

El método del aula invertida en las asignaturas de Química para especialidades biomédicas y diagnósticas

The flipped classroom method in Chemistry subjects for biomedical and diagnostic specialties

Hipólito Peralta-Benítez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-8479-2804>

Adelaida María Ballbé-Valdés² <https://orcid.org/0000-0001-6027-5696>

Ninel Peralta-Ballbé³ <https://orcid.org/0000-0002-0934-5297>

¹Doctor en Ciencias Agrícolas. Licenciado en Química. Profesor Titular. Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila, Cuba.

²Doctora en Ciencias Pedagógicas. Máster en Ciencias de la Educación Superior. Licenciada en Química. Profesor Titular y Consultante. Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila. Ciego de Ávila, Cuba.

³Máster en Biotecnología Vegetal. Licenciada en Bioquímica. Profesor Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila. Facultad “Dr. José Assef Yara”. Ciego de Ávila, Cuba.

* Autor para la correspondencia. Correo electrónico: aballbe@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: la acelerada introducción de las tecnologías de la información y la comunicación en la superación de los profesionales, requiere el abandono de la enseñanza basada en la transmisión de información por parte del profesor. El método denominado aula invertida constituye una alternativa a la enseñanza tradicionalista.

Objetivo: implementar el método del aula invertida en la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas Química General y Química Orgánica de las especialidades biomédicas y diagnósticas.

Métodos: se realizó un estudio preexperimental con posprueba en la universidad médica de Ciego de



Ávila entre 2015 y 2019, con la totalidad de los residentes que cursaron las asignaturas. El método de aula invertida incluyó los procedimientos: orientación del trabajo independiente, autopreparación y sistematización del contenido en la actividad presencial. Se empleó la observación participante, una encuesta a los residentes y el análisis documental a las evaluaciones. Se cumplieron los principios éticos.

Resultados: todos los aspectos fueron evaluados entre adecuado y muy adecuado. La efectividad general del método fue muy adecuada en todas las encuestas. La menor puntuación la recibió el tiempo utilizado para el trabajo independiente. Se evidenciaron resultados superiores en la apropiación de los contenidos, la independencia, el desarrollo de habilidades informacionales, la utilización de las tecnologías y la vinculación de la Química con la Medicina.

Conclusiones: la implementación del método de aula invertida en las asignaturas Química General y Química Orgánica en las especialidades biomédicas y diagnósticas, contribuyó a perfeccionar la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje.

Palabras clave: QUÍMICA/educación; ENSEÑANZA/Medicina; EDUCACIÓN MÉDICA/métodos.

ABSTRACT

Introduction: the accelerated introduction of information and communication technologies in the improvement of professionals, requires the abandonment of teaching based on the transmission of information by the teacher. The method called flipped classroom is an alternative to traditionalist teaching.

Objective: to implement the flipped classroom method in the dynamics of the teaching-learning process of the General Chemistry and Organic Chemistry subjects of the biomedical and diagnostic specialties.

Methods: a pre-experimental study with post-test was carried out at the medical university of Ciego de Ávila between 2015 and 2019, with all the residents who took the subjects. The flipped classroom method included the procedures: independent work orientation, self-preparation and systematization of the content in the face-to-face activity. Participant observation, a survey of residents and documentary analysis of the evaluations were used. Ethical principles were met.

Results: all aspects were evaluated between adequate and very adequate. The overall effectiveness of the method was very adequate in all surveys. The lowest score was received by the time used for





independent work. Superior results were evidenced in the appropriation of content, independence, the development of informational skills, the use of technologies and the link between Chemistry and Medicine.

Conclusions: the implementation of the flipped classroom method in General Chemistry and Organic Chemistry subjects in biomedical and diagnostic specialties, contributed to perfecting the dynamics of the teaching-learning process.

Keywords: CHEMESTRY/education; TEACHING/Medicine; EDUCATION, MEDICAL/methods.

Recibido: 26/10/2020

Aprobado: 12/11/2020

INTRODUCCIÓN

El término *classroom flipped* (en español, aula invertida), fue introducido por Lage, Platt, y Treglia en el año 2000, pero el vocablo se popularizó a partir del 2007 cuando Bergman y Sams comenzaron a utilizar grabaciones de contenidos en presentaciones en *PowerPoint* narradas y capturadas en video, con el objetivo de facilitar el aprendizaje a los alumnos que no asistiesen a algunas clases; estas grabaciones fueron utilizadas también por otros estudiantes que no se encontraban en esta situación.⁽¹⁾

Se considera que la educación a distancia de las décadas de los '70, '80 y '90 del siglo pasado (con tutorías presenciales y materiales impresos, grabaciones y videos para el estudio independiente), tenía elementos en común con la nueva propuesta de aula invertida.⁽²⁾ Actualmente, existe auge del empleo de este método, el cual se aplica en todos los niveles de enseñanza –desde la educación primaria básica hasta superior– y abarca todas las áreas del conocimiento.⁽³⁾

El método del aula invertida representa una alternativa al enfoque presencial tradicional del proceso de enseñanza-aprendizaje universitario; entraña cambiar del modelo tradicional centrado en el profesor a un modelo centrado en el estudiante. Sus propósitos son que los estudiantes estén activos en el aula y cooperen entre ellos y con el profesor,^(4,5) así como desarrollar una educación personalizada, ajustada a las necesidades individuales de aprendizaje, a los patrones actuales de interacción social y a las exigencias del mundo globalizado.^(6,7)



Este tipo de educación se basa en la autogestión de información y el conocimiento y se apoya en el uso de las tecnologías. Mientras que en la educación tradicional la lección se realiza en clase y posteriormente los deberes en casa, en el método de aula invertida la lección se lleva a cabo en casa y los deberes en clase. Realmente no se invierte el modelo de aprendizaje (primero la lección y después los deberes), sino el lugar donde se realizan las tareas más significativas del proceso de enseñanza aprendizaje.^(6,7)

Con el método tradicional, el tiempo en el aula se usa para explicar a los estudiantes el nuevo contenido –a la par que toman notas sobre lo que se expone– y orientar las tareas que el estudiante debe efectuar, solo o en equipos, en la casa o las bibliotecas. En el aula invertida, se proporciona al estudiante, por adelantado, el material que tiene que consultar y analizar utilizando diversas fuentes de información: lecturas, videos, presentaciones en *PowerPoint*, plataformas digitales, grabaciones, materiales para el control y evaluación del aprendizaje, entre otros.⁽⁸⁻¹⁰⁾

En las actividades presenciales el profesor debe detectar las dificultades en el aprendizaje de los estudiantes, disipar dudas, corregir los errores en la comprensión de los contenidos, guiar el aprendizaje del grupo, fomentar la interacción estudiante-profesor y estudiante-estudiante y brindar atención personalizada a los estudiantes en la realización de ejercicios prácticos y experimentales, la resolución de problemas, la profundización del contenido de los temas y la discusión de aspectos controvertidos.⁽⁸⁻¹⁰⁾ Adicionalmente también se realizan tutorías presenciales o virtuales.

El método de aula invertida incluye procedimientos para la orientación del trabajo independiente: orientar los objetivos y contenidos del tema y las fuentes que se deben consultar, proporcionar material impreso o digital y guías o cuestionarios para el trabajo independiente. Las tutorías se pueden realizar de manera presencial o mediada por las tecnologías de la información y las comunicaciones: correo electrónico, chat y videoconferencias. En la autopreparación de los estudiantes se debe propiciar el trabajo independiente y en equipo, y la colaboración mediante la creación de comunidades virtuales de aprendizaje. Entre los procedimientos para la dinámica de la clase presencial se encuentran: aclarar dudas, realizar actividades prácticas y experimentales del tema variando los niveles de complejidad, revisar por pares o en pequeños grupos las respuestas a las guías y cuestionarios orientados y exposiciones plenarias con todo el grupo de clases.⁽¹¹⁻¹²⁾

Entre las ventajas de invertir el aula en la clase está la atención diferenciada al estudiante por el profesor, sobre todo al aclarar las dudas y ante las dificultades para resolver los problemas. Este



método contribuye a crear un clima productivo en el aula, a que los estudiantes aprendan a aprender por ellos mismos, identifiquen la manera en la que aprenden mejor, colaboren y se ayuden entre ellos, se motiven e involucren más en su propio aprendizaje, mejoren su capacidad reflexiva y crítica, la creatividad y el rendimiento académico.⁽¹³⁾ También contribuye a desarrollar la responsabilidad, la autorregulación y habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. El éxito de esta metodología depende de la calidad del material disponible para el trabajo independiente previo del estudiante y de la dinámica de la clase presencial. También influyen en los resultados la aceptación de la aplicación del método y la motivación por parte de los estudiantes.^(1,8,9,14-16)

Entre las limitaciones que se señalan al método se encuentran que resulta muy exigente para el estudiante por el grado de independencia que debe lograr y su reticencia a cambiar el rol de receptor de información que ocupa en el proceso de enseñanza aprendizaje con el empleo de métodos tradicionales. Para el profesor representa realizar mayores esfuerzos en la elaboración de los materiales que debe poner a disposición de los estudiantes.⁽¹⁴⁾ No siempre se consigue que los estudiantes interpreten adecuadamente los objetivos que deben alcanzar y delimiten convenientemente los contenidos a estudiar para cumplirlos, lo que influye en que no logren apropiarse de los contenidos con la profundidad que exige el programa o que, por el contrario, estudien aspectos que no serán evaluados, lo cual no es perjudicial, a no ser por el tiempo adicional invertido.

La asignatura Química General forma parte del currículum de los programas de las especialidades en ciencias básicas biomédicas y diagnósticas. Mediante ella se forman conocimientos básicos de la estructura de las sustancias, propiedades de los elementos y enlaces químicos. También se enfocan las reacciones químicas desde los puntos de vista cinético, estequiométrico y de las condiciones para el establecimiento del equilibrio químico. Estos conocimientos constituirán la plataforma para la comprensión de las reacciones orgánicas, que son a su vez la base de los fenómenos biológicos. Esta asignatura constituye un elemento importante para la consolidación de habilidades en la preparación de soluciones de distintas concentraciones y sus formas de expresión.⁽¹⁷⁾

De igual modo, la asignatura Química Orgánica es fundamental para el conocimiento de la Biología y la Medicina. Los organismos vivos están constituidos principalmente por sustancias orgánicas, además de agua. En esencia los procesos biológicos son cuestiones de química orgánica. De ahí la importancia que los residentes estudien la estructura y características de las sustancias orgánicas, pues ello les permita conocer en profundidad los mecanismos mediante los cuales ellas intervienen en los procesos





metabólicos y en otros aspectos de la vida.⁽¹⁸⁾ Ambas asignaturas contribuyen al desarrollo y consolidación de las bases científicas necesarias para el posterior trabajo en el campo de la investigación y la docencia desde las ciencias básicas biomédicas y diagnósticas.^(17,18)

En la caracterización de la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas Química General y Química Orgánica de las especialidades Ciencias Básicas Biomédicas y Diagnósticas en la Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila, se revelan insuficiencias en la preparación de los residentes para las clases prácticas y seminarios, la argumentación de la importancia de los contenidos para la Medicina, la gestión de información en Internet y la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación, así como en el aprendizaje de los contenidos.

El objetivo de la presente investigación es implementar el método del aula invertida en la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas Química General y Química Orgánica de las especialidades biomédicas y diagnósticas.

MÉTODOS

Se realizó un estudio preexperimental con posprueba en la Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila entre los años 2015 y 2019, que incluyó la totalidad de residentes de las especialidades biomédicas y diagnósticas que matricularon y terminaron las asignaturas Química General (cuatro en el curso 2015-2016, siete en el 2016-2017 y cuatro en el 2017-2018) y Química Orgánica (cuatro en el curso 2015-2016, cuatro en el 2016-2017, dos en el 2017-2018 y tres en el 2018-2019).

Se aplicaron los métodos teóricos: analítico-sintético, hipotético-deductivo e histórico-lógico; y los empíricos siguientes: una observación participante a los residentes y profesores, una encuesta a los residentes al concluir la evaluación final de las asignaturas y un análisis documental a los registros de asistencia y evaluación.

La observación participante tuvo las siguientes características: se realizó de manera natural en las propias actividades presenciales; los profesores interactuaron con los residentes como se hace normalmente en las clases; los residentes conocían que estaban participando en una investigación; al final de cada clase los profesores anotaron sus valoraciones sobre la preparación, participación y evaluación de cada residente; y no se empleó ningún instrumento de medición, solo se recogieron valoraciones cualitativas y las evaluaciones de los residentes.





Se aplicaron 20 encuestas durante los cursos académicos 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019; 11 cuando los residentes realizaron los exámenes finales de la asignatura Química General y nueve cuando los realizaron en Química Orgánica. El objetivo era que expresaran su valoración integral sobre el método aplicado y su efectividad.

Implementación del método del aula invertida

El trabajo independiente se orientó en las conferencias orientadoras, con una duración de 20 minutos. En ellas se explicaron los objetivos y contenidos del tema a estudiar, los materiales a utilizar, el patrón de resultados para la evaluación del aprendizaje y la forma de realización de la clase presencial. Se prestó atención especial a que los residentes comprendiesen el objetivo general, sistema de conocimientos y habilidades de cada tema, para que autorregularan su aprendizaje a partir del conocimiento de lo que se esperaba de ellos con relación a los niveles de asimilación y de profundidad de ese contenido. Las orientaciones se realizaron a partir del programa de la asignatura, para que adquieran habilidades en la utilización de ese documento por su función orientadora de la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje y del patrón de logros en la evaluación del aprendizaje.

Para cada uno de los temas los residentes recibieron los siguientes materiales en formato electrónico: conferencia elaborada por los profesores con los contenidos desarrollados del tema; presentación en *PowerPoint* con los núcleos de contenido del tema; guía de clase práctica o seminario en correspondencia con la forma organizativa de la actividad prevista en el programa de la asignatura; textos básicos y complementarios; artículos científicos relacionados con los temas, y sitios de Internet donde buscar información complementaria. En la asignatura Química Orgánica los residentes recibieron materiales similares a los de Química General y, además, un libro de texto en formato electrónico elaborado por los profesores de la asignatura.

La autopreparación en el trabajo independiente se realizó de forma individual cuando la clase presencial se desarrolló mediante la modalidad de clase práctica, y en equipos para los seminarios. En este último caso los residentes buscaron información en Internet sobre la aplicación de los contenidos del tema en la Medicina. De manera espontánea, los residentes decidieron reunirse para intercambiar sobre los temas orientados y aclarar dudas, antes de la realización de las actividades presenciales.

Para sistematizar el contenido en las clases presenciales, se iniciaron con la aclaración de dudas y seguidamente se resolvieron ejercicios orientados en la guía o similares, y se expusieron los trabajos elaborados por los equipos en los seminarios, auxiliados por presentaciones en *PowerPoint*.



La evaluación frecuente en estas actividades se realizó mediante la coevaluación y la autoevaluación a partir de un patrón de logros previamente acordado (profundidad del contenido, vinculación con la Medicina, calidad de la presentación en *PowerPoint* y artículos científicos consultados).

La investigación cumplió con lo estipulado en la *II Declaración de Helsinki*.⁽¹⁹⁾ La información obtenida se preservó sin realizar omisiones ni adiciones. Antes de iniciar el estudio, los investigados firmaron el consentimiento para colaborar, y sus criterios fueron protegidos bajo confidencialidad por los autores, quienes se comprometieron a garantizar el anonimato de los participantes.

RESULTADOS

En la tabla 1 se resumen una serie de atributos y cualidades en los residentes y profesores, que sintetizan la información obtenida a partir de la observación participante realizada por los investigadores durante toda la investigación.

Tabla 1 - Resultados de la observación participante según residentes y profesores

Residentes	Realizaron una preparación excelente para cada actividad presencial, resolvieron prácticamente todos los ejercicios orientados para las clases prácticas, elaboraron y presentaron todos los trabajos orientados para ser evaluados en los seminarios.
	Se plantearon muy pocas dudas al inicio de las clases presenciales, ya que los residentes se reunían previamente para intercambiar sobre los temas orientados.
	La participación en las clases fue muy activa y los propios residentes se evaluaron o autoevaluaron con justeza.
	Se apreciaron avances en el desarrollo de las competencias de trabajo en equipo, argumentativas, de gestión de información en Internet, para la elaboración de presentaciones en <i>PowerPoint</i> y la reflexión crítica sobre el trabajo de los demás residentes y el propio.
	Se logró que vincularan los contenidos de las asignaturas a la Medicina.
	Frecuentemente, comentaban con los profesores que dedicaban muchas horas a estudiar Química.
Profesores	Perfeccionaron la preparación de la asignatura: los planes de clases, las guías de clases prácticas y seminarios, las presentaciones en <i>PowerPoint</i> y la bibliografía de la asignatura, teniendo en cuenta que fueron estos medios y no las exposiciones de los profesores, las principales fuentes de información para los residentes.
	La preparación de la asignatura se enriqueció con la información gestionada en Internet por los residentes para la elaboración de los trabajos orientados.

	Se elevó la preparación de los profesores con relación a la aplicación de los conocimientos y métodos de la Química General y la Química Orgánica en la Medicina.
--	---

Fuente: guía de observación participante

Los resultados de la encuesta se muestran en la tabla 2. Todos los aspectos recibieron altas puntuaciones, entre adecuado y muy adecuado. La efectividad general del método fue muy adecuada en todas las encuestas. La menor puntuación la recibió el tiempo utilizado para el trabajo independiente, con solo ocho calificaciones de muy adecuado. Todos los encuestados consideraron que estaban dispuestos a aplicar el método del aula invertida en sus clases, fundamentalmente de posgrado.

Tabla 2 - Resultados de la encuesta aplicada a los residentes

Ítem	Muy adecuado	Bastante adecuado	Adecuado	Poco adecuado	No adecuado
Aprendizaje de los contenidos de la asignatura	17	2	1	0	0
Independencia del residente en el proceso de enseñanza aprendizaje	18	2	0	0	0
Calidad de los materiales disponibles para estudiar	16	4	0	0	0
Tiempo invertido en el trabajo independiente	8	10	2	0	0
Apropiación de métodos y técnicas de trabajo independiente	17	3	0	0	0
Utilización de fuentes bibliográficas diferentes al texto básico	17	3	0	0	0
Utilización de fuentes bibliográficas de Internet	18	2	0	0	0
Efectividad general del método	20	0	0	0	0
Estaría dispuesto a utilizar esta metodología	Sí		No		En algunas ocasiones
	20		0		0

Fuente: encuesta

Los resultados de las evaluaciones parciales y finales de las asignaturas de Química General y de Química Orgánica (tabla 3) fueron superiores en los cursos 2016-2017, 2017-2018 y 2018-2019, cuando se aplicó el método de aula invertida; en comparación con el curso 2015-2016 cuando se impartían las clases a través de métodos tradicionales.

Tabla 3 - Resultados de las evaluaciones parciales y finales. Comparación entre métodos aplicados según cursos

académicos

Curso académico	Química General								Química Orgánica							
	Evaluación parcial				Evaluación final				Evaluación parcial				Evaluación final			
	E	B	R	M	E	B	R	M	E	B	R	M	E	B	R	M
Métodos tradicionales																
2015-2016	3	1	0	0	3	0	1	0	2	1	1	0	2	1	1	0
Método de aula invertida																
2016-2017	7	0	0	0	7	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0
2017-2018	4	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
2018-2019	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
Leyenda: E (excelente, 90 puntos y más); B (bien, entre 80 y 89 puntos); R (regular, entre 70 y 79 puntos); M (mal, menos de 70 puntos).																

Fuente: registro de asistencia y evaluación

Los criterios de los residentes en las encuestas fueron los siguientes: el aprendizaje fue superior pues contaban con suficiente información y tenían claros los objetivos; los contenidos son extensos y en conferencias tradicionales el profesor podía explicar solo una parte y no les daba tiempo a tomar notas, por ello es preferible contar con todos los materiales para estudiar de forma independiente; se logró mayor independencia porque tenían la responsabilidad de su propio aprendizaje; desarrollaron habilidades de trabajo independiente y esto es importante de cara a la autosuperación en el futuro; se contó con la bibliografía suficiente y actualizada para prepararse, y muchos materiales utilizados vinculan los contenidos con la Medicina, por lo cual pueden ser utilizados en clases con los estudiantes. Los residentes expresaron, además, que aunque dedicaron mucho tiempo a estudiar y ello requirió mucho sacrificio, los resultados en el aprendizaje fueron buenos: se apropiaron de métodos de trabajo en colectivo, tanto en las clases como fuera de ellas; aprendieron a gestionar la información y el conocimiento; la preparación recibida contribuyó en gran medida a interpretar las bases químicas de importantes procesos fisiológicos humanos; adquirieron habilidades para buscar información en Internet y preparar presentaciones, e identificaron revistas y sitios con información útil sobre la especialidad.

Según los residentes, el método del aula invertida es superior respecto al método tradicional en el aprendizaje de los contenidos de las asignaturas de Química, en el desarrollo de habilidades para el trabajo independiente y la autosuperación, en la gestión de información en Internet, y en la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación. Ello coincide con la valoración realizada por los profesores a partir de la observación participante.

De forma general, los residentes plantearon que este método puede aplicarse en posgrado, pero no en pregrado pues los estudiantes no tienen suficientes habilidades para gestionar la información de manera independiente y disponen de menos tiempo para una asignatura, lo cual puede limitar su efectividad. Sin embargo, puede emplearse en determinados momentos del desarrollo de la asignatura.

Los profesores consideraron que en los dos últimos cursos fue mejor la preparación de los residentes para las actividades prácticas y los resultados de las evaluaciones frecuentes, parciales y finales.

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación corroboraron las ventajas de la aplicación de este método, según se describe en la literatura revisada.^(1,8,9,13-16) Aunque este método se emplea ampliamente en el mundo en todos los niveles educativos,^(4,5) los residentes expresaron que su aplicación es más conveniente en el posgrado. Lo anterior demuestra que aún existe resistencia al cambio e insuficiente confianza en que los estudiantes de pregrado puedan apropiarse, con la utilización de este método, de habilidades que les permitan participar de forma más activa en la autorregulación de su propio aprendizaje.

Los criterios expuestos por los residentes y profesores que participaron en la investigación coinciden con lo expuesto por García-Martínez y Rivera-Calle.⁽²⁰⁾ acerca de las ventajas de la aplicación del método del aula invertida para alumnos y profesores. Las cuales son: se adapta al ritmo de aprendizaje de cada alumno y evita sentimientos de frustración por no haber captado completamente la clase dictada en el modelo tradicional; los estudiantes avanzan en el aprendizaje a su ritmo propio y desarrollan estilos de aprendizaje personalizados; el docente deja de ser el centro de atención de las clases y del proceso de enseñanza aprendizaje; los alumnos se convierten en responsables de su aprendizaje, y consecuentemente se motivan a organizar su tiempo para dedicarlo a revisar el material en casa (de lo contrario, al momento de asistir a clases no podrán desarrollar las actividades planteadas); y la evaluación no solo será de resultado, es sobre todo del proceso entero.

Según Ibáñez-Lara y cols,⁽²¹⁾ en la literatura sobre la implementación del modelo pedagógico del aula invertida, existen muchas evidencias de mejoría significativa en el rendimiento de los estudiantes. En el presente estudio los residentes percibieron favorablemente el trabajo con el modelo de aula invertida; según su criterio, su empleo favoreció el aprendizaje, la organización del método de estudio y la



motivación para desarrollar las actividades.

La comparación de los resultados de los tres cursos académicos transcurridos entre 2016 y 2019, en los cuales se aplicó el método del aula invertida, solo con los del curso 2015-2016 (en el que no se aplicó), se considera una limitación de la presente investigación. Ello estuvo determinado por el inicio de la formación de estos especialistas en la institución a partir del curso 2015-2016.

CONCLUSIONES

La implementación del método de aula invertida en las asignaturas Química General y Química Orgánica en las especialidades biomédicas y diagnósticas, contribuyó a perfeccionar la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje. Ello favoreció la obtención de resultados superiores en la sistematización de los contenidos, la independencia y la responsabilidad en el cumplimiento de las tareas docentes, el desarrollo de habilidades para el trabajo independiente, la gestión de la información científica, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, y la fundamentación de las bases químicas de los procesos biológicos. El aporte de la investigación radica tanto en las evidencias científicas de la aplicación del método del aula invertida como en su particularización en las asignaturas de Química en las especialidades biomédicas y diagnósticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Berenguer-Albaladejo C. Acerca de la utilidad del aula invertida o *flipped classroom*. En: Tortosa-Ybáñez MT, Grau-Company S, Álvarez-Teruel JD. XIV Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares [Internet]. Alicante: Universidad de Alicante; 2016. p. 1466-80. [citado 8 Ene 2018]. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/59358/1/XIV-Jornadas-Redes-ICE_108.pdf
2. García-Aretio L. Flipped classroom, ¿b-learning o EaD? Contextos Universitarios Mediados [Internet]. 2013 [citado 18 Ene 2018];13(9):1-4. Disponible en: http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNESCO-contextosuniversitariosmediados-13_9/Documento.pdf
3. Sola-Martínez T, Aznar-Díaz I, Romero-Rodríguez JM, Rodríguez-García AM. Eficacia del método





flipped classroom en la universidad: meta-análisis de la producción científica de impacto. REICE [Internet]. 2019 [citado 10 Oct 2020];17(1):25-38. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6816889.pdf>

4. Fidalgo-Blanco A, Sein-Echaluce ML, García-Peñalvo FJ. Aula invertida: una visión conceptual [Internet]. Madrid: Grupo GRIAL; 2020 [citado 6 Oct 2020]. Disponible en: https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1967/1/M%C3%B3dulo1-Introducci%C3%B3nAulaInvertida_M.pdf

5. Monroy-Carreño M, Monroy-Carreño P. El aula invertida *versus* método tradicional: en la calidad del aprendizaje. CTES [Internet]. 2019 [citado 12 Sep 2020];6(11):[aprox. 17 p.]. Disponible en: <http://ctes.org.mx/index.php/ctes/article/download/692/811>

6. Fidalgo-Blanco A, Sein-Echaluce ML, García-Peñalvo FJ. Ventajas reales en la aplicación del método de aula invertida-*flipped classroom* [Internet]. Madrid: Grupo GRIAL; 2020 [citado 6 Oct 2020]. Disponible en [https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1896/1/Informe%20Ventajas indicadores Flip.pdf](https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/1896/1/Informe%20Ventajas%20indicadores%20Flip.pdf)

7. Vidal-Ledo M, Rivera-Michelena N, Nolla-Cao N, Morales-Suárez IR, Vialart-Vidal MN. Aula invertida, nueva estrategia didáctica. Educ Med Super [Internet]. Sep 2016 [citado 8 Ene 2018];30(3):678-88. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v30n3/ems20316.pdf>

8. Bergmann J, Sams A. Flip your classroom. Reach every student in every class every day [Internet]. Washington: ISTE/ASCD; 2012 [citado 16 Ene 2016]. Disponible en: http://www.academia.edu/download/40900327/Flip_Your_Classroom-Reach_Every_Student_in_Every_Class_Every_Day.pdf

9. Calderón-Ramírez E, Noroña-Medina J. El rol de la modelación para el fortalecimiento y adaptación del método aula invertida. En: Tolozano-Benítez MR, coordinador. Memorias del segundo Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas: por una educación innovadora, para un desarrollo humano sostenible [Internet]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2016. p. 352-65. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/742426.pdf>

10. Balverdi CV, Balverdi MP, Marchisio PF, Sales AM. El modelo “clase invertida” en Química Analítica. Educ. Química [Internet]. 2020 [citado 10 Oct 2020];31(3):15-26. Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/download/70250/67168>

11. Martínez-Olvera W, Esquivel-Gámez I, Martínez-Castillo JM. Aula invertida o modelo invertido de





aprendizaje: origen, sustento e implicaciones. En: Esquivel-Gómez I, coordinador. Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI [Internet]. Veracruz: Editorial Lulu Digital; 2014. p. 143-60 [citado 18 Ene 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Waltraud-Olvera/publication/273765424_Aula_Invertida_o_Modelo_Invertido_de_Aprendizaje_origen_sustento_e_implicaciones/links/550b62030cf265693cef771f/Aula-Invertida-o-Modelo-Invertido-de-Aprendizaje-origen-sustento-e-implicaciones.pdf

12. Sabater-Mateu MP, Curto-García JJ, Rourera-Roca A, Olivé-Ferrer MC, Costa-Abós S, Castillo-Ibáñez S, et al. Aula invertida: experiencia en el Grado de Enfermería. RIDU [Internet]. 2017 [citado 18 Ene 2018];(9):115-23. Disponible en <http://revistes.ub.edu/index.php/RIDU/article/viewFile/RIDU2017.9.10/20194>

13. Domínguez LC, Sanabria AE, Sierra DO. El clima productivo en cirugía: ¿una condición para el aprendizaje en el aula invertida? Educ Méd [Internet]. Nov 2018 [citado 9 Nov 2020];19 Supl 3:263-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181317301663/pdf?md5=f262ebc83ca5f0a537884f74b996fd93&pid=1-s2.0-S1575181317301663-main.pdf>

14. Del Pino B, Prieto-Campos B, Prieto-Espinosa A, Illeras-García FM. Utilización de la metodología de aula invertida en una asignatura de Fundamentos de Informática. Enseñ. aprendiz. ing. comput. [Internet]. 2016 [citado 23 Feb 2018];(6):67-75. Disponible en: <https://www.uach.cl/uach/file/ai-en-informatica-5bcf2932b9dde.pdf>

15. Espinosa-Domínguez AG, Cantú-González ME, Partida-Puente A, García-de la Peña ME. Propuesta metodológica para la generación de creatividad con la práctica del aula invertida en ambientes universitarios. Vinculatégica efan [Internet]. 2016 [citado 8 Ene 2018];2(1):801-25. Disponible en: <http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Revistas/R2/801-825%20-%20Propuesta%20Metodologica%20Para%20La%20Generacion%20De%20Creatividad%20Con%20La%20Practica%20Del%20Aula%20Invertida%20En%20Ambientes%20Universitarios.pdf>

16. Domínguez LC, Vega, NV, Espitia EL, Sanabria AE, Corso C, Serna AM, Osorio C. Impacto de la estrategia de aula invertida en el ambiente de aprendizaje en cirugía: una comparación con la clase magistral. Biomédica [Internet]. Dic 2015 [citado 8 Ene 2018];35(4):513-21. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v35n4/v35n4a09.pdf>

17. Ministerio de Salud Pública. Viceministerio de Docencia e Investigación. Programa de la asignatura





Química General para las especialidades en Ciencias Básicas Biomédicas y Diagnósticas. La Habana: MINSAP; 2010.

18. Ministerio de Salud Pública. Viceministerio de Docencia e Investigación. Programa de la asignatura Química Orgánica para las especialidades en Ciencias Básicas Biomédicas y Diagnósticas. La Habana: MINSAP; 2010.

19. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Ratificada en la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre; 2013. 2013. [citado 30 ene 2016];[p. 4]. Disponible en: <https://declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos.pdf>

20. Rivera-Calle FM, García-Martínez A. Aula invertida con tecnologías emergentes en ambientes virtuales en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Rev Cubana Edu Superior [Internet]. Abr 2018 [citado 27 Jul 2018];37(1):108-23. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rces/v37n1/rces08118.pdf>

21. Ibáñez-Lara CA, Muñoz-Villate W, Restrepo-Becerra SJ, Trujillo-Cedeño M. Trabajo independiente de los estudiantes y aula invertida. Rev Univ La Salle [Internet]. Mar 2018 [citado 27 Jul 2018];(75):131-47. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6526036&orden=0&info=link>

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribuciones de los autores

Hipólito Peralta-Benítez: concepción e idea del artículo, revisión documental y bibliográfica, interpretación de los datos obtenidos, confección del artículo y aprobación de su versión final.

Adelaida María Ballbé-Valdés: revisión de la bibliografía, interpretación de los datos obtenidos, revisión crítica del artículo, y aprobación de su versión final.

Ninel Peralta-Ballbé: revisión documental y bibliográfica, interpretación de los datos obtenidos, y aprobación de la versión final del artículo.





Financiación

Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila.

