

Clase inversa como método de aprendizaje de las Mejores Técnicas Disponibles en el ámbito universitario

Flipped class as a method of learning Best Available Techniques in the university environment.

Gemma Roselló-Márquez^a, Mireia Cifre-Herrando^b y José García-Antón^c

^aInstituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental, Universitat Politècnica de València, gemromar@etsii.upv.es, ORCID 0000-0002-3116-1312, ^bInstituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental, Universitat Politècnica de València, mcifher@upvnet.upv.es, ORCID 0000-0002-8800-3585 y

^cDepartamento de Ingeniería Química y Nuclear, Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental, Universitat Politècnica de València, jgarciaa@iqn.upv.es, ORCID 0000-0002-0289-1324.

How to cite: Gemma Roselló-Márquez, Mireia Cifre-Herrando y José García-Antón. 2023. *Clase inversa como método de aprendizaje de las Mejores Técnicas Disponibles en el ámbito universitario*. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16518>

Abstract

The teaching innovation proposed below has been implemented in the subject "Industrial Processes in Chemical Engineering" of the Chemical Engineering Degree during the 2022-2023 academic year, which is taught in the first quarter. It has been implemented the methodology known as "flipped class" to transmit knowledge about the Best Available Techniques (MTD's) in the industries studied during the course. For this, a series of resources, both multimedia and written documents, were provided to students so that they could analyze them beforehand. Once this step was completed, during the classes, a series of activities were carried out to reinforce the knowledge acquired. Finally, the results achieved when using this new methodology were analyzed, evaluating the grades obtained in this section both the previous year and this year, where it was concluded that the methodology has managed to increase the efficiency in the transmission of knowledge. In addition, a survey was carried out on the students where their satisfaction with this methodology was corroborated, since the result was they found it very useful and dynamic.

Keywords: *flipped class, methodology, multimedia documents, survey*

Resumen

La innovación docente que se propone a continuación se ha implementado en la asignatura de "Procesos Industriales en Ingeniería Química" del Grado de Ingeniería Química durante el curso 2022-2023 que se imparte en el primer cuatrimestre. En ella hemos implementado la metodología conocida como "clase inversa" para transmitir los conocimientos sobre las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) en las industrias estudiadas durante la asignatura. Para ello, se pusieron a disposición del alumnado una serie de recursos tanto multimedia

como documentos escritos para que previamente los analizaran. Una vez realizado este paso, durante las clases lectivas se realizaron una serie de actividades para reforzar los conocimientos adquiridos. Finalmente, se analizaron los resultados logrados al emplear esta nueva metodología analizando las notas obtenidas en este apartado tanto el año anterior como el presente, donde se concluyó que la metodología ha conseguido aumentar la eficacia en la transmisión de los conocimientos. Además, se realizó una encuesta a los alumnos en donde se corroboró su satisfacción frente a esta metodología, ya que el resultado fue que les pareció muy útil y dinámica.

Palabras clave: *clase inversa, metodología, documentos multimedia, encuesta*

1. Introducción

1.1. Concepto de Clase inversa.

Un docente se debería realizar la siguiente pregunta para conseguir buenos objetivos a lo largo de sus clases: "¿Cómo puedo satisfacer todas las necesidades de aprendizaje de mis alumnos?" Sin embargo, las clases numerosas, la variedad de tipo de alumnado, los estándares y el tiempo de clase limitado pueden impedir que un profesor llegue a todos los estudiantes y que ellos alcancen los objetivos previstos. Por ello, se están buscando nuevos métodos a impartir en las clases y conseguir aumentar el público al que se llega. La clase inversa es uno de estos métodos en el que la clase se transforma en un entorno de aprendizaje dinámico e interactivo donde el educador guía a los estudiantes a medida que aplican conceptos y se involucran en la materia.

El uso de clase inversa como alternativa a los entornos de aprendizaje tradicionales ha atraído cada vez más la atención de investigadores y educadores. El avance de las herramientas tecnológicas como los videos interactivos, las actividades interactivas en clase y los sistemas de videoconferencia allanan el camino para el uso generalizado de las aulas con clase inversa. Además, es una técnica multidisciplinar ya que existen estudios sobre el uso de este tipo de metodología en diferentes disciplinas, incluidos los sistemas de información, la ingeniería, la sociología, humanidades e idiomas (Cebrián Villar & López García, 2022; Zengin, 2017).

Por tanto, se trata de un estilo pedagógico donde el profesor comparte recursos digitales predeterminados con los estudiantes a través de una plataforma externa de forma asíncrona, y dentro del aula se realizan actividades activas, colaborativas e interactivas de resolución de problemas y prácticas de consolidación. Así, los alumnos son más activos en la clase, interiorizando los contenidos a través de una amplia gama de tareas en el aula.

Finalmente, los componentes principales que se deben dar para realizar con éxito esta metodología son los siguientes (Díaz-Muñoz, 2022; Encarnación Pedrero García, 2023):

-Primero, los educadores deben reestructurar el ambiente y el tiempo de aprendizaje de manera flexible, considerando las expectativas y necesidades individuales y grupales.

-En segundo lugar, los educadores deben realizar un seguimiento regular del nivel de dificultad de los contenidos y las notas tomadas por los estudiantes, así como su progreso, y también deben aplicar estrategias de aprendizaje activo que maximicen la comprensión conceptual de los estudiantes.

-Finalmente, el instructor debe ser un educador profesional que monitoree continuamente a los estudiantes en sus procesos de aprendizaje, proporcione retroalimentación de inmediato y evalúe los resultados de los estudiantes.

Por tanto, con la ayuda del profesor o sus compañeros de clase, los estudiantes se involucran en las actividades de aprendizaje orientadas a la aplicación de los conocimientos teóricos. Lo que se espera de los estudiantes en el aula es que interactúen con el educador y sus compañeros, apliquen y practiquen los conocimientos adquiridos y utilicen las oportunidades que se les brindan para mejorar su rendimiento de aprendizaje y habilidades de pensamiento de orden superior. En otras palabras, es fundamental que los profesores apliquen estrategias activas de aprendizaje para permitir que los alumnos manejen sus responsabilidades, autorregulación y aprendizaje (MILTON PATERSON YÉPEZ PADILLA, 2022; Yilmaz, 2017).

El principio esencial de este modelo es asegurar una mejor comprensión y consolidación del contenido que es aprendido por los estudiantes fuera del aula, bajo la guía de los instructores dentro del aula. Tras concentrarse en los temas mientras escuchan las conferencias o miran los videos fuera del aula, los estudiantes los interiorizan con la ayuda de aplicaciones prácticas e interactuando con el profesor en el aula, como se muestra en la Figura 1 (Cabi, 2018).

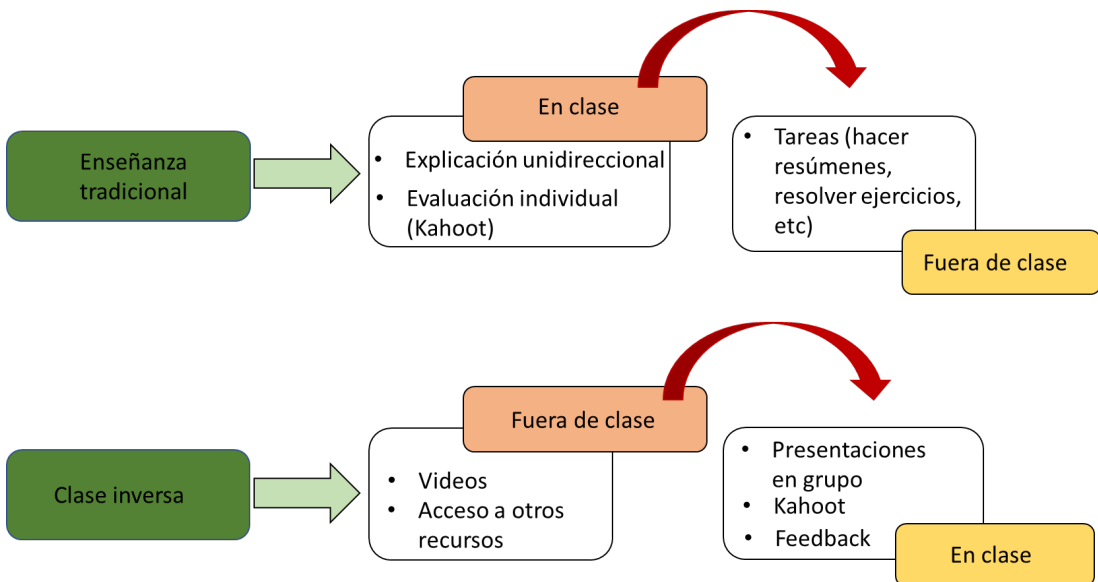


Fig. 1. Características de los entornos de aprendizaje en clase inversa y aprendizaje tradicional.

1.2. Ámbito de aplicación de la clase inversa.

El propósito de este trabajo fue investigar el impacto del modelo de clase inversa en el rendimiento de los estudiantes en la asignatura de Procesos industriales en Ingeniería Química. Esta asignatura se imparte en el cuarto curso del Grado en Ingeniería Química que se oferta cada año en la Escuela Técnica de Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Valencia. El número de alumnos que cursan esta asignatura cada año varía entre 60 y 70, y concretamente en el curso 2022-2023 se matricularon 67. En cuanto al perfil del alumnado, se trata de chicos y chicas entre 22 y 24 años que se encuentran acabando el Grado y con grandes inquietudes sobre su futuro laboral, por lo que esta asignatura les brindará información útil sobre sus diferentes posibilidades.

Por tanto, se seleccionó la última parte de la asignatura, en donde se explican las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) a aplicar en cada proceso industrial estudiado en la asignatura.

Según la Directiva 2010/75/EU del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación), las mejores técnicas disponibles son la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir la base de los valores límite de emisión y demás condiciones destinadas a evitar o, cuando no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.

Se entiende por Técnica a la tecnología utilizada junto con la forma en que una instalación esté diseñada, construida, mantenida y explotada.

Por Técnicas disponibles se entienden aquellas técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, en condiciones económica y técnicamente viables, teniendo en cuenta los costes y los beneficios tanto si las técnicas se utilizan o se producen en el Estado miembro como si no, siempre que el titular pueda tener acceso en condiciones razonables.

Y finalmente, las Técnicas mejores son las más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto (Comisión europea, 2007).

Por lo tanto, se puede decir que las Mejores Técnicas Disponibles, son la manera ambientalmente más respetuosa que se conoce de llevar a cabo una actividad, teniendo en cuenta que el coste para las empresas que las han de utilizar esté dentro de unos límites razonables, tal y como se muestra en la Figura 2.

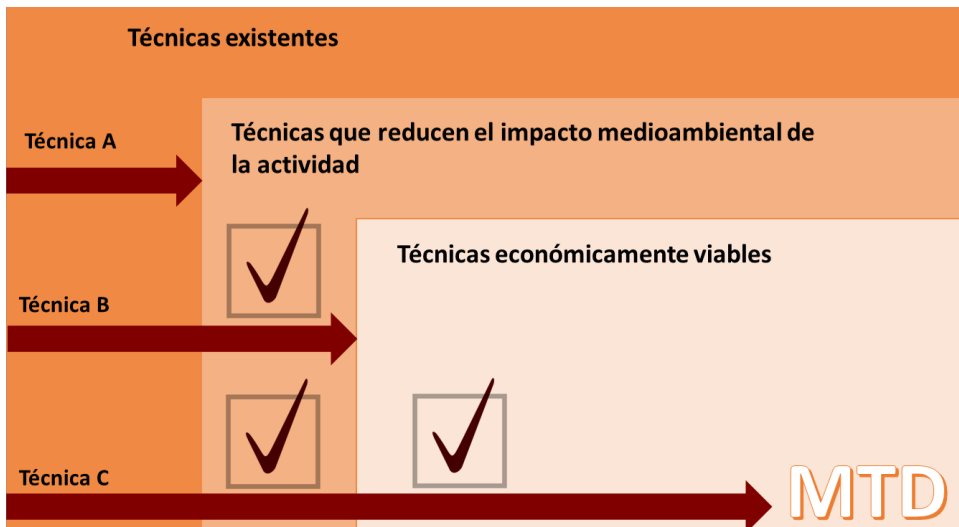


Fig. 2. Significado de MTD's.

2. Objetivos

Entre los objetivos podemos distinguir entre objetivos generales y objetivos específicos. Los objetivos generales de esta innovación son los siguientes:

- En primer lugar, mejorar el aprendizaje del alumnado matriculado en la asignatura de Procesos Industriales en Ingeniería Química.

- Introducir de manera paulatina una nueva metodología de enseñanza en niveles superiores de educación.
- Evaluar la eficacia de esta nueva metodología con resultados finales.

Mientras que los objetivos específicos son:

- Transmitir de manera más eficaz los conocimientos sobre las MTD's.
- Motivar al alumnado durante las horas lectivas y hacer que los alumnos sean proactivos durante ellas.
- Conseguir dinamizar las clases teóricas.

3. Desarrollo de la innovación

3.1. Contextualización de la asignatura

La asignatura “Procesos industriales en Ingeniería Química” se imparte durante el primer cuatrimestre del cuarto curso en el Grado de Ingeniería Química. En ella se estudian y analizan las industrias químicas más importantes. En el primer parcial se impartirán los temas relacionados con las INDUSTRIAS QUÍMICAS DE CARÁCTER ORGÁNICO (BLOQUE I): grasas, aceites, pinturas y fermentación alcohólica, y en el segundo parcial se impartirán los temas relacionados con las INDUSTRIAS QUÍMICAS INORGÁNICAS (BLOQUE II): industria cloro-sosa, amoníaco, ácido nítrico, sulfúrico y fertilizantes. En cada uno de los temas el enfoque será el siguiente:

- Características de la materia prima.
- Tipos de productos que se pueden obtener a partir de cada materia prima y sus aplicaciones.
- Procesos industriales para la obtención de dichos productos. Identificar las ventajas e inconvenientes de los mismos, así como los componentes y servicios auxiliares que intervienen. Comparación de las distintas alternativas.
- Tratamiento y/o reutilización de los residuos del proceso
- Seguridad en el diseño y operación de las plantas de proceso.

2.2. Actividades realizadas en la clase inversa.

El cambio o innovación introducida en esta asignatura ha sido, como se ha comentado anteriormente, proporcionar a los alumnos los conocimientos sobre MTD's con un método distinto al tradicional y con el que se aumente la eficacia en el resultado final de los alumnos.

Para ello, los 67 alumnos matriculados en la asignatura hicieron los trabajos previos a cada sesión que se habían estipulado el primer día de clase y que se habían colgado en el apartado “recursos” del Poliformat. Una vez hechas esas tareas, las horas lectivas de esta asignatura se dedicaron para realizar las actividades que se muestran en la Figura 3.

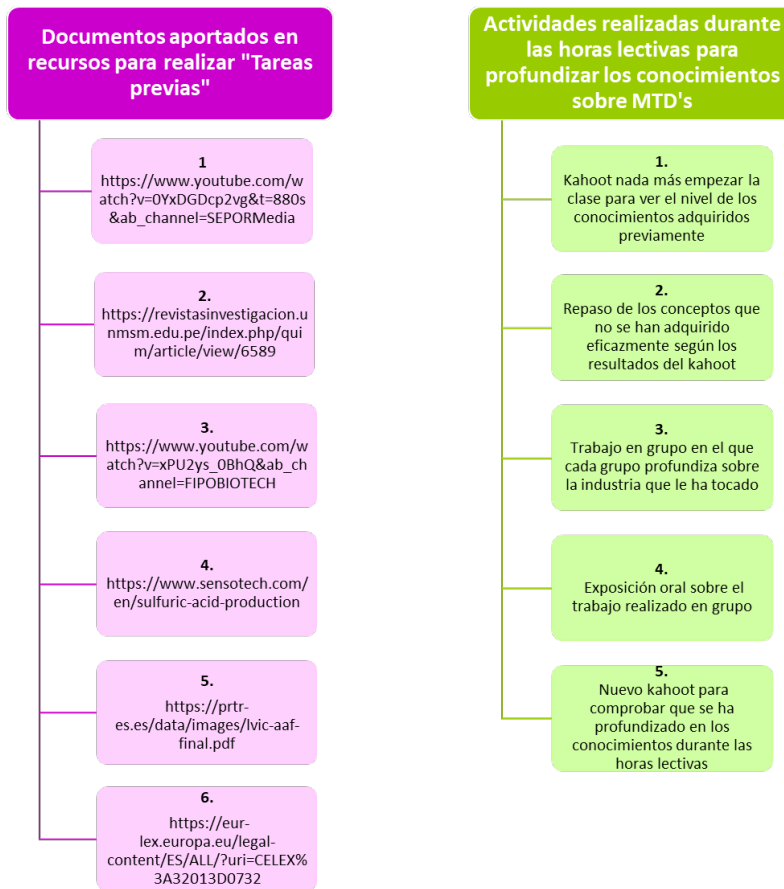


Fig. 3. Total de documentos y actividades realizadas en el aula con la técnica de clase inversa

Los estudiantes fueron agrupados aleatoriamente en diferentes equipos de trabajo para que pusieran en práctica los conocimientos adquiridos durante las tareas previas a la clase. Además, este ejercicio también sirvió para formar a los alumnos en una competencia transversal muy importante para su futuro laboral, como es el manejo del trabajo en equipo. Al inicio de la investigación había 67 estudiantes; sin embargo, ocho de los participantes fueron excluidos del grupo de estudio al final de la investigación por no realizar las actividades fuera de clase, porque no les permitía poder aportar o contribuir en el grupo.

Las actividades en clase incluyeron evaluaciones individuales y presentaciones grupales. Las clases comenzaron con pruebas de opción múltiple, compuestas por cinco o diez preguntas sobre los contenidos aprendidos fuera del aula. Los estudiantes iniciaron sesión en la aplicación Kahoot con sus números de estudiante, usando sus dispositivos móviles para llegar a la interfaz y ver la prueba cargada en el sistema por el docente. El profesor se esperaba hasta que los estudiantes respondieran las preguntas dentro de un período de tiempo asignado y enviaran sus respuestas a través del mismo sistema. Cuando finalizaba el tiempo de respuesta de cada pregunta, la respuesta correcta se proyectaba, así como las propias respuestas de los estudiantes. Una vez respondidas todas las preguntas, el docente compartió las respuestas correctas con los estudiantes justificando el porqué de cada una de las respuestas.

Para las presentaciones grupales, al comienzo del cuatrimestre, los estudiantes se dividieron en grupos de cuatro. Dentro de los grupos, a cada estudiante se le asignó uno de los siguientes roles: líder del grupo,

quien comunica oralmente los resultados, quien escribe los resultados. Los miembros del grupo intercambiaron sus roles durante las sesiones lectivas para que cada estudiante pudiera realizar cada rol en algún momento a lo largo del procedimiento. Por lo tanto, cada estudiante participó activamente en el proceso de aprendizaje dentro del aula.

Finalmente, tras realizar las exposiciones orales de todos los grupos, en donde se pusieron en común todas las técnicas disponibles publicadas hasta el momento para cada industria, se realizaron nuevas preguntas a través de Kahoot para comprobar que los conocimientos se habían adquirido de manera efectiva durante la sesión práctica y se había conseguido profundizar en ellos. Estas actividades fueron diseñadas gracias a trabajos científicos anteriores en los que realizaban actividades similares con grandes resultados académicos (Martínez et al., 2022).

4. Resultados

Tras realizar todas las actividades descritas anteriormente, se llevó a cabo el análisis de los resultados obtenidos al emplear esta nueva metodología para explicar y transmitir los conocimientos sobre las MTD's a los alumnos de cuarto curso de Ingeniería Química.

En primer lugar, a modo de resumen, en la Figura 4 se muestra un pequeño esquema de las principales MTD's que propusieron los alumnos para cada industria. Tras examinar los documentos disponibles en el apartado de "Recursos" en Poliformat y realizar una búsqueda en profundidad durante las horas lectivas, se pudieron proponer las 4 MTD's principales para la industria cloro-alcalina, la industria de los fertilizantes, la industria del azufre y ácido sulfúrico y por último la industria que produce ácido nítrico.

Por tanto, al analizar estos resultados se puede concluir que los estudiantes realizaron un buen trabajo de investigación y profundizaron suficiente sobre este ámbito durante las sesiones. Para evaluar si además, los estudiantes interiorizaron estos conceptos, se analizaron los resultados obtenidos en la prueba escrita realizada al final del cuatrimestre.

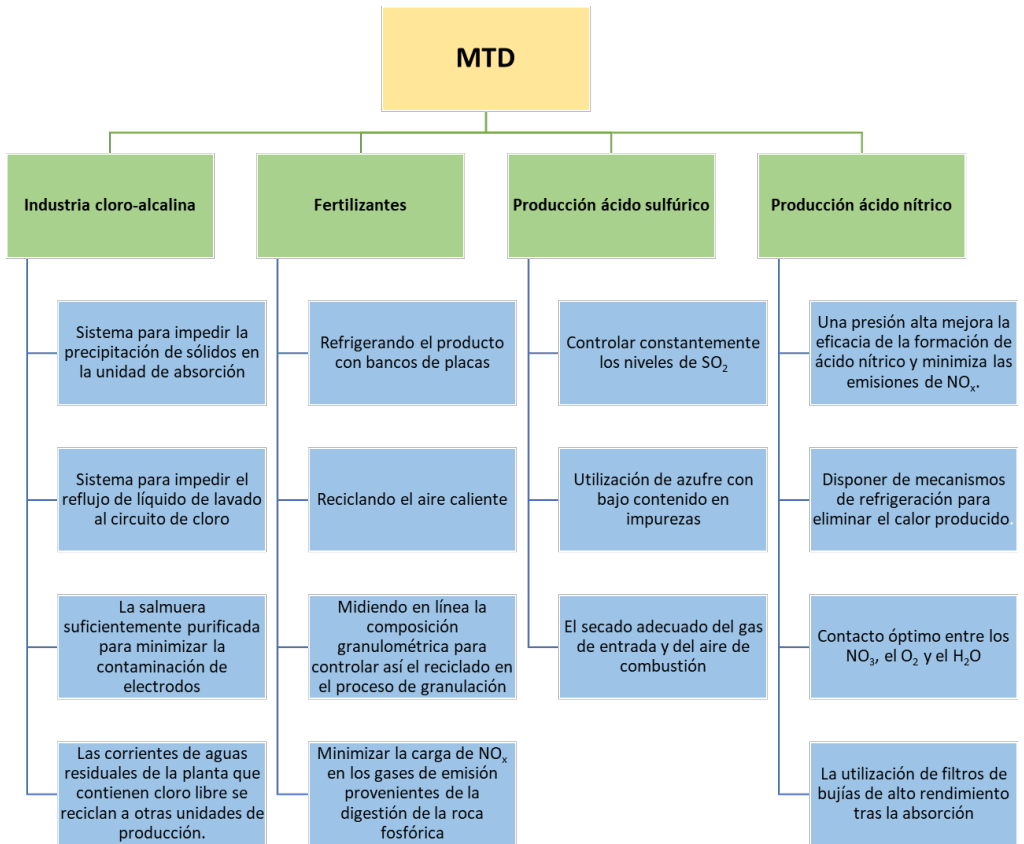


Fig. 4. Resumen de las MTD's propuestas para cada industria.

El primer resultado importante con el que se puede evaluar la eficacia de la metodología de la clase inversa es el que se muestra en la Figura 5. En ella se pueden observar los resultados obtenidos al comparar las respuestas de una pregunta en concreto mediante la herramienta Kahoot tanto antes como después de recibir los conocimientos necesarios mediante la técnica de clase inversa. Tras analizarla se puede observar como el número de aciertos ha aumentado y el número de fallos y de “no sabe, no contesta” (NS/NC) han disminuido notablemente concluyéndose que, a nivel global, los alumnos han interiorizado con éxito los conocimientos.

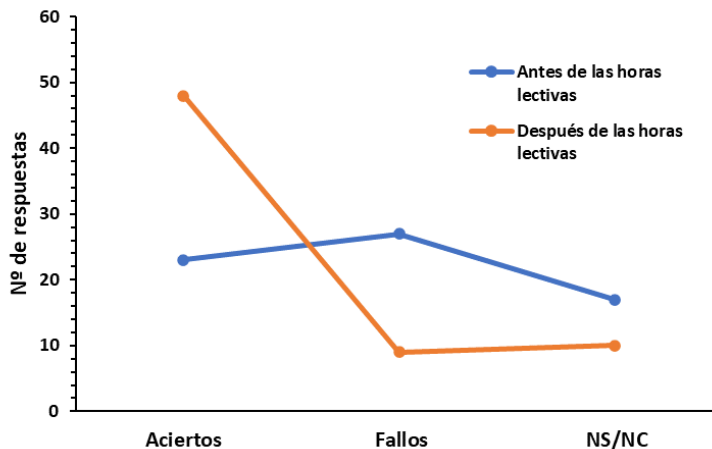


Fig. 5. Comparación de los resultados de las pruebas Kahoot.

En la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos en la cuestión sobre MTD's de la prueba escrita tanto en el curso 2021-2022 como en el curso 2022-2023, en el que se incorporó la nueva metodología. Tras analizar estos resultados, se puede observar como el porcentaje de alumnos que aprobaron fue mayor. Concretamente, el porcentaje que más se vio reducido fue el correspondiente con el rango de notas entre 0-5, por lo que la cantidad de alumnos en el curso 2022-2023 que obtuvieron más de un 5, y por tanto asentaron sus conocimientos, se incrementó aproximadamente un 75%. Además, otro dato a resaltar es que el porcentaje de alumnos que sacaron entre notable y sobresaliente pasó de ser un 16% a un 30%, siendo prácticamente el doble.

Con todo esto podemos concluir que los resultados esperados al implementar esta nueva metodología se han conseguido satisfactoriamente y por tanto, el siguiente paso sería aumentar el contenido de la asignatura que se impartiera mediante clase inversa.

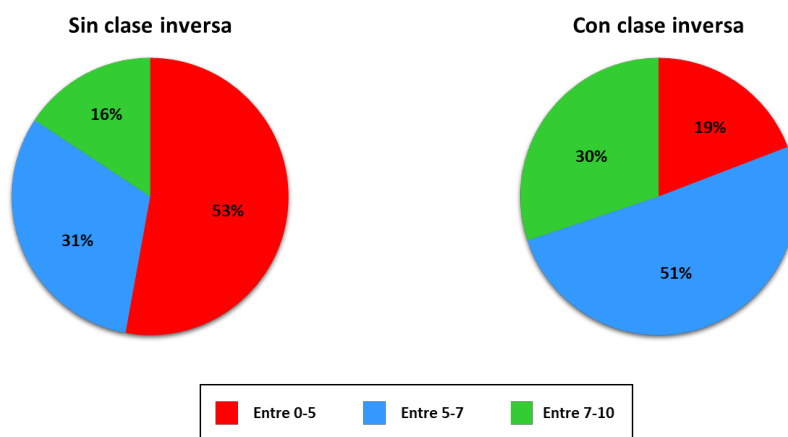


Fig. 6. Resultados de la prueba escrita en dos cursos diferentes

No obstante, el último día de clase, se realizó una encuesta al alumnado que había participado en la nueva modalidad de clase con el fin de conocer su opinión y qué aspectos pueden ser mejorables para futuras sesiones. Esta encuesta, así como sus resultados, se muestran a continuación en la Figura 7. En ella podemos ver que los alumnos han conseguido aprender los conceptos de manera más autónoma, sin suponerle un gran sobreesfuerzo ya que así lo indican las respuestas de las preguntas 1 y 2. Además, de esta encuesta también podemos concluir que la nueva manera dinámica que se ha empleado para impartir este temario ha sido motivadora para los alumnos haciendo que la recomendaran para otras asignaturas.

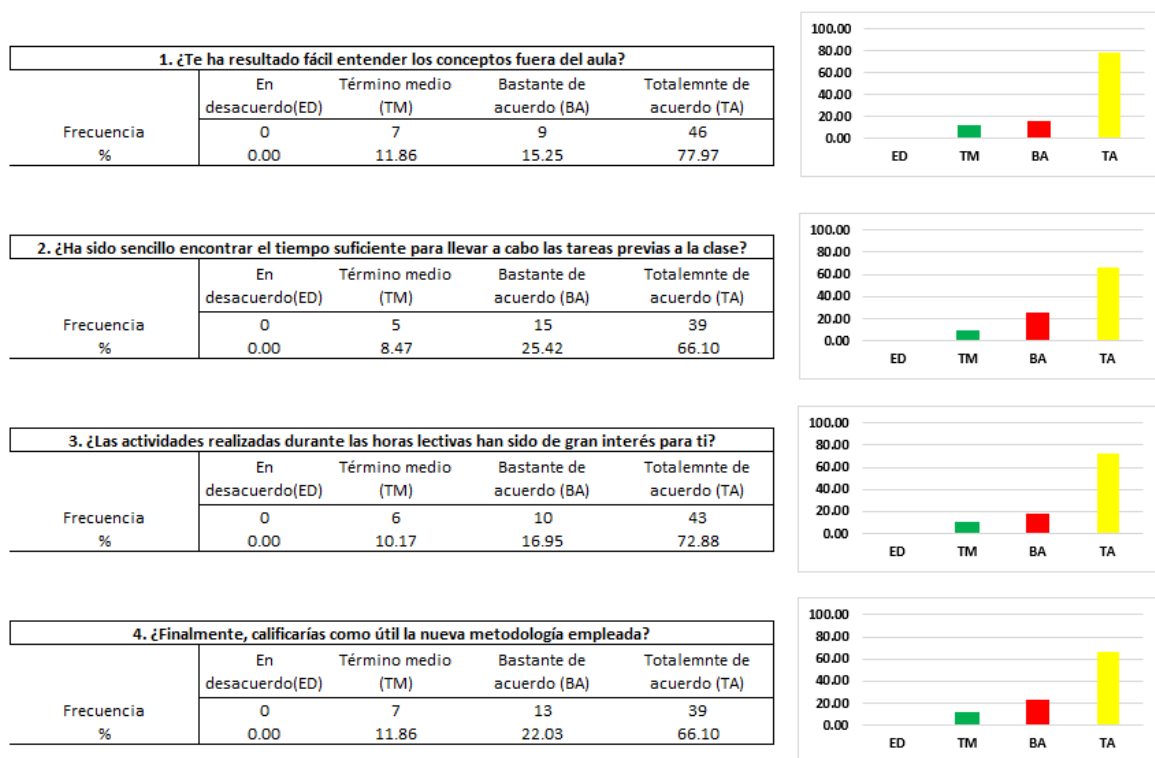


Fig. 7. Resultados de la encuesta de satisfacción a los alumnos

4. Conclusiones

Tras realizar el cambio en la metodología empleada para explicar las MTD's en la asignatura de Procesos Industriales en Ingeniería Química que se imparte en el Grado en Ingeniería Química, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Se ha conseguido fomentar el trabajo autónomo e individual de los alumnos tanto en las horas lectivas como fuera de las aulas. Los alumnos han sido capaces de organizarse y ser productivos sin la necesidad de tener a alguien guiándoles, y sin darse cuenta, han conseguido desarrollar una cualidad muy importante en su futuro.
- Además, se ha conseguido una mayor motivación del estudiante en cada sesión ya que eran conscientes de que tenían que participar activamente en la clase presencial. Este hecho les motivaba a buscar la información requerida para estar activos durante la sesión y esto se ha podido comprobar en la buena actitud de todos los alumnos durante las clases.
- Las actividades competitivas tipo Kahoot también han ayudado a crear un clima en el aula muy dinámico y participativo mientras ellos aprendían e interiorizaban cada cuestión planteada. Esta conclusión se ha podido comprobar al comparar los resultados obtenidos de las actividades tanto antes como después de impartir el temario, en donde se comprobó cómo el nivel de aciertos fue superior tras recibir los conocimientos en cada sesión.

- El trabajo en equipo realizado también les ayudó a desarrollar y mejorar otra habilidad importante para su futuro, como es saber trabajar con otras personas conjuntamente, haciéndolo de manera eficaz y sin tensiones.

-Finalmente, tras todas estas actividades realizadas tanto fuera del aula como en ella, se ha logrado impartir los conocimientos planteados de manera más productiva y eficaz que con el método tradicional, ya que, tras realizar la prueba final escrita, los resultados fueron notablemente mejores que el año anterior. Por tanto, se puede concluir que esta metodología mejora la transferencia de conocimientos y consigue motivar el aprendizaje de los alumnos.

- Además, se considera que esta técnica no solo sería efectiva en esta asignatura, si no que se podría extrapolar a otras disciplinas en las sea necesario mejorar el aprendizaje del alumnado. Esto es debido a que esta metodología de aprendizaje permite emplear una gran variedad de actividades que se adapten a cada ámbito de enseñanza.

5. Referencias

- Cabi, E. (2018). International Review of Research in Open and Distributed Learning The Impact of the Flipped Classroom Model on Students ' The Impact of the Flipped Classroom Model on Students ' Academic Achievement. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 1–2.
- Cebrián Villar, M. & López García, S. M. (2022). De la clase magistral a la clase invertida (flipped classroom): una experiencia piloto en la docencia de las asignaturas del área de Historia e Instituciones Económicas. *XIV Encuentro de Didáctica de La Historia Económica*, 199–214. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8603761>
- Comisión europea. (2007). *Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea Industria Química inorgánica de gran volumen de producción (Amoníaco, ácidos y fertilizantes)*. <http://www.060.es>
- Díaz-Muñoz, R. I. C.-M. J. L. G.-S. (2022). Una experiencia didáctica con estudiantes universitarios a través de la metodología de Aula Invertida. *Revista de Estilos de Aprendizaje / Journal of Learning Styles*, 47–59.
- Encarnación Pedrero García. (2023). Flipped classroom en Educación Superior: experiencias innovadoras. *El Aula Del Futuro*, 87–98.
- Martínez, V., Campo, M., Fueyo, E. & Dobarro, A. (2022). La herramienta Kahoot! como propuesta innovadora de gamificación educativa en Educación Superior. *Digital Education Review*, 42, 34–49. <http://orcid.org/0000-0002-2597-4667>
- MILTON PATERSON YÉPEZ PADILLA. (2022). *REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL FLIPPED CLASSROOM: EXPERIENCIA DEL MODELO EDUCATIVO HÍBRIDO EN LA EDUCACIÓN* (Issue 1).
- Yilmaz, R. (2017). Exploring the role of e-learning readiness on student satisfaction and motivation in flipped classroom. *Computers in Human Behavior*, 70, 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.085>
- Zengin, Y. (2017). Investigating the use of the Khan Academy and mathematics software with a flipped classroom approach in mathematics teaching. *Educational Technology and Society*, 20(2), 89–100.