

## **Laboratorios invertidos: alternativa para el aprendizaje de Química Orgánica y Biológica**

Invested laboratories: alternative for the learning of Organic and  
Biological Chemistry

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

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

Roger Pérez Matos  <https://orcid.org/0000-0002-4989-600X>

Idelsa García Ulacia  <https://orcid.org/0000-0002-7880-4047>

Dolores Salas Tort  <https://orcid.org/0000-0002-6432-3955>

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

\*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [mariafl@uo.edu.cu](mailto:mariafl@uo.edu.cu)

### **RESUMEN**

En la carrera de Ingeniería Química las prácticas de laboratorio requieren que los estudiantes tengan conocimientos previos y ciertas habilidades para su desarrollo, siendo las técnicas operatorias las que generalmente dificultan la adquisición de conocimientos. Teniendo en cuenta lo anterior y la aplicación de la estrategia curricular TICs en las asignaturas, este artículo tiene como objetivo mostrar las potencialidades de la clase invertida como alternativa para el desarrollo de los laboratorios de Química Orgánica y Biológica. Se presentan los aspectos teóricos de la clase invertida, en la cual el estudiante es protagonista de su aprendizaje antes, durante y después de los experimentos, fomentando el aprendizaje significativo en comparación con los métodos tradicionales. Se ejemplifica su uso en la actividad experimental, identificación de enlaces múltiples, en un laboratorio de la asignatura, impartido al Curso por Encuentros, presentando en cada etapa

las actividades a desarrollar por el estudiante, y por último las ventajas que supone trabajar en la asignatura con esta alternativa. Se concluye que se vincula la asignatura con la estrategia curricular TICs, a la vez que sobre la base del aprendizaje autónomo y colaborativo se aplican los niveles del dominio cognitivo de la conocida Taxonomía de Bloom acorde a la era digital, desde su preparación previa con el visionaje del video con la hoja de trabajo previo, hasta la forma más efectiva del aprendizaje en un ámbito real (hacer), enseñando a otros de manera creativa mediante el diseño y edición de su video con la cámara de su teléfono móvil.

**Palabras clave:** laboratorio; química; ingeniería química; clase invertida; video clases.

### **ABSTRACT**

In the Chemical Engineering career, laboratory practices require students to have prior knowledge and certain skills for their development, being the operative techniques those that generally hinder the acquisition of knowledge. Taking into account the above and the fact of the application of the TICs curricular strategy in the subjects, this article aims to show the potentialities of the inverted class as an alternative for the development of the Organic and Biological Chemistry laboratories. The theoretical aspects of the flipped class are presented, in which the student is the protagonist of their learning before, during and after the experiments, promoting meaningful learning compared to traditional methods. Its use is exemplified in the experimental activity, identification of multiple links, in a laboratory of the subject, given to the Course by Encounters, presenting at each stage the activities to be developed by the student, and finally the advantages of working on the subject with this alternative. It is concluded that the subject is linked with the TICs curricular strategy, while on the basis of autonomous and collaborative learning, the levels of the cognitive domain of the well-known Bloom Taxonomy are applied according to the digital age, from its previous preparation with the video viewing with the pre-worksheet, to the most effective way of learning

in a real field (to do), teaching others in a creative way by designing and editing your video with your mobile phone camera.

**Keywords:** laboratory; chemistry; chemical engineering; inverted class; video classes

Recibido: 18/09/2020

Aceptado: 10/01/2021

## Introducción

La asignatura básica y de amplio contenido Química Orgánica y Biológica de la carrera Ingeniería Química, correspondiente al plan de estudio “E”, <sup>(1)</sup> se imparte en los primeros años de la carrera y tiene como objeto el estudio de la estructura, propiedades, métodos de síntesis y reactividad de compuestos orgánicos y biomoléculas, sirviendo de base para la comprensión de los procesos químicos industriales en los que los futuros profesionales se desempeñarán.

Su tratamiento conceptual básico en curso por encuentro se realiza en las clases Encuentros de Orientación, siendo las prácticas de laboratorio una forma de su sistematización. La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivo que los estudiantes amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura o disciplina mediante la experimentación, empleando para ello los medios necesarios. <sup>(2)</sup>

Aunque es evidente el papel que juega este tipo de clase en la asignatura, la lectura de la guía de práctica de laboratorio resulta ser compleja para los estudiantes, dificultando su preparación previa y presentando dificultades en su comprensión y en el desarrollo de la técnica operatoria, conllevando a que en ocasiones se presenten deficiencias en la elaboración del preinforme. En muchas de las actividades experimentales, se limitan a seguir las instrucciones de la técnica operatoria de la misma forma que se sigue una receta de cocina, conduciendo a un desconocimiento total de la dinámica dentro de un laboratorio. A lo anterior se suma el hecho de que las asignaturas en la educación superior cubana deben tener asociadas la estrategia curricular de uso de las TIC, y que la mayoría de los estudiantes, dentro y fuera de las aulas emplean las nuevas

tecnologías como herramientas para su aprendizaje, siendo llamados «e-alumnos».<sup>(3)</sup>

Por todo lo expuesto, el objetivo del trabajo es mostrar la clase invertida como alternativa docente para el desarrollo de los experimentos de Química Orgánica y Biológica en las clases de prácticas de laboratorio, donde el estudiante sea el protagonista de su aprendizaje antes, durante y después de realizados los experimentos, fomentando su aprendizaje significativo en comparación con los métodos tradicionales.

### **Fundamentación teórica**

Tradicionalmente las prácticas de laboratorio químico se han organizado metodológicamente mediante dos etapas: preparación previa y trabajo en el laboratorio. En este tipo de clase el estudiante recibe y debe procesar una gran cantidad de información, la cual será comprobada mediante los experimentos. El docente debe analizar qué alternativa utilizar para adaptar nuevas técnicas, estrategias y procedimientos en las que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje. Según <sup>(4)</sup>, de las 200 palabras por minuto que puede hablar un profesor, el alumno capta alrededor de la mitad; los alumnos retienen el 70% de lo que se explica en los diez primeros minutos de clase y tan sólo un 20% de lo explicado en los diez últimos, permaneciendo atentos sólo alrededor del 40% del tiempo que dura la clase.

La clase invertida o flipped classroom, es una de las alternativas activas más innovadoras actualmente, para situar al estudiante en el centro, como absoluto y verdadero protagonista de su aprendizaje. Esta inventiva, propuesta en el 2007 por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, profesores de Química en Colorado (EE. UU), tiene como objetivo mostrar cómo es posible combinar lo mejor de la enseñanza virtual con lo mejor de la enseñanza presencial, sintonizando armónicamente ambas metodologías. Su idea general se basó en el trabajo de los estudiantes a su propio ritmo, recibiendo conferencias en casa a través de videos en línea o podcasts, aprovechando las nuevas tecnologías para ofrecerle más opciones de contenidos y, lo más importante, redefine el tiempo de clase a una

discusión más profunda y "tarea" tradicional, en la que el educador guía a los estudiantes a medida que se aplican los conceptos y puede participar creativamente en la materia.<sup>(5)</sup> En otras palabras, la clase invertida consiste en que el estudiante se prepare previamente en cualquier lugar, antes de la clase presencial, haciendo uso de las TICs.

Aunque existen cuantiosas bibliografías sobre las ventajas de este modelo en el contexto de la educación superior, recientemente un panel de expertos universitarios ha adoptado e investigado sobre el modelo de "Flipped Classroom" y han consensuado entre otras las siguientes ventajas: favorece una atención más personalizada del profesor a sus alumnos y contribuye al desarrollo del talento; mejora el ambiente en el aula y la convierte en un espacio donde se comparten ideas, se plantean interrogantes y se resuelven dudas, fortaleciendo de esta forma también el trabajo colaborativo y promoviendo una mayor interacción alumno-profesor; <sup>(6)</sup> produce una mayor implicación del estudiante, un aprendizaje más profundo y permite mayor adaptación al ritmo de cada uno de ellos;<sup>(7)</sup> incrementa notablemente la interacción personal entre estudiantes y profesores; los estudiantes ausentes por enfermedad o por actividades extracurriculares, pueden visualizar la explicación del docente; los materiales del contenido del curso están almacenado de forma permanente para su acceso o actualización. <sup>(8)</sup>

Diferentes trabajos contemplan el carácter innovador y el impacto de la clase invertida. <sup>(9-10)</sup> Otros refieren la flexibilidad para el aprendizaje (horario y lugares) facilitando la administración del tiempo y las condiciones de estudio. <sup>(11)</sup>

Los mencionados artículos al dar cuenta de la utilidad de esta alternativa, refieren que para desarrollarse este tipo de actividad se requiere del uso de las TICs.

## **Materiales y métodos**

La utilización de la clase invertida por los estudiantes desde una perspectiva formativa, favoreciendo su aprendizaje autónomo, se puede emplear como laboratorio invertido en la asignatura Química Orgánica y Biológica en la carrera de Ingeniería Química, de la Universidad de Oriente, organizado en dos o tres grupos de laboratorio, según la matrícula del grupo, y en equipos de 3 estudiantes,

distribuidos entre dos docentes, por cada torre de trabajo. La selección de las mismas se ha hecho en base a que son prácticas donde los estudiantes las pueden realizar, encontrándose en el laboratorio los materiales y reactivos a utilizar.

De lo antes descrito, para su implementación se pueden utilizar como materiales audiovisuales los videos educativos tanto dentro como fuera del aula, utilizándose los videos de lección temático y los de lección mono conceptual, dado que no presentan larga duración y se refieren a un tema específico, donde el profesor los explica detalladamente de manera corta y simple, siendo presentado en forma sistemática y con la profundidad adecuada a los destinatarios,<sup>(12)</sup> exhibiendo, por ejemplo, la forma de realizar prácticas de laboratorios.

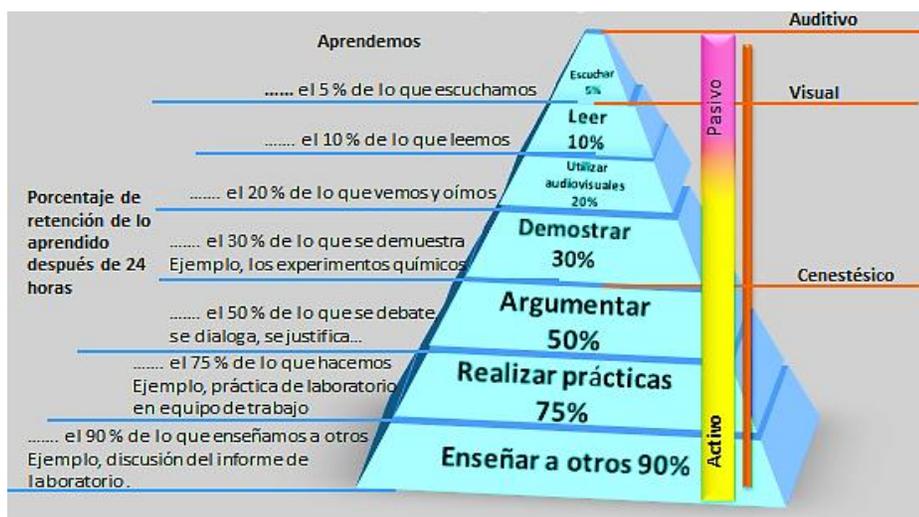
La elección de esta herramienta no es al azar ya que muchos autores,<sup>(13)</sup> valoran este instrumento positivamente y coinciden que es más fácil para los estudiantes realizar las actividades fuera del aula utilizando el video como método de aprendizaje y no otros materiales en soporte papel, además para aquellos estudiantes que no tienen acceso a un ordenador o a una conexión a Internet en su casa, puede visualizar el video en un televisor o DVD, permitiendo atender a la diversidad. Estos videos son utilizados por los docentes para transmitir información a sus estudiantes antes de la clase y sin su presencia física, esto no quiere decir que el profesor esté siendo sustituido por una explicación grabada, el gran cambio consiste en que los estudiantes acuden al laboratorio con los conceptos teóricos necesarios para comenzar el desarrollo experimental.<sup>(14)</sup>

Se pretendió que el video no fuera un simple recurso tecnológico instaurado por la innovación en sí misma, sino que contribuyera a organizar las ideas de los estudiantes, pudiendo prestar mayor atención a aquellas cuestiones que no hayan sido entendidas cabalmente.<sup>(15)</sup> Por ejemplo, al finalizar la clase Encuentro de Orientación se puede dar una mirada profunda a la obtención e identificación de los compuestos orgánicos estudiados.

La metodología utilizada para los laboratorios es análoga a las descritas en las referencias citadas, residiendo la peculiaridad de nuestra contribución en el contexto de aplicación según la propuesta de Oscar Martínez Sacristán *et al.* <sup>(16)</sup>

El laboratorio invertido abarca todas las fases o niveles del dominio cognitivo de la conocida Taxonomía de Bloom acorde a la era digital, <sup>(17)</sup> haciendo énfasis en los desempeños intelectuales de los estudiantes: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear, complementándose con capacidades y herramientas del mundo digital.

A partir de la pirámide del aprendizaje de Cody Brair, <sup>(18)</sup> (figura 1) este dominio a su vez está dividido en categorías o niveles. Cuando el alumno afronta el trabajo previo fuera del aula ejercita los tres primeros niveles, estos son: recordar, comprender y aplicar (habilidades o procesos cognitivos considerados de orden inferior), durante y posterior de la clase se trabaja los procesos cognitivos de mayor complejidad, siendo estos, el análisis, evaluación y creación, donde la ayuda del docente es más útil y necesaria. <sup>(3)</sup>



**Fig. 1- Pirámide del Aprendizaje**

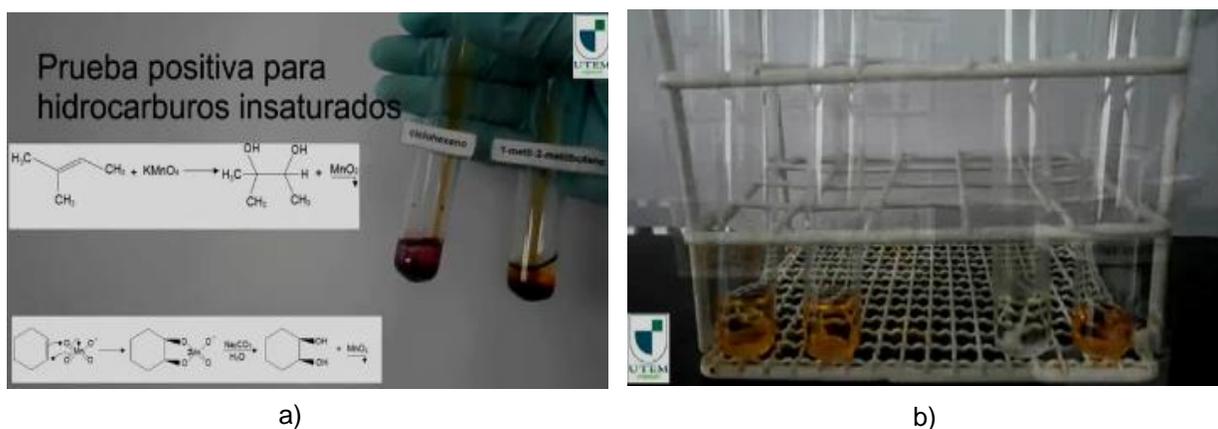
Fuente: Adaptado de Cody Blair, investigador de cómo aprenden y recuerdan los estudiantes de manera más efectiva.

Para aplicar la metodología propuesta, no es necesario cambiar drásticamente los experimentos que se realizan, solo hay que variar metodológicamente la forma en

la que se desarrollan, consiguiendo una mayor implicación del estudiante en su aprendizaje, y, por tanto, un mayor aprovechamiento durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

## Resultados y Discusión

Se desarrolló un trabajo metodológico encaminado a dinamizar los laboratorios a partir de un tratamiento didáctico adecuado, durante la impartición de la actividad experimental: Identificación de enlaces múltiples con el reactivo de Baeyer y el  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$ , como se muestra en la figura 2, propiciando que el estudiante se involucre activamente en su aprendizaje.



**Fig. 2-** Capturas de pantalla sobre los videos de identificación de enlaces múltiples, a) con el reactivo de Baeyer y b) la prueba del  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$

La alternativa consta de tres etapas:

### Pre experimento

Los estudiantes van a realizar un trabajo previo fuera del aula, consistente en:

- ✎ Obtener con antelación los documentos del entorno Moodle del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), estos son: guía de la práctica de laboratorio, video elaborado por la docente que imparte la asignatura u obtenido de Youtube y la hoja de trabajo, para autoprepararse anticipadamente, estableciéndose el enlace desde el apartado “recursos” de la asignatura Química Orgánica y Biológica en la carrera de Ingeniería Química de cursos por encuentro.
- ✎ Leer la guía de práctica de laboratorio con la descripción de toda la parte experimental, tipo de muestras, equipos, reactivos, entre otros.

☞ Visualizar el video fuera del aula, avizorando las actividades ligadas principalmente a la exposición y explicación de contenidos, tanto conceptual como procedimental de la práctica experimental, su visión se realizará tantas veces como sea necesario, avanzando a su propio ritmo, para guiarlos a buscar la información que van a necesitar al realizar la práctica y las medidas de seguridad a considerar para minimizar riesgos de accidentes, además de diseñar el procedimiento a seguir mediante el diagrama de flujo, con el fin de integrar saberes.

☞ Responder la guía de trabajo de observación. Para poder realizar la actividad experimental en el laboratorio, se realizará la verificación y cumplimiento de las actividades y lo comprendido mediante la hoja de trabajo previo, que tiene carácter evaluativo, debe ser resuelta individualmente y es imprescindible su revisión por parte del docente en las secciones de trabajo colaborativo días antes de la práctica, en la que en caso necesario esclarecerán sus dudas y obtendrán una nota mínima de 3 puntos de 5. En caso de no alcanzar dicha nota, les permitirá repetir el cuestionario, permitiéndole aprender a convertir el error en aprendizaje y a poder sentir lo aprendido como resultado del empeño individual.

En esta etapa se elabora el preinforme que contempla la introducción con los conocimientos teóricos relacionados con la práctica, el diagrama de flujo, además en caso que lo requiera, realizarán cálculos previos, escribirán las ecuaciones químicas de las reacciones a analizar, y la consideración de medidas de seguridad para minimizar riesgos de accidentes, fomentando la preparación y el interés en su realización.

### **Durante el experimento**

Tiene lugar en el laboratorio químico en presencia del docente, como mediador del aprendizaje, y su propósito es que los estudiantes comprendan el “para qué se hace” la actividad experimental, su desarrollo tiene en cuenta las funciones didácticas de la clase.

### **Introducción de la actividad**

☞ Al llegar al laboratorio cada estudiante deberá enseñar su preinforme.

✎ El docente comprobará los contenidos básicos aprendidos, al comienzo de la clase realizará un breve resumen a partir de la retroalimentación del cuestionario de observación de la etapa preexperimental o, responde las dudas que surgen de los estudiantes a partir de los errores cometidos, para estos entiendan cómo desarrollar la actividad experimental, no siendo necesario realizar pregunta de entrada.

✎ Para la actividad experimental se realizará la parte práctica por equipos de trabajo (hasta tres estudiantes), incluyendo el estudiante que filmará la clase (el móvil que posee mejor cámara), y con la orientación del docente explicarán a partir de lo leído en la guía de práctica de laboratorio cómo van a realizar la actividad experimental, luego se dispondrá para completar los resultados obtenidos en cada experimento registrado en la hoja de resultados.

✎ La clase se desarrolla mediante trabajo colaborativo: en cada puesto existe un intercambio de información estudiante-estudiante, estudiante-docente, aplicando el aprendizaje colaborativo al desarrollar la actividad práctica sobre la base de los aprendizajes autónomos.

Antes de cada práctica de laboratorio, el técnico de laboratorio prepara los puestos de trabajo, en los que el estudiante encuentra el material que debe utilizar, sin dejarle iniciativa a realizar su propia elección.

En esta experiencia fue necesario llevar a cabo una reorganización del material del laboratorio donde cada equipo de trabajo debe montar su puesto para realizar las actividades experimentales, seleccionando de todo el material que aparece en la torre cuál es el más adecuado, con el objetivo de que sea el propio estudiante el que lo seleccione para realizar cada experimento, por la limitación de reactivos el docente o técnico de laboratorio le entregará a cada equipo de trabajo la cantidad que solicite, en caso de estar equivocados se les corrige, dándole indicaciones relacionadas con el manejo de los reactivos con los que van a trabajar. Una vez culminada la práctica deben limpiar y volver a colocar en la torre el material limpio utilizado, dejando el puesto de trabajo como lo encontró. La duración de esta pretensión no debe ser mayor de 18 minutos.

✎ Cada equipo desarrollará los experimentos siguiendo el procedimiento y norma de seguridad que los mismos han analizado previamente y ha sido revisado por el docente, además de grabar el desarrollo y explicación de su práctica mediante un video con la cámara de su teléfono móvil.

✎ Paralelamente el docente controla el cumplimiento del objetivo de la práctica, y el proceso del experimento, recorriendo los puestos de trabajo, y estando a la mira que los estudiantes, que estos registren todas las observaciones en la hoja de resultados, para ser registrada en su informe.

En esta etapa se tiene un espacio de socialización donde interviene el docente para retroalimentar la forma en que procedieron con los resultados obtenidos en cada experimento, estimulando otras habilidades como la comunicación y transmisión de los resultados experimentales.

### **Post- experimento**

Esta etapa se desarrolla al concluir el desarrollo de la técnica experimental, el docente valora la calidad del aprendizaje obtenido.

✎ Los estudiantes reúnen por equipo de trabajo la información y completan el informe de la práctica de laboratorio, (se completa el preinforme), complementando sus conocimientos con la hoja de resultados en base a los aprendizajes obtenidos. Por último, se realiza el control de salida, mediante la entrega del informe.

✎ Fuera del laboratorio editarán el video, y al día siguiente se lo entregarán al docente.

De este modo, la metodología de aula invertida logra estimular con la tecnología, el aprendizaje autónomo de los estudiantes, teniendo en cuenta lo referido en la pirámide del aprendizaje (figura 1). Serán capaces de aprender y recordar de manera más efectiva, a partir de su preparación previa con el visionaje del video, podrán recordar el 20 % de los que visualicen y escuchen. Al realizar la actividad práctica en grupo de trabajo se incrementará ese porcentaje, que al cabo de un día les permitirá recordar el 75 % de lo aprendido, y podrán aplicarlos en conocimientos útiles, pudiendo demostrar las habilidades prácticas y de

aprendizaje necesarias para el desarrollo de los experimentos (demuestra cómo), ello ayudará al desarrollo posterior de la forma más efectiva del aprendizaje en un ámbito real (hacer), y alcanzarán el 90% de lo aprendido al diseñar y editar el video explicativo, que harán tanto de guionistas como de actores, y para ello deben dominar lo que explican y enfocarlo de la mejor manera para su comprensión, de esta forma, algunos autores <sup>(19)</sup> refieren que se retiene más cantidad de información cuando enseñamos a otros que de cualquier otra forma.

### **Evaluación de los resultados.**

El análisis se puede realizar utilizando el procesador de datos Excel, con el propósito de tener una visión de los resultados obtenidos de cada estudiante, se sucederá a establecer un paralelismo entre los distintos aspectos evaluables (hoja de trabajo previo (HTP), hoja de resultados (HR), informe (I), y entrega del video, todo ello promediado determina la nota final de la práctica.

### **Ventajas de la propuesta**

- ✎ No se prescinden de las clases de orientación –tal como requiere el modelo de clase invertida- porque se considera que el estudiante universitario de primer año de curso por encuentro no tiene autonomía para manejar la organización y construcción de sus aprendizajes.
- ✎ Disminuye el tiempo dedicado a la explicación para disponer del aprovechamiento del tiempo en la experimentación, utilizando la hoja de resultados para trabajar individualmente y promover el aprendizaje colaborativo.
- ✎ El llenado del cuestionario de observación de la etapa pre-experimental, les servirá a los estudiantes como herramienta de control para que se autoevalúe, y al docente para comprobar que han estudiado y visionado el video.
- ✎ La implementación en cursos posteriores de dicha metodología, pueden utilizar como videos explicativos los diseñados y editados por los estudiantes.

Con esta metodología los estudiantes se responsabilizan de su aprendizaje:

- ✎ Pueden visualizar el material las veces que sea necesario, permitiéndole aprender a su ritmo, teniendo más tiempo para reflexionar sobre lo aprendido, permitiéndole saber qué ha de hacer y cómo hacerlo.

- ✎ La preparación previa, le facilita de forma activa su aprendizaje, dándole la posibilidad de realizar con seguridad la práctica de laboratorio, existiendo una interacción estudiante-docente más productiva.
- ✎ Reduce en tiempo de realización la técnica experimental.
- ✎ Promueve un razonamiento crítico y el tratamiento de los datos <sup>(20)</sup>, pudiendo repetir el experimento en caso de haber cometido errores que le permita interpretar resultados y llegar a conclusiones.
- ✎ Al tener que diseñar sus propios experimentos mediante el diagrama de flujo y decidir qué material utilizar, aumenta sus conocimientos sobre el trabajo de investigación, el material y los métodos de trabajo de los laboratorios.
- ✎ Se logra que los estudiantes trabajen en forma autónoma, ordenada y limpia, cumpliendo con las normas de protección y seguridad, además de fortalecer las habilidades prácticas en el uso de algunos instrumentos y equipos de laboratorio, todo esto en relación a la obtención de buenos resultados por encima del aprobado.
- ✎ Fomenta la preparación y el interés en la elaboración del informe. Cada equipo de trabajo diseña y edita su video explicativo con creatividad, claridad, concreción y brevedad.

Estas ventajas refuerzan la idea de que la propuesta es un modelo pedagógico atractivo para avalar que el estudiante sea el protagonista de su aprendizaje antes, durante y después de realizadas las prácticas de laboratorio.

## **Conclusiones**

La clase invertida como alternativa docente para el desarrollo de los experimentos de Química Orgánica y Biológica en las clases de prácticas de laboratorio, bien empleada 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. Dentro de las ventajas que supone lo anterior está la aplicación de la estrategia curricular TICs en la asignatura, promoviendo el aprendizaje autónomo (aprender a aprender) y colaborativo,

aplicando todas las fases o niveles del dominio cognitivo de la conocida Taxonomía de Bloom acorde a la era digital, desde su preparación previa con la observación del video, hasta la forma más efectiva del aprendizaje en un ámbito real (hacer), enseñando a otros mediante el diseño y edición de su video con la cámara de su teléfono móvil de manera creativa.

## Referencias bibliográficas

1. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Documento base para la elaboración de los planes de estudio" E". La Habana: Ministerio de Educación Superior,2016. Cuba.
2. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Resolución ministerial 2/2018. Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior, ARTÍCULO 135. La Habana: Gaceta Oficial Ordinaria n.º 25; 2018. Cuba.
3. BERENGUER-ALBALADEJO, C. *et al.* Acerca de la utilidad del aula invertida o flipped classroom. 2016.
4. TOURÓN, J. SANTIAGO, R. El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, 2015, **368** (abril-junio), pp. 196-231.
5. BERGMANN, J.; SAMS, A. cols. What Is Flipped Learning. Flipped Learning Network (FLN). Recuperado de: [http://www.FlippedLearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP\\_handout\\_FNL\\_Web.pdf](http://www.FlippedLearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FNL_Web.pdf). .2014
6. BERGMANN, J.; OVERMYER, J.; WILIE, B.. The flipped class: What it is and what it is not. 9. *The Daily Riff*, 2013.
7. WALSH, Kelly. Flipped classroom panel discussion provides rich insights into a powerful teaching technique. Disponible en

<https://www.emergingedtech.com/2013/06/flipped-classroom-panel-discussion-provides-rich-insights-into-a-powerful-teaching-technique/>, 2013.

8. PRIETO ESPINOSA, Alberto; PRIETO CAMPOS, Beatriz; PINO PRIETO, Begoña del. *Una experiencia de flipped classroom*. En Actas de las XXII JENUI. Universidad de Almería, p. 237-244. 2016.
9. Víctor Manuel Pérez; HIDALGO, Edison Patricio Jordán; ESPINOSA, Leonidas Gustavo Salinas. DIDÁCTICA DEL AULA INVERTIDA Y LA ENSEÑANZA DE FÍSICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*. e-ISSN 2528-7842, 2018, 4, no 3, p. 111-126.
10. AGUAYO VERGARA, M., et al. Perspectiva estudiantil del modelo pedagógico flipped classroom o aula invertida en el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. *Revista Educación*, 43(1), p. 97-113. 2019.
11. ROBLES, Vidal Paz, et al. Una forma de enseñar y aprender: Aula invertida estudio de caso: TecMM Campus El Grullo. En *Innovación docente y uso de las TIC en educación: CD-ROM*. Universidad de Málaga (UMA), p. 107. 2017.
12. GRAELLS, Pere Marqués. los vídeos educativos: tipología, funciones, orientaciones para su uso. España. *Facultad de Educación, UAB*, 1999.
13. GÁLVEZ, A.; GARCÍA, A. Uso del vídeo docente para la clase invertida: evaluación, ventajas e inconvenientes. *B. Peña. Vectores de la pedagogía docente actual*, p. 423-441. 2015,
14. CANEDO ALONSO, María del Mar, et al. Aplicación del modelo de clase invertida a prácticas de laboratorio. 2017.
15. VERA, Maria Irene; PETRIS, Raquel Herminia. Incorporación de TIC en la enseñanza de ecuaciones químicas: experiencia con alumnos de ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 14 (28), p. 33-38. 2019.

16. MARTÍNEZ SACRISTÁN, O., *et al.* Descripción de una experiencia con el uso de las TIC basada en el uso de vídeos explicativos y cuestionarios para una mejor comprensión de las prácticas de Física de Ingeniería Industrial. 2018.
17. CHURCHES, Andrew. Taxonomía de Bloom para la era digital. *Eduteka. Recuperado*, 2009, **11**. p. 1-13.
18. KRATHWOHL, David R. Una revisión de la taxonomía de Bloom: una descripción general. *La teoría a la práctica*, 2002, **41**(4), pág. 212-218
19. ANDRADE, Ender; CHACÓN, Edixon. Implicaciones teóricas y procedimentales de la clase invertida. *PULSO. Revista de Educación*, 2018, **41**, p.251-267.
20. BALVERDI, Cecilia Viviana, *et al.* El modelo “clase invertida” en química analítica. *Educación Química*, **31** (3), p. 15-26. 2020

### **Conflictos de interés**

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses

### **Contribución de cada autor al artículo**

María Antonia Fernández Labrada: Estudio del estado del arte. Aplicación en la práctica docente y confección del informe final.

Dunia Rodríguez Heredia: Preparación del informe preliminar.

Roger Pérez Matos: Revisión del informe final.

Idelsa García Ulacia: Actualidad de las referencias bibliográficas.

Dolores Salas Tort: Investigación del estado del arte actual en los últimos cinco años.