básica de química y de usar el lenguaje experimental; (iv) Será capaz de resolver problemas básicos de enlace y estructura química de la materia; (v) Será capaz de realizar prácticas de laboratorio de carácter básico en el ámbito de la química.

Las prácticas de laboratorio evalúan esta última competencia y tienen como objetivo, “manejar la instrumentación básica utilizada en el laboratorio de química”. Incluyen las siguientes sesiones de dos horas de duración, que se desarrollan en 3 semanas diferentes: Práctica 1. Extracción líquido-líquido simple y múltiple; Práctica 2. Cristalización y gravimetría; Práctica 3. Destilación. Detección cualitativa de cloruros y sulfatos.

3.4. Estrategia docente

El modelo aula invertida que se aplicó en la asignatura Fundamentos de Química, se estructura en los siguientes bloques:

3.4.1. Trabajo previo del estudiante fuera del aula

Los alumnos deben preparar y estudiar los conceptos y fundamentos teóricos que constituyen la base de los experimentos que desarrollarán posteriormente en el laboratorio. La estructura pedagógica de esta fase comprende la lectura de los manuales o guías de prácticas que describen esos fundamentos teóricos, el procedimiento experimental, así como el instrumental, los reactivos necesarios y sus fichas técnicas de seguridad, con las precauciones que deben tener en cuenta. En cada experiencia disponen también de una serie de vídeos en los que se exponen los aspectos fundamentales, las operaciones básicas de laboratorio y cómo usar el instrumental necesario: i) cómo fabricar un filtro; ii) Cómo filtrar con un embudo Buchner; iii) Uso del embudo de decantación para la extracción líquido-líquido; iv) Montaje de un equipo de destilación. El visionado de los vídeos no es obligatorio.

Todos los documentos y vídeos se ponen a disposición de los estudiantes a través de la plataforma Moodle, en el espacio virtual de la asignatura, en el que también acceden al correo electrónico del profesor. Se habilita un foro de consultas para exponer las dudas y comentarios al docente, así como al resto de compañeros.

Durante esta fase, los alumnos deben contestar de manera on-line, a través de la plataforma Moodle, un cuestionario con preguntas de opción múltiple sobre los fundamentos teóricos y prácticos de cada sesión de laboratorio en los días previos, y tras el estudio de los materiales de cada práctica. En el encabezado de cada cuestionario, se indica el número de preguntas, el número de intentos permitidos, la fecha límite para su cumplimentación, el tiempo de duración de cada intento y el método de calificación (la más alta obtenida). En total, se realizan tres cuestionarios previos, uno por cada sesión práctica. Estos cuestionarios aportan un 50% de la calificación de prácticas, por lo que su realización incide en las calificaciones obtenidas.

3.4.2. Trabajo presencial del estudiante en el laboratorio

La segunda parte del trabajo comprende la sesión práctica presencial, que comienza con un debate sobre lo que se va a hacer, con la participación activa de los estudiantes, que comparten con los otros lo aprendido y manifiestan sus dudas. En este momento se produce la retroalimentación formativa del docente, que ha analizado los cuestionarios resueltos por el alumnado antes de llevar a cabo el experimento práctico, conoce sus debilidades y resuelve sus dudas.

Posteriormente, cada estudiante realiza la experiencia práctica de manera individual, siendo responsable del material, del equipamiento que utiliza y de los resultados obtenidos. Las prácticas de laboratorio se proponen como pequeños trabajos de investigación, con resultados desconocidos para el alumno, que conduce su propio experimento, y aporta, por ejemplo, las muestras de agua de mar para la destilación y posterior análisis, así como otras disoluciones para “investigar” su contenido en distintas sales, lo que supone un incentivo (Valverde et al., 2006).

3.4.3. Trabajo posterior a la sesión práctica

Una vez finalizada la sesión práctica, el estudiante debe cumplimentar un cuestionario de evaluación de la experiencia de laboratorio realizada, su fundamento teórico y los resultados obtenidos. Dispone de preguntas de opción múltiple, preguntas de respuesta corta y problemas para aplicar los conocimientos adquiridos a otras situaciones y contextos. En el encabezado de cada cuestionario, se incluye la información descrita en el apartado 3.4.1 para los cuestionarios previos. En total se realizan tres cuestionarios finales, uno por cada sesión práctica.

3.4.4. Evaluación

La realización de las tres prácticas presenciales es obligatoria para superar la asignatura. Los cuestionarios previos aportan el 50% de la calificación final de las prácticas (5 puntos), y los cuestionarios finales el otro 50% (5 puntos). Por lo tanto, la calificación dependerá del grado de cumplimiento de estas tareas. Para cumplimentarlos, el estudiante dispone de un plazo de tiempo amplio (6-7 días), y los realiza como trabajo autónomo, a su ritmo, y en casa o en el ambiente que escoja, fuera del aula.

Al finalizar la última sesión presencial de prácticas, los alumnos cumplimentan la encuesta recogida en la Figura 2, que incluye: (i) ítems 1 al 4 para evaluar la satisfacción con su trabajo en las sesiones prácticas y en relación con los cuestionarios, con lo aprendido y con las prácticas (en una escala Likert de 5 puntos: Muy satisfecho (5); Satisfecho (4); Neutro (3); Insatisfecho (2); Muy insatisfecho (1)); (ii) Ítems 5 al 7 sobre el cumplimiento de las tareas autónomas propuestas (cuestionarios y visualización de vídeos); (iii) Ítems 8 y 9 vinculados a la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de esas tareas; (iv) Ítem 10 vinculado a la percepción del estudiante sobre la autonomía, seguridad, efectividad, motivación y responsabilidad en su aprendizaje con el método de enseñanza aplicado. La encuesta es voluntaria y anónima, lo que se aclara a los participantes.

Los resultados de las encuestas fueron estudiados con el siguiente programa estadístico:

- Jamovi Project (2022), versión 2.3 (<https://www.jamovi.org>).
- R Core Team (2021), versión 4.1 (<https://cran.r-project.org>).

Las variables categóricas se han resumido mediante porcentajes y frecuencias absolutas. Las variables numéricas mediante la media y la desviación estándar (DE).

3.5. Ambiente de clases

Es importante señalar, que las sesiones prácticas presenciales se realizan en un ambiente diferente al aula de teoría, con diferente docente y en grupos pequeños (entre 9 y 11 estudiantes en cada grupo). Aunque los alumnos tienen puestos de trabajo fijos, se mueven para pesar y medir sustancias, coger y lavar material de uso común, y pueden comentar y comparar sus resultados, reflexiones y conclusiones. Lo mismo ocurre con el profesor, que se mueve entre los puestos de trabajo, integrándose entre los estudiantes, colocándose al mismo nivel, y no en una tarima alta frente a ellos, como ocurre en las clases magistrales. Se crea un clima de clase familiar, dinámico y colaborativo, que facilita la interacción entre todos los participantes, y permite un diálogo fluido en un ambiente de confianza, en el que expresan opiniones sobre los experimentos, las metodologías docentes y muchos aspectos de la vida universitaria a la que se están incorporando por primera vez.

Figura 2

Encuesta cumplimentada por los estudiantes al finalizar las prácticas para medir su grado de satisfacción y cumplimiento con diferentes aspectos de la estrategia aplicada.

¿Te gusta la Química? Sí No

1. ¿Estás satisfecho/a con el trabajo que tú has realizado en las sesiones de prácticas de Fundamentos de Química?
 Muy satisfecho (5); Satisfecho (4); Neutro (3); Insatisfecho (2); Muy insatisfecho (1)

2. ¿Estás satisfecho/a con lo aprendido en esas sesiones de prácticas?
 Muy satisfecho (5); Satisfecho (4); Neutro (3); Insatisfecho (2); Muy insatisfecho (1)

3. En general, ¿estás satisfecho/a con las prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Química?
 Muy satisfecho (5); Satisfecho (4); Neutro (3); Insatisfecho (2); Muy insatisfecho (1)

4. ¿Estás satisfecho/a con el trabajo que has realizado en relación con los cuestionarios?
 Muy satisfecho (5); Satisfecho (4); Neutro (3); Insatisfecho (2); Muy insatisfecho (1)

5. He leído toda la guía de cada práctica antes de hacer el cuestionario y de acudir al laboratorio a la sesión presencial: Siempre Solo una vez Solo buscaba las respuestas de los cuestionarios Nunca

6. ¿Realizaste todos los cuestionarios previos?
 Sí, todos; Sólo de 2 prácticas; Solo de 1 práctica; Ninguno

7. ¿Has visto los vídeos propuestos antes de las sesiones prácticas?
 Sí, todos; Sólo de 2 prácticas; Solo de 1 práctica; Ninguno

8. Te ha resultado útil esta metodología (leer las guías y resolver cuestionarios previos) para realizar las prácticas:
 Muy útil (5) Útil (4) Poco útil (2) Nada útil (1) No la he aplicado al 100%

9. ¿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

10. Esta metodología (leer guía, cuestionarios, vídeos y explicaciones en el laboratorio) para preparar y realizar las prácticas, me ha supuesto:

<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

Comentario libre sobre las prácticas:

Nota. Esta encuesta recoge los ítems 1 al 4 para evaluar la satisfacción de los alumnos, los ítems 5 al 7 para evaluar el cumplimiento de las tareas lectura de las guías y visionado de vídeos, los ítems 8 y 9 recogen su opinión sobre la utilidad de esas tareas, y el ítem 10 para determinar la opinión del estudiante sobre su aprendizaje con la estrategia docente aplicada.

Desde el año 1997, la docente ha impartido las prácticas de laboratorio de esta asignatura y/o de asignaturas básicas de química similares (con los mismos contenidos, y con estudiantes de nuevo ingreso en primer semestre de un grado universitario, que reconocen no haber realizado prácticas en cursos anteriores, e incluso, no haber recibido docencia de química en niveles de educación anteriores).

4. Resultados

Los resultados académicos obtenidos en las prácticas en el curso 2022-2023 se recogen en la Tabla 1. De los 88 estudiantes que debían hacer las prácticas, aprobaron 78 (89%) y suspendieron 10 (6 hombres y 4 mujeres) que no asistieron a las últimas sesiones y/o no entregaron los últimos cuestionarios post-prácticas, ni se presentaron a la recuperación.

Tabla 1

Calificaciones de los estudiantes que aprueban las prácticas de laboratorio suponiendo una puntuación máxima de 10 puntos

Curso	Estudiantes en prácticas	Estudiantes aprobados	Número de estudiantes con calificación (%)				
			≥ 9	$9 > x \geq 8$	$8 > x \geq 7$	$7 > x \geq 6$	$6 > x \geq 5$
2022-23	88	78	4(5,1)	16(20,5)	15(19,2)	23(29,5)	20(25,6)

Nota. En la tabla se representa el número de estudiantes que obtuvo las calificaciones señaladas en los intervalos indicados y, entre paréntesis, el porcentaje de participantes con dicha calificación, que resulta de la suma de las puntuaciones de los cuestionarios previos y post.

Solo 73 alumnos cumplimentaron el cuestionario recogido en la Figura 2. La pregunta ¿Te gusta la química? obtuvo 94,5% respuestas afirmativas (69 de los 73 participantes). En la Tabla 2, se muestran los resultados de satisfacción con distintos aspectos de las prácticas, recabados a través de los ítems 1 a 4 de la encuesta (Figura 2). Como se puede observar, 71 estudiantes (97,2%) manifiestan estar muy satisfechos o satisfechos con las prácticas de Fundamentos de Química y 69 (94,5%) muestran las mismas valoraciones en su satisfacción con lo aprendido en esas sesiones de prácticas. Cabe destacar que la puntuación media más alta (4,56) se obtiene en la pregunta En general, ¿Estás satisfecho/a con las prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Química? y la más baja (3,77) en la cuestión ¿Estás satisfecho/a con el trabajo que has realizado en relación con los cuestionarios? Sin embargo, aunque la satisfacción es alta, 21 estudiantes (28,8%) indicaron una satisfacción neutra en este último ítem.

Tabla 2

Resultados de satisfacción de los estudiantes con las prácticas recabada a través de la encuesta de la Figura 2.

Ítem	Respuestas propuestas					Puntuación
	Muy satisfecho 5	Satisfecho 4	Neutro 3	Insatisfecho 2	Muy insatisfecho 1	Media ± DE
	Número de respuestas (%)					
1. Estás satisfecho/a con el trabajo que tú has realizado en las sesiones de prácticas	37 (51,4)	31 (43,1)	3 (4,2)	0	1 (1,4)	4,43±0,71
2. ¿Estás satisfecho/a con lo aprendido en esas sesiones de prácticas?	39 (53,4)	30 (41,1)	3 (4,1)	0	1 (1,4)	4,45±0,71
3. En general, ¿Estás satisfecho/a con las prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Química?	45 (61,6)	26 (35,6)	1 (1,4)	0	1 (1,4)	4,56±0,67
4. ¿Estás satisfecho/a con el trabajo que has realizado en relación con los cuestionarios?	16 (21,9)	31 (42,5)	21 (28,8)	3 (4,1)	2 (2,7)	3,77±0,94

Nota. Esta tabla muestra el número de estudiantes, y entre paréntesis el porcentaje, que valoró su satisfacción con cada ítem de acuerdo con la escala Likert señalada en la primera fila de la tabla, así como el promedio de satisfacción ± la desviación estándar (DE).

Para poder evaluar el grado de cumplimiento e implicación de los estudiantes en su trabajo autónomo en cuanto al uso de las guías y su lectura previa a la cumplimentación de los cuestionarios antes de las sesiones prácticas, se propusieron los ítems 5, 6 y 7 de la Figura 2, cuyos resultados se resumen en la Tabla 3. Se puede destacar que un 74% de los participantes (54) *había leído toda la guía de cada práctica antes de hacer el cuestionario y de acudir al laboratorio a la sesión presencial*, y el 78,1% (57 participantes) *había realizado todos los cuestionarios previos*.

Tabla 3

Número y porcentaje de estudiantes que leen la guía de prácticas y realizan los cuestionarios previos a la sesión práctica.

Ítem	Respuestas propuestas				
	Siempre	Solo una vez	Solo buscaba las respuestas	Nunca	
5. He leído toda la guía de cada práctica antes de hacer el cuestionario y de acudir al laboratorio a la sesión presencial.					Número de respuestas (%)
	54 (74)	13 (17,8)	5 (6,8)	1 (1,4)	
6. ¿Realizaste todos los cuestionarios previos?	Respuestas propuestas				
	Sí, todos	Solo de 2 prácticas	Solo de 1 práctica	Ninguno	
					Número de respuestas (%)
	57 (78,1)	12 (16,4)	4 (5,5)	0	
7. Te ha resultado útil esta metodología (leer las guías y resolver cuestionarios previos) para realizar las prácticas	Respuestas propuestas				
	Muy útil	Útil	Poco útil	Nada útil	No la he aplicado...
					Número de respuestas (%)
	49 (67,1)	19 (26)	4 (5,5)	0	1 (1,4)

Nota. Esta tabla muestra el número de estudiantes, y entre paréntesis el porcentaje, que seleccionó cada una de las posibles respuestas propuestas para cada ítem a través de la encuesta de la Figura 2.

Para conocer el grado de cumplimiento en relación con los cuatro vídeos propuestos para preparar las prácticas, y la percepción sobre este recurso, se preguntó a los participantes, si los habían visto y si les habían servido de ayuda (ítems 8 y 9 de la Figura 2), ofreciendo las opciones de respuesta recogidas en la Tabla 4, donde se ordenan los resultados de mayor a menor número de respuestas positivas. Como se puede observar, el 31,9% (23 estudiantes) no visionó ninguno, seguido del 26,4% (19 participantes) que consultó solo el de una práctica, y del 22,2% (16) que los vio todos.

Tabla 4

Número de estudiantes que vieron los vídeos propuestos y manifestaron su opinión sobre este recurso.

Ítem	Respuestas propuestas			
	Sí, todos	Solo de 2 prácticas	Solo de 1 práctica	Ninguno
8. ¿Has visto los vídeos propuestos antes de las sesiones prácticas?	Número de respuestas (%)			
	16 (22,2)	14 (19,4)	19 (26,4)	23 (31,9)
	Respuestas propuestas			Número
9. ¿Los vídeos te han servido de ayuda? Ver los vídeos antes de la práctica	Me dio más seguridad, no necesito preguntar tanto			35
	Menos seguridad, necesito consultar cada paso			30
	Me ayudó			22
	No me ayudó			3
	Me dio más autonomía en el laboratorio			3
	No me dio autonomía en el laboratorio			3

Nota. Esta tabla muestra el número de estudiantes, y entre paréntesis el porcentaje, que seleccionó cada una de las posibles respuestas propuestas para cada ítem a través de la encuesta de la Figura 2.

Tabla 5

Percepción del estudiante sobre la repercusión del modelo aula invertida en su aprendizaje y proceder.

Ítem	Respuestas propuestas	Número de estudiantes (%)
10. Esta metodología (leer guía, cuestionarios, vídeos y explicaciones en el laboratorio) para preparar y realizar las prácticas, me ha supuesto:	Aprendizaje más efectivo	55 (75)
	Aprendizaje menos efectivo	0
	Más autonomía en el laboratorio	47 (64,4)
	Menos autonomía en el laboratorio	0
	Más seguridad, no necesito preguntar tanto	47 (64,4)
	Menos seguridad, necesito consultar cada paso	2
	Más responsabilidad en la preparación previa	45 (61,6)
	Menos responsabilidad en la preparación previa	1
	Aumenta mi motivación	35 (47,9)
Disminuye mi motivación	0	

Nota. Esta tabla muestra el número de estudiantes, y entre paréntesis el porcentaje, que seleccionó cada una de las posibles respuestas propuestas sobre el efecto de la metodología en su aprendizaje a través de la encuesta de la Figura 2.

Con el propósito de sondear la percepción del estudiante sobre la estrategia docente, en la encuesta de la Figura 2 se incluyó el ítem 10 (*Esta metodología (leer guía, cuestionarios, vídeos y explicaciones en el laboratorio) para preparar y realizar las prácticas, me ha supuesto...*), con opciones de respuesta definidas. Los resultados se presentan en la Tabla 5 ordenados en función del número de respuestas positivas, de mayor a menor.

4. Discusión

La titulación en la que se imparte la asignatura objeto de estudio es la única de la rama de ciencias en la provincia. Muchos estudiantes no pueden acceder a estudios de esta rama en otras universidades fuera de esta provincia. Otros alumnos no han podido cursar los estudios que deseaban debido al límite de plazas, y a que no alcanzaron la nota mínima exigida en las pruebas de acceso, principalmente en la rama de ciencias sanitarias, por lo que optan por este título como transición hasta poder acceder a los estudios en los que realmente están interesados. En estas circunstancias, teniendo en cuenta el carácter multidisciplinar de la titulación, a la que muchos reconocen acceder por su alto contenido en biología, un alto porcentaje de estudiantes indica que le gusta la química (94,5%). Estos resultados se reflejan en las siguientes declaraciones literales manifestadas en el espacio de la Figura 2 destinado a un comentario libre sobre las prácticas:

- *Muy entretenidas y dinámicas.*
- *Muy bien planteadas, entretenidas y muy instructivas 10/10.*
- *Me han parecido muy interesantes y entretenidas pues es una manera de aprender más eficaz en mi opinión que estudiar hojas y hojas de temario. Todos profesores han sido excelentes y no tengo ninguna queja sobre ellos.*
- *En general me parece funcional el formato mientras el alumnado haga su parte.*
- *Me encantan estas prácticas ya que en un futuro me quiero dedicar al laboratorio por lo que me emociona mucho estar en él.*
- *Son muy entretenidas.*
- *Muy divertidas y sencillas.*
- *Las prácticas nos acercan a la asignatura de una forma didáctica.*
- *Algo que no había hecho antes. Ha sido una buena experiencia.*
- *Necesarias, interesantes y amenas.*
- *Me gustan las explicaciones antes del lab que da Milagros, el apoyo durante la práctica y que no les moleste cuando te equivocas “Estás para aprender me dijeron”.*
- *Son bastantes interesantes y motivan a seguir descubriendo y experimentando.*
- *Me han gustado mucho y el trato de los profes.*
- *Explican muy bien cada paso.*

Dos de los cuatro estudiantes que declararon que no les gustaba la química, comentaron:

- *Me ha costado en muchas ocasiones entender qué es lo que pasaba, pero es culpa mía por la mala base que tengo en química.*
- *Poner más ejemplos y demostraciones.*

Por otra parte, los restantes comentarios son las siguientes propuestas de mejora que se atenderán en la medida de lo posible:

- *Hubiera propuesto un cuestionario previo y un trabajo grupal después de las prácticas para organizarnos y tener trabajo en equipo.*
- *Pondría más preguntas en el cuestionario final.*
- *Más prácticas y más hacer nosotros, como hoy, montar el equipo, etc.*
- *Añadir prácticas más arriesgadas y temerarias.*

En general, la percepción de los participantes es positiva. Califican las prácticas con adjetivos como *entretenidas, dinámicas, muy instructivas, interesantes, necesarias, amenas, divertidas y sencillas*. Parece que la estrategia docente cumple el objetivo de aumentar el entusiasmo y la motivación por las prácticas. De hecho, un estudiante indica que *“motiván a seguir descubriendo y experimentando”*, que se plantea como objetivo de la experiencia. Tam-

bién son de resaltar las afirmaciones “*es una manera de aprender más eficaz en mi opinión que estudiar hojas y hojas de temario*” y “*nos acercan a la asignatura de una forma didáctica*”, que constituyen otros objetivos de estas prácticas de laboratorio, y del modelo pedagógico aula invertida. Por último, un participante reconoce que el formato es funcional *mientras el alumnado haga su parte*. Es fundamental que los estudiantes realicen el trabajo autónomo para que la estrategia sea exitosa y permita alcanzar los objetivos. A continuación, se revela el cumplimiento de las tareas y su relación con otros ítems evaluados a través de la encuesta de la Figura 2.

En general, los estudiantes se muestran muy satisfechos o satisfechos *con las prácticas de Fundamentos de Química*, ítem que recibe la puntuación media más alta (4,56), y con *lo aprendido en esas sesiones de prácticas* (Tabla 2). Estos altos niveles de satisfacción están de acuerdo con los observados por Flynn (2015) en cursos de química orgánica, en los que el tiempo de clase se dedicó a actividades de aprendizaje enfocadas y los contenidos expuestos tradicionalmente a través de lecciones magistrales se trasladaron a enseñanza on-line. También están de acuerdo con los resultados publicados por Sergis et al. (2017), que demostraron mayor satisfacción de los alumnos con el modelo aula invertida que en clases tradicionales. La puntuación más baja de nuestro estudio (3,77) se observa en el ítem 4 de la Figura 2 relacionado con el trabajo personal del estudiante, *¿Estás satisfecho/a con el trabajo que has realizado en relación con los cuestionarios?* Por otra parte, tan solo un estudiante que responde que no le gusta la química, se muestra muy insatisfecho en los 4 ítems recogidos en la Tabla 2, pero indica que la metodología le ha resultado muy útil y le ha supuesto un aprendizaje más efectivo, más autonomía, más seguridad, más responsabilidad y aumentó su motivación. Es responsable del comentario “*Poner más ejemplos y demostraciones*”, quizás, porque indica que no visionó los vídeos.

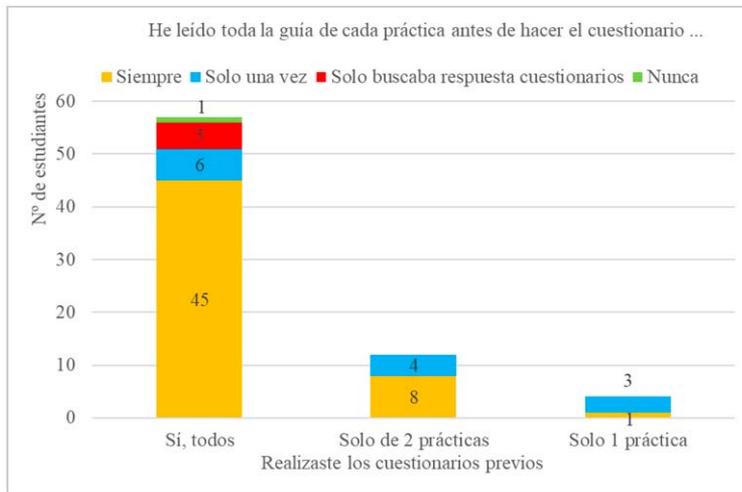
El 74,3% de los participantes obtiene calificaciones superiores al 6 (Tabla 1). Este porcentaje es muy similar al de los estudiantes que realizaron *los cuestionarios previos*, que contribuyen a las calificaciones en un 50%. En la Figura 3, se observa que el 78,9% de los estudiantes que declara haber realizado todos los cuestionarios previos, ha leído todas las guías. Es importante destacar que el 93,1% (68 alumnos) señaló que le *ha resultado útil o muy útil esta metodología (leer las guías y resolver cuestionarios previos) para realizar las prácticas*.

Para determinar si los estudiantes más satisfechos con su trabajo son los que han cumplido las tareas propuestas, se cruzaron los resultados de los ítems 4 y 5 *¿Estás satisfecho/a con el trabajo que has realizado en relación con los cuestionarios?* (Tabla 2) y *He leído toda la guía de cada práctica antes de hacer el cuestionario y de acudir al laboratorio a la sesión presencial* (Tabla 3). Se detectó que el 66,7%, 36 de los 54 estudiantes que habían leído la guía siempre, se sentían “satisfechos” o “muy satisfechos” con su trabajo en relación con los cuestionarios (Figura 4). Tan solo un estudiante señaló no haber leído nunca las guías, pero cumplimentó todos los cuestionarios y visionó solo uno de los vídeos, exponiendo que no había aplicado la metodología al 100%. Sin embargo, se muestra *muy satisfecho* con lo aprendido y *satisfecho* con los otros 3 ítems de satisfacción evaluados (Figura 2).

En la Tabla 4, se puede observar el bajo porcentaje de estudiantes (22,2%) que visiona todos los vídeos propuestos; el 31,9% (23 estudiantes) no visionó ninguno y el 26,4% (19 participantes) solo el de una práctica. Esta puede ser considerada una limitación de la estrategia docente aplicada. Estos resultados contrastan con los señalados anteriormente en relación con la cumplimentación de los cuestionarios previos, que fueron respondidos por un mayor porcentaje de alumnos (78,1%), debido, probablemente, a que están vinculados a la calificación de prácticas.

Figura 3

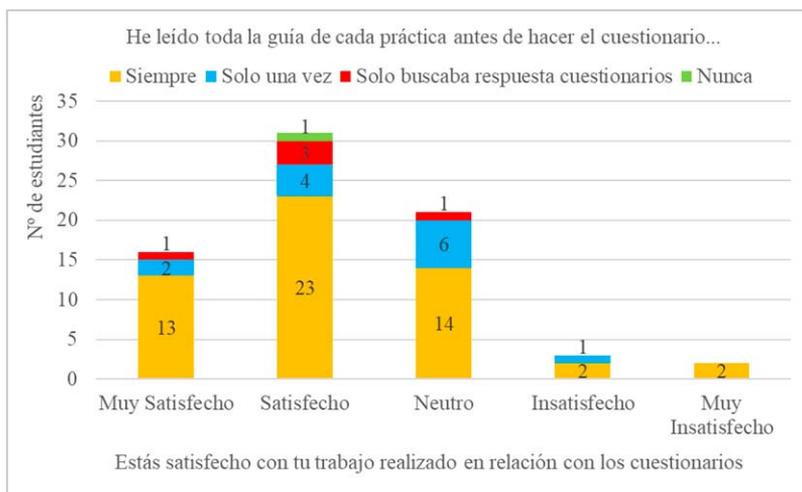
Representación conjunta de las preguntas: Realizaste los cuestionarios y He leído guía de cada práctica antes de hacer el cuestionario.



Nota. Esta figura muestra en cada columna el número total de estudiantes que cumplimentó todos, 2 o 1 cuestionario previo. A su vez, cada columna se fracciona en colores que indican la frecuencia con la que esos participantes leyeron las guías antes de hacer esos cuestionarios.

Figura 4

Representación conjunta de los ítems 4 y 5: ¿Estás satisfecho/a con el trabajo que has realizado en relación con los cuestionarios? y He leído toda la guía de cada práctica antes de hacer el cuestionario...-



Nota. Esta figura muestra en cada columna el número total de estudiantes con diferente grado de satisfacción con su trabajo. A su vez, cada columna se fracciona en colores que indican la frecuencia con la que esos participantes leyeron las guías antes de hacer los cuestionarios.

Los porcentajes de estudiantes que cumplen las tareas autónomas son inferiores a los publicados por [Cormier y Voisard \(2018\)](#) en un estudio realizado con estudiantes de segundo curso de grado que, probablemente, han desarrollado habilidades de aprendizaje auto-dirigido, que son la base del éxito del modelo aula invertida. Nuestros estudiantes cursan una asignatura de primer semestre y de primer curso, lo que explicaría esa falta de auto-regulación del aprendizaje en un 26% que no lee todas las guías, y un 21,9% que no realiza todos los cuestionarios previos. Este incumplimiento de las tareas asignadas es más marcado en relación con los vídeos facilitados a través de la plataforma Moodle, probablemente, porque la calificación final no se vincula directamente a esos vídeos, como ocurre con los cuestionarios previos y post (estos últimos son obligatorios para superar las prácticas) (Tabla 4). Nuestros resultados contrastan parcialmente con los obtenidos por [Robinson et al. \(2020\)](#), en los que un 79,17% de alumnos de física de primer curso universitario indicó que había visto todos los vídeos (idéntico porcentaje al de estudiantes que realiza los cuestionarios en este estudio). Es destacable que los 33 estudiantes que indicaron haber visto alguno de los vídeos también señaló que les había servido de ayuda frente a los 3 estudiantes que manifestaron que no les sirvió de ayuda. [Ryan y Reid \(2016\)](#) estudiaron el impacto del aula invertida en estudiantes de química general, observando que no existía una mejora significativa de las calificaciones respecto a estudiantes que recibieron docencia tradicional, lo que señalaron que podría deberse a su falta de auto-regulación del aprendizaje citada anteriormente. Además, de acuerdo con nuestros resultados, los autores también señalaron que una minoría de estudiantes nunca adoptó el formato invertido.

Entre los puntos fuertes de este estudio, se puede resaltar que, durante el transcurso de las sesiones de prácticas, los participantes se mostraron menos dependientes de lo que tradicionalmente han sido en el laboratorio. La mayoría sabe lo que tiene que hacer y no requiere preguntar cada paso que da, ni la atención que exigían mediante el método de enseñanza tradicional, a través del que muchos necesitaban la aprobación del docente en cada etapa del experimento para estar seguros de que lo estaban desarrollando correctamente, realizando cuestiones constantemente y frenando el trabajo. Esto motivaba que, en algunos casos, se demoraran y no fueran capaces de seguir el mismo ritmo que el resto, ni de finalizar la experiencia en el tiempo previsto. Con el modelo aula invertida, los estudiantes saben lo que van a hacer en el laboratorio, gestionan mejor el tiempo dedicado a cada tarea y manifiestan una mayor autonomía y seguridad en su trabajo, tal y como fue destacado por el 64,4% de los participantes en la experiencia (Tabla 5). Estos resultados coinciden con los publicados por [Campillo-Ferrer y Miralles-Martínez \(2021\)](#), en los que se señala una mayor autonomía en el aprendizaje a través del aula invertida. Además, de acuerdo con [Nouri \(2016\)](#), en el presente estudio, el 75% de los alumnos manifestó que *esta metodología* les aporta un aprendizaje más efectivo, y el 93,1% (68 estudiantes) indicó que le había resultado útil o muy útil, de los cuales 65 mostraron que estaban satisfechos o muy satisfechos con lo aprendido en las sesiones (Figura 5).

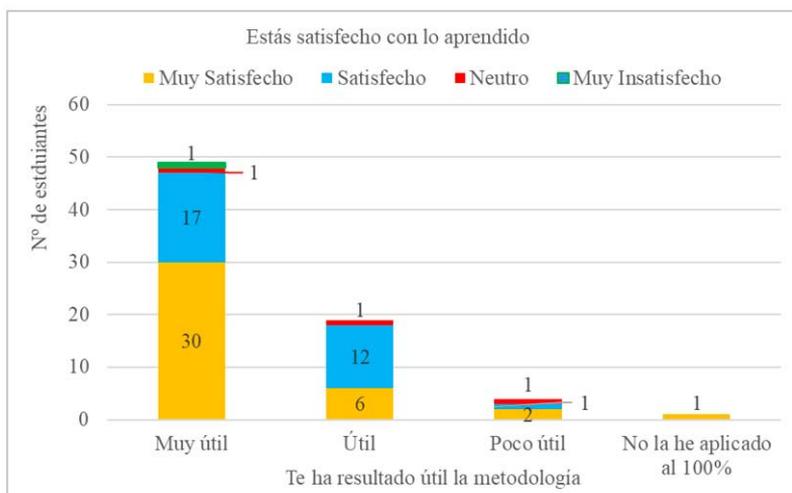
5. Conclusiones

El uso del modelo pedagógico aula invertida mostró un aumento de la motivación, confianza y del aprendizaje, así como una alta satisfacción de los estudiantes “*con las prácticas de laboratorio de la asignatura Fundamentos de Química*” y “*con lo aprendido en esas sesiones prácticas* (con valoraciones medias de 4,56 y 4,45 respectivamente sobre 5 puntos). En el laboratorio, los estudiantes se muestran más críticos, y se plantean preguntas cuyas respuestas son aportadas por otros estudiantes, mejorando la capacidad de interpretar, argumentar y reflexionar sobre lo que aprenden. Los resultados del post test demostraron que el aula invertida fomenta una mayor comprensión de los conceptos y el desarrollo de habilidades científicas.

cas. Parece la metodología adecuada para la enseñanza de la química experimental en grupos de estudiantes pequeños, teniendo en cuenta el rendimiento (medido por sus calificaciones) y su actitud positiva hacia dicha metodología en aquellos participantes que la adoptaron al 100%. Sin embargo, una limitación es la demanda de auto-regulación del aprendizaje y de constancia en el trabajo, que los estudiantes del primer semestre de un título universitario no han desarrollado. Es necesario recordarles constantemente las tareas y los plazos, y aun así, no realizan todas las tareas.

Figura 5

Representación conjunta de los ítems 2 y 8: “Estás satisfecho con lo aprendido” y “Te ha resultado útil la metodología...”



Nota. Esta figura muestra en cada columna el número total de estudiantes a los que estrategia docente resultó muy útil, útil, poco útil o no la aplicó. A su vez, cada columna se fracciona en colores que indican el número de esos participantes con distintos niveles de satisfacción.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a los estudiantes de primer curso del Grado en Ciencias del Mar de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria su implicación y participación en las actividades del curso.

Referencias

- Abeyssekera, L. y Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research and Development*, 34, 1–14. <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>.
- Alemán, B., Navarro, O. L., Suárez, R. M., Izquierdo, Y. y Encinas, T. C. (2018). La motivación en el contexto del proceso enseñanza-aprendizaje en carreras de las Ciencias Médicas. *Revista Médica Electrónica*, 40(4), 1257-1270. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242018000400032&lng=es&tlng=es.
- Arnold-Garza, S. (2014). The Flipped Classroom Teaching Model and Its Use for Information Literacy Instruction. *Communications in Information Literacy*, 8, 7–22. <https://doi.org/10.15760/comminfolit.2014.8.1.161>.

- 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>.
- Bergmann, J. y Sams, A. (2014). *Flipped learning. Gateway to student engagement*. International Society for Technology in Education.
- 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).
- Cooper, M. y Stowe, R. (2018). Chemistry education research—from personal empiricism to evidence, theory, and informed practice. *Chem. Rev.* 118(12), 6053–608. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00020>.
- Cormier, C., y Voisard, B. (2018). Flipped Classroom in Organic Chemistry Has Significant Effect on Students' Grades. *Frontiers in ICT* 4, 30. <https://doi.org/10.3389/fict.2017.00030>.
- Fautch, J. M. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: is it effective? *Chemistry Education Research Practice* 16, 179–186. <https://doi.org/10.1039/C4RP00230J>.
- Flores, J., Caballero, S., Concesa, M. y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75–111. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&tlng=esF.
- Flynn, A. B. (2015). Structure and evaluation of flipped chemistry courses: organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 198–211. <https://doi.org/10.1039/C4RP00224E>.
- Galindo-Dominguez, H. (2021). Flipped Classroom in the Educational System: Trend or Effective Pedagogical Model Compared to Other Methodologies? *Educational Technology & Society*, 24(3), 44–60. <https://www.jstor.org/stable/27032855>.
- 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>.
- Hicks R. W. y Bevsek H. M. (2012). Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education*, 89(2), 254–257. <https://doi.org/10.1021/ed1001202>.
- Houseknecht J. B., Leontyev A., Maloney V. y Welder, C. (2019). Introduction to Active Learning in Organic Chemistry and Essential Terms. *ACS Symposium Series*, 1336(1), 1–17. <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1336.ch001>.
- Jia, C., Hew, K. F., Bai, S. y Huang, W. (2020) Adaptation of a conventional flipped course to an online flipped format during the Covid-19 pandemic: student learning performance and engagement. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(2), 281–301. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1847220>.

- Jiménez-Valverde, G., Llobera-Jiménez, R. y Llitjós-Viza, A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de apertura. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 59–70. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3814>.
- Lafarge, D. L., Morge, L. M. y Meheut, M. M. (2014). A New Higher Education Curriculum in Organic Chemistry: What Questions Should Be Asked? *Journal of Chemical Education*, 91(2), 173–178. <https://doi.org/10.1021/ed300746e>.
- Lage, M. J., Platt, G. J. y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education* 31, 30–43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759>.
- Lynn, A. B. (2015). Structure and evaluation of flipped chemistry courses: organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 198–211. <https://doi.org/10.1039/C4RP00224Eice>.
- Nouri, J. (2016). The flipped classroom: for active, effective and increased learning – especially for low achievers. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13, 33. <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0032-z>.
- Robinson, F. J., Reeves, P. M., Caines, H. L. y De Grandi, C. (2020). Using Open-Source Videos to Flip a First-Year College Physics Class. *Journal of Science and Education Technology*, 29, 283–293. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09814-y>.
- Ryan, M. D. y Reid, S. (2016). Impact of the flipped classroom on student performance and retention: a parallel controlled study in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(1), 13–23. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00717>.
- Sergis, S., Sampson, D. G., y Pelliccione, L. (2017). Investigating the impact of Flipped Classroom on students' learning experiences: A Self-Determination Theory approach. *Computers in Human Behavior*, 78, 368–378. <http://hdl.handle.net/20.500.11937/56739>.
- 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>.
- Srinivasan, S., Gibbons, R. E., Murphy, K. L. y Raker, J. (2018). Flipped classroom use in chemistry education: results from a survey of postsecondary faculty members. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1307–1318. <http://dx.doi.org/10.1039/C8RP00094H>.
- Talanquer, V. (2018). Importance of Understanding Fundamental Chemical Mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 95(11), 1905–1911. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00508>.



Este trabajo está sujeto a una licencia de Reconocimiento 4.0 Internacional Creative Commons (CC BY 4.0).