



Ensayo de la metodología Flipped Classroom en la enseñanza de Química para Ingenieros Mecánicos

Test of the Flipped Classroom methodology in teaching of Chemistry for Mechanical Engineers

Dunia Rodríguez-Heredia^{1,*}, Claudia Arias-Rodríguez^{II}, María de los Ángeles Santana-Gómez^{III},
María Antonia Fernández-Labrada^I, Taimi Bessy-Horruitiner^I

I. Universidad de Oriente, Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Santiago de Cuba, Cuba.

II. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado. Santiago de Cuba, Cuba.

III. Universidad Agraria de la Habana, Facultad de Agronomía. Mayabeque, Cuba.

*Autor de correspondencia: duniarh@uo.edu.cu

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Recibido: 12 de febrero de 2023

Aceptado: 28 de abril de 2023

Resumen

El aula invertida o *Flipped classroom* es una metodología que permite al estudiante obtener información en un tiempo y lugar que no requiere la presencia del profesor, cambiando así sus roles tradicionales. El objetivo fue evaluar el impacto de la implementación del aula invertida como método de enseñanza para el desarrollo cognitivo en el tema 3 de la asignatura Química para Ingeniería Mecánica, en la Universidad de Oriente. Se aplicó la metodología a 138 estudiantes en los cursos 2021 y 2022. Se elaboraron carpetas digitales del tema 3 de la asignatura, conteniendo videos obtenidos de YouTube, así como guías de orientación y otros materiales didácticos confeccionados por el colectivo de profesores. Las técnicas utilizadas fueron la observación y la encuesta. Los resultados mostraron que los estudiantes

estuvieron mejor preparados en las clases, más motivados con esta metodología de aprendizaje y propusieron extenderla a los otros temas de la asignatura. Los resultados docentes del tema 3 fueron mejores, en comparación con los temas 1 y 2, en los que no se aplicó la propuesta. Se concluye que la metodología permite una mayor adquisición de los conocimientos y fomenta en los estudiantes la autogestión de su aprendizaje y valores como la responsabilidad.

Palabras claves: *Flipped Classroom*; aula invertida; química general para ingenieros; Ingeniería Mecánica; enseñanza en ingenierías.

Abstract

The inverted classroom or *Flipped classroom* is a methodology that allows the student to obtain information in a time and place that does not require the presence of the teacher, thus changing their traditional roles. The objective was to evaluate the impact of the implementation of the *Flipped classroom* as a teaching method for cognitive development in topic 3 of the chemical subject for Mechanical Engineering, at the Universidad de Oriente. The methodology was applied to 138 students in the 2021 and 2022 courses. Digital folders of topic 3 of the subject were prepared, containing videos obtained from YouTube, as well as orientation guides and other didactic materials made by the group of teachers. The techniques used were observation

and survey. The results showed that the students were better prepared in the classes, more motivated with this learning methodology and they proposed to extend it to the other topics of the subject. The teaching results of topic 3 were better, compared to topics 1 and 2, in which the proposal was not applied. It is concluded that the methodology allows a greater acquisition of knowledge and encourages students to self-manage their learning and values such as responsibility.

Key words: *Flipped Classroom*; inverted classroom; general chemistry for engineers; mechanical engineering; engineering teaching.

Cómo citar este artículo:

Rodríguez Heredia D, Arias Rodríguez C, Santana Gómez MA, Fernández Labrada MA, Bessy Horruitiner T. Ensayo de la metodología *Flipped Classroom* en la enseñanza de Química para Ingenieros Mecánicos. *Ingeniería Mecánica*. 2023;26(2):e675. ISSN 1815-5944.

1. Introducción

El modelo pedagógico denominado *Flipped classroom* o clase invertida, es un término acuñado por Jonathan Bergman y Aarom Sams, en 2012, para referirse al proceso de enseñanza que invierte la forma en que se trabajan los contenidos de una asignatura.



Jonathan Bergman



Aarom Sams

Profesores del Instituto Woodland Park en Colorado, EEUU

Descargar el libro: **Flip YOUR Classroom. Reach Every Student in Every Class Every Day**

https://www.rboe.org/cms/lib/ga01903614/centricity/domain/15451/flip_your_classroom.pdf

Escuche el podcast sobre *Flipped classroom*. Tiempo 09:41

<https://mindsharelearning.ca/exclusive-podcast-with-jon-bergmann-and-aaron-sams-innovators-of-flipped-classroom/>

Estos dos profesores de química, motivados por apoyar el aprendizaje de los estudiantes que por diversas razones no asistían a clase, impulsaron el uso de la filmación de las clases y se dieron cuenta que este recurso no solo favoreció a los inasistentes, sino también a quienes asistían regularmente, porque les permitía revisar, profundizar los contenidos y resolver sus dudas. De esta manera, los docentes pudieron tener más tiempo para atender a los estudiantes. En esta metodología, la exposición y explicación de contenidos ocurre fuera del aula por medio de herramientas tecnológicas, que pueden ser el video o el podcast, o simplemente el uso guiado de la web, por lo que el modelo pedagógico transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula, dedicando el tiempo de clase a trabajar los aspectos en que es necesaria la ayuda y experiencia del docente [1, 2].

Este es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa mueve desde un espacio de aprendizaje colectivo a un espacio de aprendizaje individual al estudiante, y el espacio de aprendizaje colectivo resultante, se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo, donde el docente guía a los estudiantes a medida que él aplica los conceptos y participa creativamente en el tema [3]. Este enfoque permite que el alumno pueda obtener información en un tiempo y lugar que no requiere la presencia física del profesor [4], definiéndose este método como la inversión de roles educativos, donde el docente adquiere un papel secundario como guía del aprendizaje mientras que el estudiante aprende los contenidos fuera del aula, convirtiéndose en un agente activo de su proceso de aprendizaje [5, 6].

En este modelo el docente pasa de ser el único depositario del conocimiento, a ser un tutor o guía en el aprendizaje, tomando el rol de mediador entre el alumno y el conocimiento, el docente tiene más tiempo en el aula para trabajar de manera más personalizada con cada alumno. La característica principal de una clase invertida es que todo material teórico (videos, simuladores, guías, protocolos y bibliografía de interés) está a disposición de los alumnos en una instancia previa a la clase [6], por lo que se caracteriza por dedicar el tiempo de clase a trabajos y dinámicas, mientras que los estudiantes revisan previamente los contenidos teóricos, normalmente en vídeo [7], valiéndose de la tecnología digital para gestionar el aprendizaje fuera de los claustros escolares en la búsqueda de un uso óptimo del tiempo encaminado a las clases bajo la modalidad presencial, teniendo en cuenta que el discente lo hace de manera previa en su domicilio y accede a la sala de clases a esclarecer dudas y ejercitar lo aprendido [8].

Cada vez más, docentes de diferentes disciplinas están viendo el aula invertida como una metodología eficaz para favorecer el aprendizaje de contenidos más complejos. Por ejemplo, investigadores de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Belgrado, Serbia, comprobaron en su investigación cómo mejoraron las calificaciones de los estudiantes a la vez que aumentó su interés y colaboración durante el proceso de enseñanza aprendizaje [9].

La asignatura Química se imparte en el primer año de la carrera Ingeniería Mecánica, pertenece al ciclo básico, por lo que se ubica en el nivel fenomenológico. Históricamente se han presentado dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química en la carrera Ingeniería Mecánica. En [10] se destacan los trabajos investigativos de varios autores que reparan en el escaso interés de los estudiantes por la Química, haciendo énfasis en la Química que se imparte en Ingeniería Mecánica.

El análisis de los trabajos [11, 12] confirma lo anteriormente expuesto y el hecho que constituye un reto la enseñanza de esta asignatura básica en la carrera. Los profesores de Química se encuentran con el problema

del escaso interés por esta materia que tiene el alumnado de los grados universitarios no específicos de Química, especialmente, los de ingenierías, que se manifiesta principalmente en un bajo rendimiento académico [11]. La asignatura Química general en Ingeniería Mecánica, tiene una gran responsabilidad, pues en ella se imparten conocimientos que resultan precedencia obligatoria en las asignaturas correspondientes a las ciencias de la ingeniería [13].

Para mejorar la percepción del alumnado acerca del papel de la Química en la carrera el profesor debe asumir el rol de guía, orientador de acciones de aprendizaje y de autoaprendizaje y emplear métodos que aumenten la motivación intrínseca por aprender [10] ya que parte de esta fobia por la Química se debe, según [11] a una escasa formación en esta asignatura durante la enseñanza precedente, así como a la forma en la que se enseñan sus contenidos. En este último aspecto reviste gran importancia la metodología empleada por el profesorado.

Un estudio realizado al proceso de formación experimental en los estudiantes del curso regular diurno de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Holguín, entre los cursos 2010 al 2016, permitió determinar que existe predominio de la utilización de técnicas operatorias reproductivas en la actividad experimental de la Química [13]. Esta forma de aprendizaje reproductivo ha sido característica del estudiante de Ingeniería Mecánica no solo en las prácticas de laboratorios de química, sino en las otras formas de enseñanza. Por ello, los docentes tienen el reto de buscar alternativas de enseñanza que permitan un mejor aprendizaje por parte de los estudiantes. Entre ellas está el empleo de la metodología *Flipped classroom* o clase invertida.

El problema de la investigación está relacionado con el bajo desempeño académico y la falta de interés en la asignatura Química de los estudiantes de la carrera Ingeniería Mecánica, que se ve reflejado en los resultados académicos, y en la necesidad de implementar en el aula nuevas metodologías que, articuladas con las TIC, permitan un cambio de paradigma educativo. Incorporar las TIC a la educación no sólo es un desafío, sino que se convierte, hoy, en una necesidad para que los jóvenes puedan desenvolverse sin problemas dentro de la nueva sociedad, dejando a un lado el paradigma tradicional que representa una de las principales resistencias para la introducción de las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Unido a lo anterior, se impuso el reto de en las condiciones de la pandemia, buscar alternativas motivadoras que permitieran la adquisición de conocimientos por los estudiantes, empleando la modalidad a distancia y/o híbrida. El objetivo del trabajo es evaluar el impacto de la implementación del aula invertida como método de enseñanza para el desarrollo cognitivo en el tema 3 de la asignatura Química para Ingeniería Mecánica.

2. Desarrollo

La investigación se desarrolló en los cursos 2021 y 2022, en la asignatura Química, del primer año de Ingeniería Mecánica, en la Universidad de Oriente de Santiago de Cuba. La aplicación de este método de enseñanza-aprendizaje tuvo su génesis en el periodo de la pandemia de la Covid 19, como consecuencia, las universidades tuvieron que implementar las modalidades a distancia y la modalidad híbrida.

La enseñanza de la asignatura Química se encuentra dividida en tres temas:

- Tabla periódica y enlace químico
- Termodinámica y Cinética química
- Equilibrio químico

La investigación se llevó a cabo solo en el Tema 3. Equilibrio químico, dentro del cual se imparten los contenidos de equilibrio molecular, equilibrio iónico y equilibrio redox. Se seleccionó el tema 3 por ser el último tema de la asignatura; los profesores de la asignatura consideraron no ser adecuada la aplicación de esta metodología desde el tema 1 de la asignatura pues esta se imparte en el primer semestre de primer año, a estudiantes que se enfrentan por primera vez a los estudios universitarios. A ello se añade el hecho de que la Química siempre ha constituido un problema para los estudiantes de ingeniería y en particular los de Ingeniería Mecánica, muchos de los cuales ingresan a la universidad con escasos conocimientos de la asignatura. Lo anterior ha sido avalado por los trabajos investigativos realizados y la propia experiencia de algunos de los autores, con más de 15 años de trabajo en la carrera.

2.1. Aplicación de la Metodología *Flipped Classroom*

Se dividió el tema 3 de la asignatura en tres subtemas: equilibrio molecular, equilibrio iónico y equilibrio redox. Para cada subtema fueron creadas carpetas, las cuales contenían videos tomados de YouTube, con la información teórica de cada subtema y con ejercicios resueltos en algunos casos; así como una guía confeccionada por los profesores de la asignatura, conteniendo las orientaciones para la visualización y comprensión de los videos. Las carpetas, además, contenían el texto básico de la asignatura, las conferencias, guías para las clases prácticas y ejercicios para autoestudio. Las mismas se les hicieron llegar a los estudiantes en un tiempo previo a las conferencias, para que, como se plantea en la concepción de la metodología *Flipped classroom*, los estudiantes visualizaran los videos, respondieran las preguntas de la guía en un espacio y tiempo fuera del aula y fueran gestores de su propio conocimiento. En las clases presenciales, el profesor entonces era mediador de la adquisición de los elementos teóricos aprendidos previamente por observación de los videos.

Es importante aclarar que no se prescindió de las conferencias teóricas como clases de orientación o de familiarización con un tema nuevo tal como requiere el modelo de clase invertida, porque se consideró por los

docentes que el estudiante universitario de primer año no tiene autonomía para manejar la organización y construcción de sus aprendizajes.

2.1.1. Participantes

Para llevar a cabo el ensayo en los cursos 2021 y 2022, se trabajó en cada curso escolar con dos subgrupos de estudiantes de primer año de Ingeniería Mecánica, para un total de 138 alumnos, correspondiendo al 100 % de los estudiantes que recibieron la asignatura Química en estos cursos. Se les explicó a los estudiantes el propósito de la experiencia que se iba a llevar a cabo con ellos y que los resultados obtenidos solo tenían fines académicos y de investigación. En el momento de la aplicación de la encuesta se les informó, además, que la misma era con carácter voluntario y anónimo, los 138 estudiantes que participaron en la experiencia respondieron las preguntas del cuestionario.

2.1.2. Evaluación del impacto de la aplicación de la metodología *Flipped Classroom*

Para evaluar el impacto de la implementación de la metodología en el desarrollo cognitivo del tema 3 y conocer las valoraciones de los estudiantes sobre la propuesta, se tuvieron en cuenta tanto los resultados docentes obtenidos en el tema 3 como los criterios de los estudiantes y los resultados de aplicación de la encuesta.

Se tuvieron en cuenta los resultados de las tres pruebas parciales realizadas durante la impartición de la asignatura, correspondiendo cada una a un tema. Se construyeron gráficos con el porcentaje de estudiantes aprobados en cada tema, en tres cursos académicos: 2019-2020, 2021 y 2022. El curso 2019-2020 se considera un patrón pues en este no se aplicó la metodología propuesta, se impartió la Química de forma tradicional. En los cursos 2021 y 2022 sí se aplicó la metodología de clase invertida en el tema 3.

Fue aplicada una encuesta, tabla 1, a los estudiantes objeto de experimentación, en la que se les solicitaba no solo expresar las ventajas y desventajas de la propuesta didáctica, sino sus aportaciones con respecto al método de enseñanza propuesto.

Tabla 1. Cuestionario aplicado a los estudiantes. Fuente: autores

Cuestionario acerca de la Metodología <i>Flipped Classroom</i> o Clase Invertida		
Preguntas	Posibles respuestas de los estudiantes	
1. ¿Conocía Ud. previamente qué era la Clase Invertida?	___Sí	___No
2. ¿Considera adecuada esta forma de enseñanza? ¿Por qué?	___Sí	___No
3. Mencione algunas ventajas de la Clase Invertida para los estudiantes (al menos tres ventajas).		
4. Mencione algunas desventajas de la Clase Invertida para los estudiantes (al menos tres desventajas).		
5. ¿Cree Ud. que este tipo de enseñanza está a tono con la enseñanza universitaria de estos tiempos? ¿Por qué?	___Sí	___No
6. ¿Le resultó motivadora la enseñanza con videos? ¿Por qué?	___Sí	___No
7. ¿Sugiere que se impartan los primeros temas de la asignatura empleando videos y con la Metodología de Clase Invertida? ¿Por qué?	___Sí	___No
8. ¿Usted, como estudiante del primer año, se siente apto para recibir clases empleando la Metodología de Clase Invertida? ¿Por qué?	___Sí	___No
9. ¿Cuenta Ud. con los medios (celular, tablet, laptop, televisor u otro) que le permitan visualizar los videos en un horario fuera del aula?	___Sí	___No
10. ¿Qué sugerencias usted recomienda a las profesoras de la asignatura en cuanto a la impartición de la Química? Por favor, le solicitamos al menos tres sugerencias para mejorar la enseñanza de la Química en la carrera Ingeniería Mecánica.		

2.2. Resultados de la aplicación de la metodología *Flipped Classroom*

La figura 1 muestra imágenes de algunos videos obtenidos de YouTube, sobre el primer subtema dedicado al estudio del equilibrio molecular, visualizados por los estudiantes previo al tiempo de clases presencial. La misma metodología se siguió en el estudio de los subtemas equilibrio iónico y equilibrio redox.



a) b)
Fig. 1. Imágenes de algunos de los videos observados por los estudiantes.

a) <https://www.youtube.com/watch?v=s4ysyM9jsQU> , b) <https://www.youtube.com/watch?v=VQjIP087SSY>
 Fuente: YouTube

El primer video, a), en 14 minutos, introduce a los estudiantes en el concepto de equilibrio químico, del por qué se llega al estado de equilibrio, así como qué es la constante de equilibrio. El segundo video, b), dirigido al subgrupo 2 de estudiantes, en 11 minutos introduce también al grupo en el concepto de equilibrio químico, las características del equilibrio químico, así como la constante de equilibrio. Por lo que ambos videos resumen en poco tiempo aspectos generales del equilibrio.

Entre las orientaciones que fueron dadas a los estudiantes en este subtema, y que formaban parte de la carpeta estaban:

Orientaciones para los estudiantes

Este tema será impartido haciendo uso de los videos como medio de enseñanza, empleando la metodología de aula invertida, en la que usted como estudiante debe autprepararse en el contenido teórico previamente, por eso es muy importante que usted pueda tener un tiempo extra en su casa para observar los videos y responder a la guía de preguntas que viene acompañada de cada video. De esta forma, en el aula, en las clases teóricas o conferencias, usted será poseedor del conocimiento que se va a impartir, lo que propicia que el tiempo en el aula sea más dinámico, promueva el aprendizaje y los motive, al ser poseedor del conocimiento, junto a su profesor.

Tema. Equilibrio químico: generalidades

El grupo será dividido en 2 subgrupos, a cada subgrupo se les entregará un primer video que es diferente y un segundo video resumen que es el mismo para todos. El primer video es diferente para diversificar la adquisición de los conocimientos, pero es importante aclarar que el contenido de estos videos iniciales es muy sencillo.

Luego de la observación de los dos videos deben responder las preguntas que se presentan a continuación.

Preguntas:

1. ¿Qué es el equilibrio químico?
2. A qué se llama estado estacionario. ¿Es lo mismo un sistema estacionario que un sistema estático?
3. ¿Qué son las reacciones reversibles y las irreversibles?
4. ¿Por qué se llega al momento o estado de equilibrio?
5. ¿Por qué se dice que el equilibrio es dinámico? Explique.
6. ¿Qué son las reacciones directa e inversa? ¿Cómo son las velocidades de estas reacciones cuando se alcanza el equilibrio?
7. ¿Cuáles son las características del equilibrio químico? ¿Qué ocurre con la reacción macroscópicamente y microscópicamente?
8. ¿Qué plantea la Ley de acción de masas? ¿Qué son las constantes de equilibrio? ¿Cómo se calculan K_c y K_p ?
9. En una reacción en equilibrio, llamada heterogénea, qué sucede con las sustancias (reaccionantes o productos) que están en estado líquido o en estado sólido. ¿Por qué?

Una vez respondidas las preguntas anteriores, usted debe observar nuevamente, otros dos videos, relacionados con el Principio de Le Chatelier, que será abordado en el segundo tiempo de clases. Este principio establece que el comportamiento de un sistema en equilibrio ante cambios en la concentración, temperatura y

presión siempre transita hacia el establecimiento de un nuevo estado de equilibrio. Por ello es importante conocer este principio en el tema objeto de estudio.

Principio de Le Chatelier

El grupo será dividido en 2 subgrupos, a cada subgrupo se les dará un primer video que es diferente y un segundo video resumen que es el mismo para todos. Luego de la observación de los dos videos, figura 2, deben responder las preguntas que se presentan a continuación.

En este caso el video dirigido al subgrupo 1 de estudiantes trata, en 15 minutos, acerca del Principio de Le Chatelier, el cual se relaciona con el equilibrio químico por cuanto trata sobre cómo afectan el estado de equilibrio los cambios de presión, temperatura y concentración. El video orientado al subgrupo 2, en 7 minutos, también introduce a los estudiantes en el principio de Le Chatelier, haciendo énfasis en cómo afecta el equilibrio algún cambio en las concentraciones de reaccionantes y productos. Ambos videos permiten introducir a los estudiantes en el enunciado y explicación del Principio de Le Chatelier.

Preguntas:

1. ¿Qué plantea el Principio de Le Chatelier? Explique.
2. ¿Cómo se puede modificar el estado de equilibrio alterando los siguientes parámetros?:
 - Temperatura
 - Presión
 - Concentración
 - Volumen



Fig. 2. Imágenes de los videos relacionados con el principio de Le-Chatelier.

- a) <https://www.youtube.com/watch?v=rceBhFfKuw0> , b) <https://www.youtube.com/watch?v=QUxolGq6g3w>
Fuente: YouTube

Consideraciones finales:

Al finalizar la observación de estos videos, tendrá un conocimiento previo de lo que se impartirá en la conferencia Equilibrio Químico y una mejor preparación en los contenidos de equilibrio que se ejercitarán en la clase práctica de este tema.

Como se aprecia, la observación de cada video venía acompañada de una lista de preguntas para que los estudiantes centraran el nuevo conocimiento adquirido en los contenidos más importantes a adquirir. Cada lista fue confeccionada por los profesores de la asignatura, en correspondencia con los contenidos declarados en el programa de la asignatura.

2.3. Resultados de la evaluación del impacto de la aplicación de la metodología *Flipped Classroom*

La metodología se llevó a cabo, como se ha explicado, en el tercer tema de la asignatura, específicamente, en el tiempo destinado a las clases teóricas o conferencias, esto es, en tres momentos, correspondiendo a las conferencias de equilibrio molecular, equilibrio iónico y equilibrio redox. Antes de cada conferencia se les hacía llegar a los estudiantes la carpeta con los materiales y las orientaciones en cada caso. Luego, en el tiempo presencial dedicado a cada conferencia, aunque continuaba siendo un horario de clases teóricas, se impartían las mismas de manera diferente, por cuanto los estudiantes eran portadores del conocimiento que iba a ser afianzado por su profesor, de esta manera, los roles profesor-estudiantes no eran los tradicionales.

En la figura 3 se muestran los resultados docentes obtenidos en los cursos académicos 2019-2020, 2021 y 2022. Estos resultados fueron obtenidos a partir de las notas de los estudiantes en las pruebas parciales (PP) de cada tema de la asignatura, determinando el porcentaje de aprobados por tema. En color azul se muestran los resultados de la PP 1 de la tabla periódica y el enlace químico, en rojo el porcentaje de aprobados en el tema de termodinámica y cinética química, y en color gris se representan los aprobados, en porcentaje, en el tema 3, objeto de esta investigación. Es de destacar que el empleo de la metodología de aula invertida solo se llevó a cabo en los cursos 2021 y 2022.

El tema 3 de la asignatura, siempre fue el de más bajas calificaciones por el hecho de tener a la vez un contenido más difícil y más extenso, en comparación con el tema 1 que trata un contenido igual de extenso, pero más sencillo o con el segundo tema del cual resulta difícil la adquisición de los conocimientos por los estudiantes, pero contempla pocas horas. Como se aprecia en la figura, en el curso 2019-2020, el tema de más bajo porcentaje de aprobados fue el 3, por lo que se ha recalcado, es un tema extenso y su contenido es difícil de adquirir, hay que tener en cuenta que este curso académico no fue objeto de experimentación, o sea, la asignatura y más propiamente el tema 3 se impartía en la forma tradicional. Este comportamiento fue el mismo en los cursos anteriores, independientemente del plan de estudios.

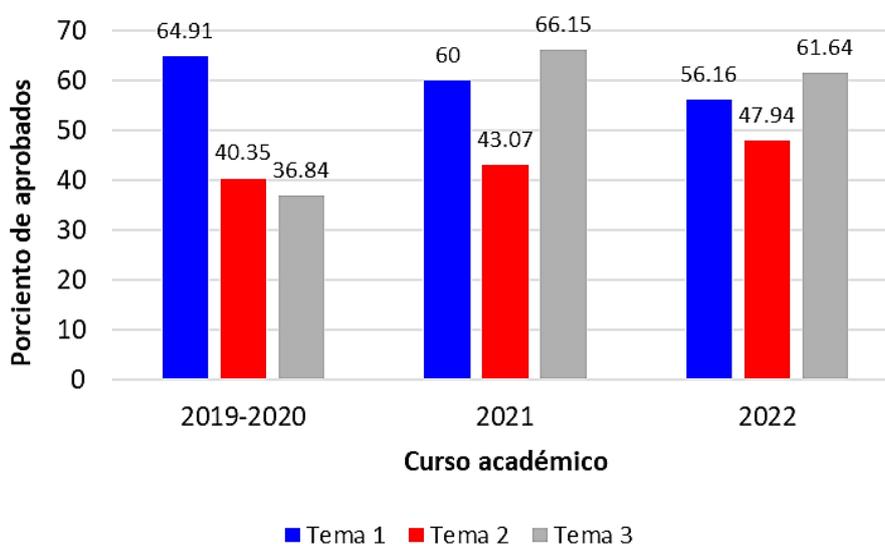


Fig. 3. Porcentaje de aprobados en los tres temas de la asignatura. Fuente: autores

En la figura 3 se constata que desde la implementación de la metodología de aula invertida en el tema 3, en los cursos 2021 y 2022 se aprecia un mayor porcentaje de aprobados, incluso llegando a obtenerse mayor cantidad de aprobados que en el tema 1. Lo anterior es debido, entre otros, a los siguientes aspectos:

- Los estudiantes recibieron en el aula la teoría del tema habiendo tenido un conocimiento previo, adquirido en un lugar y tiempo fuera de clases.
- Al poseer conocimiento previo de la teoría que se iba a impartir, se encontraban más motivados por la asignatura y por los contenidos del tema. Lo anterior mejoró la asequibilidad de los conocimientos por los estudiantes y disminuyó el tiempo dedicado a la teoría, por lo que al final de cada actividad teórica, conferencia, quedaba un tiempo que se dedicó a realizar un ejercicio de cada subtema. De esta manera las conferencias tenían las características de ser teórico-prácticas. Además, las clases prácticas fueron mejor aprovechadas por los estudiantes para ejercitar los contenidos.
- Disminuye el tiempo dedicado a la explicación para disponer del aprovechamiento del tiempo en la ejercitación.
- La preparación previa les facilita de forma activa su aprendizaje, existiendo una interacción estudiante-docente más productiva.

Todo lo anterior constituye en sí la fundamentación de los autores mencionados en este trabajo del empleo de la metodología.

La experiencia de los autores de este trabajo constató lo planteado por autores como [14, 15], plantean que esta metodología ha mostrado su efectividad para que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje, fomentando un mayor y más significativo aprendizaje en comparación con los métodos tradicionales, es mejor y mayor la preparación y participación de los estudiantes, se promueve el aprendizaje autónomo, colaborativo y activo. Además, se optimiza el tiempo destinado a las clases presenciales [16].

En esta investigación se apreció que efectivamente, los estudiantes iban mejor preparados a los encuentros teóricos de cada subtema del equilibrio químico, el tiempo de clases se volvió más dinámico e interactivo y las calificaciones mostraron una mayor cantidad de aprobados en este tema, en comparación con los dos primeros temas de la asignatura en los que se aplicó la metodología de enseñanza tradicional.

Como plantean los autores de [9], las generaciones jóvenes aprenden más fácilmente a través de videos tutoriales. Según estos autores, con este enfoque lograron que los estudiantes fueran preparados al aula, lo cual no solo mejora la calidad del proceso de enseñanza, sino también el éxito de los estudiantes y su nota promedio.

2.4. Análisis de los resultados de las encuestas

La encuesta aplicada a los estudiantes en los cursos académicos objeto de experimentación, arrojó los siguientes resultados:

Pregunta 1: el 100 % de los encuestados se enfrentaba por primera vez a la metodología de clase invertida como método de enseñanza.

Pregunta 2: el 83 % de los encuestados consideró adecuada esta nueva forma de enseñanza, pues percibieron la motivación y el aprendizaje promovido por esta metodología de clase invertida. No obstante, el 17 % no la consideró adecuada por no contar con medios de cómputo en algunos casos o en otros por tener estos medios, pero no así con las condiciones, el espacio y el tiempo requeridos para revisar los videos. Esto implica, por una parte, realizar un correcto diagnóstico inicial en cada curso escolar para determinar las carencias que en materia de medios de cómputo tienen los estudiantes, así como evaluar la posibilidad de revisar estos videos en el laboratorio de computación de la facultad. Del propio diagnóstico deben sobresalir los estudiantes que, aun contando con teléfonos inteligentes, tabletas, laptops y otros, no tienen tiempo suficiente para revisar los videos.

Pregunta 3: dentro de las ventajas declaradas por los estudiantes, en la aplicación de esta nueva metodología de enseñanza-aprendizaje, están:

1. Aprenden por sí mismos.
2. Se promueve la participación en clases al ir previamente preparados a las conferencias.
3. Los profesores se desgastan menos en la enseñanza del contenido.
4. Se puede aprender la teoría de la asignatura desde la tranquilidad de las casas, en el tiempo que dispongan, no necesariamente en el tiempo de clases, en el que pueden no tener su mayor rendimiento. Esto se traduce en mayor comodidad para estudiar y aprender el contenido nuevo.
5. La clase se vuelve más interactiva y dinámica.
6. Se fomenta la responsabilidad e independencia, pues por sí mismos deben buscar el horario para autoprepararse.
7. Al ser los videos más ilustrativos, se aprecian reacciones y figuras en colores.
8. Pueden visualizar el material las veces que sea necesario, permitiéndole aprender a su ritmo, teniendo más tiempo para reflexionar sobre lo aprendido.

Pregunta 4: Aunque más del 90 % de los estudiantes encuestados declaró no advertir desventajas a esta forma de docencia, un pequeño porcentaje mencionó como desventajas en la aplicación de la metodología propuesta las siguientes:

1. No todos cuentan con los medios de cómputo.
2. Muchos tienen mala base de Química, por lo que se les hace difícil el aprender por sí mismos, necesitan la presencia del profesor como mediador de la enseñanza.
3. No tienen al profesor delante para aclarar las dudas que salgan de la visualización de los videos.
4. Preguntas 5, 6, 7, 8, 9 y 10:
 - Al 100 % de los estudiantes les resultó motivadora e innovadora la enseñanza con videos.
 - El 75 % sugiere que se impartan los temas iniciales de la asignatura con esta metodología y se sienten aptos para recibir la asignatura de esta forma.
 - El 4,34 % (6 estudiantes) no contaban con medios de cómputo que les permitiera recibir la asignatura con esta metodología de enseñanza.
 - Los encuestados hicieron sugerencias para mejorar la adquisición de los conocimientos de Química a partir de la metodología de enseñanza propuesta; dentro de estas, extender esta forma novedosa de enseñanza a los otros temas de la asignatura y a otras asignaturas de la carrera.

2.5. Consideraciones finales

Se evidenció que la metodología fomentó en los estudiantes valores como la responsabilidad, ya que ellos debían, por sí solos, buscar un tiempo para observar los videos y responder a las preguntas. Este es uno de los valores de los que adolecen en su mayoría los estudiantes universitarios de los primeros años de las carreras, pues están acostumbrados a obtener toda la información y guía de parte de sus profesores. La metodología aplicada, como se ha comentado, revierte el rol de docente y estudiante.

Esta nueva forma de enseñanza-aprendizaje es aplicable a condiciones que requieran formas de educación híbrida, como las que experimentaron las universidades cubanas, por ejemplo, en el periodo de la pandemia por Covid 19. En el caso de la Universidad de Oriente, cada periodo lectivo desde 2020 hasta la actualidad, ha ido acompañado de esta forma novedosa de enseñanza. Como plantean los autores de [16], la tecnología digital en la educación formal ha propiciado nuevos modelos educativos que se caracterizan por disociar el espacio y el tiempo donde convergían profesores y alumnos, destacándose la educación a distancia, la educación virtual, la

educación híbrida y la educación móvil, siendo una de las estrategias didácticas más desafiantes de esos modelos educativos el aula invertida, porque, en teoría, genera más responsabilidad de estudio entre los alumnos.

Un aspecto fundamental para aplicar la metodología de aula invertida es el diagnóstico inicial del grupo de estudiantes, en el que puedan salir a la luz, estudiantes que no cuentan con medios de cómputo, estudiantes que ingresan a la educación superior de otras fuentes que no es el preuniversitario, los cuales, por lo general poseen mayores carencias cognitivas y en particular en Química.

En general, aunque cada curso escolar está caracterizado por la heterogeneidad de los estudiantes que ingresan y aun cuando se consideró por parte de los docentes, que los estudiantes de primer año no tenían autonomía para manejar la organización y construcción de sus aprendizajes, la realidad mostró que los estudiantes objeto de experimentación fueron capaces de gestionar, en su mayoría, su proceso de aprendizaje. Lo anterior supone un cambio de paradigmas pues si desde el primer semestre del primer año los educandos están preparados para autogestionar su conocimiento, es posible, entonces, la aplicación de este método novedoso en los dos primeros temas de la asignatura, así como en otras asignaturas de la carrera.

Las experiencias de varios autores evidencian que el aula invertida se ha convertido en un método de enseñanza universal en la educación superior y específicamente, en la enseñanza de las ingenierías. En [9] se aplicó el método en la enseñanza de la Ingeniería Mecánica en Belgrado; en [17] se empleó el aula invertida en un curso de Biomecatrónica a estudiantes de Ingeniería Mecánica en una universidad australiana y se concluye que fue más efectivo que el enfoque tradicional centrado en el docente. En un artículo escrito por investigadores de Bangladesh [18], que empleó el método de revisión bibliométrico, se encontró que la metodología de aula invertida en la enseñanza de las ingenierías es un campo de investigación relativamente nuevo, experimentando un crecimiento exponencial en los últimos años, como resultado de esta revisión, estos autores encontraron además la efectividad del modelo de aula invertida para dirigir los desafíos de la enseñanza pedagógica en ingeniería. Los autores de [19] aplicaron una combinación de la metodología *Flipped classroom* y el aprendizaje colaborativo en un curso de Química Analítica a estudiantes del primer año de Ingeniería Química de la Universidad de Santo Tomás, en Filipinas, obteniendo un impacto positivo al mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Conclusiones

La aplicación del modelo de aula invertida en la enseñanza de Química en la carrera de Ingeniería Mecánica, resolvió el problema del escaso interés de los estudiantes hacia la asignatura, por lo que la metodología continúa aplicándose en el tema 3 de la asignatura, en el presente curso 2023, con opiniones de los estudiantes favorables, en relación con la forma tradicional en la que se imparten los temas 1 y 2 de la asignatura.

Referencias

1. Aguayo Vergara M, Bravo Molina M, Nocetti de la Barra A, Concha Sarabia L, Aburto Godoy R. Perspectiva estudiantil del modelo pedagógico *Flipped Classroom* o aula invertida en el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Revista Educación*. 2019; 43(1):1-16. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44057415007>
2. Rodríguez Carmona LM, Presol Herrero A. La metodología *Flipped Classroom* en educación superior. Resultados de uso de Lynda como recurso para las pre-clases. *Revista de Comunicación de la SEECI*. 2018;(46):77-92. <http://dx.doi.org/10.15198/seeci.2018.46.77-92>
3. Quiroga A. Observatorio de Educación. Definición de Aula Invertida. Politécnico Gran Colombiano. [Citado 23 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://crear.poligran.edu.co/?p=1177>
4. Vidal Ledo M, Rivera Michelena N, Nolla Cao N, Morales Suárez IR, Vialart Vida MN. Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Rev. Educación Médica Superior*. 2016;30(3):678-88.
5. Hinojo Lucena FJ, Aznar Díaz I, Romero Rodríguez JM, Marín Marín JA. Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*. 2019;8(1):9-18.
6. Viviana Balverdi C, Balverdi MP, Marchisio PF, María Sales A. El modelo "clase invertida" en Química Analítica. *Educación Química*. 2020;31(3):15-26. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.70250>
7. Almendros P, Montoya M, Pablo LI. Aula invertida y trabajo colaborativo en Química. *Educación Química*. 2021;32(4):142-53. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.78412>
8. Alarcón Díaz DS, Alarcón Díaz O. El aula invertida como estrategia de aprendizaje. *Revista Conrado*. 2021;17(80),152-57.
9. Joksimović A, Veg E, Simonović V, Regodić MM, Šiniković G, Gubeljak N. Implementation of Inverted Classroom Methodology in 3D Modeling Course. *FME Transactions*. 2019;47:310-315.
10. Figueredo N, García L, Pérez RW. La enseñanza-aprendizaje de la Química General universitaria con el uso de tareas docentes profesionalizadas. *Maestro y Sociedad*. 2018;15(4):603-617.
11. López M, Blanco A, Serrano J. Valoración de la utilidad de la Química por estudiantes de Ingeniería Mecánica: Efecto de una propuesta didáctica. *Educación Química*. 2017;28:14-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.09.0041>
12. García Arguelles LA, Escobar Lorenzo R, López Medina FL. Tareas experimentales de la química general para contribuir a la formación inicial del ingeniero mecánico. *Revista Cubana de Química*. 2016;28(2):675-91.
13. García Arguelles LA, López Medina FL, Moreno Toiran G, et al. El método experimental profesional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica. *Revista Cubana de Química*. 2018; 30(2):328-45.
14. Fernández Labrada MA, Rodríguez Heredia D, Pérez Matos R, García Ulacia I, Salas Tort D. Laboratorios invertidos: alternativa para el aprendizaje de Química Orgánica y Biológica. *Revista Tecnología Química*. 2021;41(2):388-404.
15. Rodríguez Jiménez SL, Jardines González SB, Álvarez Marqués JL, García Montes de Oca A, Díaz Bofill C.. El aula invertida: metodología didáctica para explicar la asignatura Agroecología

- y Agricultura Sostenible. Revista Cubana de Educación Superior. 2023;42(1):87-100.
16. Escudero Nahón A, Mercado López EP. Uso del análisis de aprendizajes en el aula invertida: una revisión sistemática. *Apertura*. 2019;11(2):72-85. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v11n2.1546>
 17. Hussain S, Jamwal P, Munir M, Zuyeva A. A quasi-qualitative analysis of *Flipped Classroom* implementation in an engineering course: from theory to practice. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2020;17(43):1-19. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00222-1>
 18. Md Abdullah Al Mamun, Md Abul Kalam Azad, Md Abdullah Al Mamun, Michael Boyle. Review of flipped learning in engineering education: Scientific mapping and research horizon. *Education and Information Technologies*. 2022;27:1261–1286. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10630-z>
 19. Lorico Lapitan DS, Lorrenz Chan A, Sabarillo N, Sumalinog A, Díaz JM. Design, implementation, and evaluation of an online *Flipped Classroom* with collaborative learning model in an undergraduate chemical engineering course. *Education for Chemical Engineers*. 2023;43:58-72. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.01.007>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de los autores

Dunia Rodríguez Heredia. <https://orcid.org/0000-0003-4676-7314>

Concibió la idea de la investigación. Implementó la metodología propuesta en la práctica docente. Realizó contribuciones en el análisis e interpretación de los datos obtenidos haciendo aportes en la obtención de los resultados en general. Participó en la búsqueda de información, en el diseño de la investigación, en la recolección de los datos y en el análisis de los resultados y en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

Claudia Arias Rodríguez. <https://orcid.org/0000-0003-1105-8120>

Trabajó en la recolección de los datos. Procesó los datos de las encuestas, así como los relacionados con las calificaciones, realizando contribuciones importantes en el análisis e interpretación de todos los datos obtenidos y haciendo considerables aportes en la discusión de los resultados en general y en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

María de los Ángeles Santana Gómez. <https://orcid.org/0009-0005-4963-0729>

Trabajó en la búsqueda de información para fundamentar la metodología propuesta, realizó contribuciones importantes en el diseño de la investigación y en el análisis de los resultados obtenidos y en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

María Antonia Fernández Labrada. <https://orcid.org/0000-0002-5702-7541>

Trabajó en la búsqueda de información para fundamentar la metodología propuesta, realizó contribuciones importantes en el diseño de la investigación y en el análisis de los resultados obtenidos y en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final.

Taimi Bessy Horrütiner. <https://orcid.org/0000-0001-7595-5547>

Implementó la metodología propuesta en la práctica docente. Colaboró con la recolección de los datos y realizó contribuciones en el análisis e interpretación de todos los datos obtenidos y en la revisión crítica del contenido, en la redacción y aprobación del trabajo final..