

Implementación de la clase invertida para el desarrollo de competencias científicas en maestros en formación a nivel superior

Maricel Tejeira Rodríguez

Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología- Departamento de Zoología. Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología (CIMECNE).

Ciudad de Panamá, Panamá

maricel.tejeirar@up.ac.pa

<https://orcid.org/0000-0003-0207-1972>

Fecha de recepción: 28 de septiembre de 2023

Fecha de aprobación: 25 de noviembre de 2023

DOI <https://doi.org/10.48204/j.are.n49.a4597>

Resumen

La investigación aborda el creciente interés en la didáctica universitaria, debido a los desafíos que enfrentan los docentes en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. Se propone la implementación exitosa del modelo de la clase invertida (MCI) como una estrategia metodológica para el desarrollo de competencias científicas en docentes de primaria en formación en la Universidad de Panamá. La investigación fue experimental y exploratoria, utilizando dos instrumentos para evaluar la contribución del MCI al desarrollo de competencias científicas y la satisfacción de los estudiantes. Los resultados revelaron una diferencia significativa en las competencias científicas cognitivas y actitudinales antes y después de la implementación del MCI. Los estudiantes expresaron un alto grado de satisfacción al utilizar video-lecciones para el estudio individual en casa y luego llevar a cabo prácticas colaborativas en clase. Se concluye que los maestros en formación de la Universidad de Panamá lograron desarrollar competencias científicas mediante el MCI, lo que respalda su efectividad. Se recomienda continuar investigando en métodos disruptivos para la enseñanza de las ciencias naturales en Panamá. Este estudio destaca la importancia de adaptar estrategias innovadoras en la educación superior para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

Palabras clave: Clase invertida, competencias científicas, didáctica, maestros en formación, nivel superior.

Implementation of the flipped classroom for the development of scientific competencies in teachers in training at a higher level

Abstract

The research addresses the growing interest in university didactics, due to the challenges that teachers face in the teaching-learning of natural sciences. The successful implementation of the flipped classroom model (FIL) is proposed as a methodological strategy for the development of scientific competencies in primary school teachers in training at the University of Panama. The research was experimental and exploratory, using two instruments to evaluate the contribution of the MCI to the development of scientific competencies and student satisfaction. The results revealed a significant difference in cognitive and attitudinal scientific competencies before and after the implementation of the MCI. Students expressed a high degree of satisfaction when using video lessons for individual study at home and then carrying out collaborative practices in class. In summary, it is concluded that the teachers in training at the University of Panama managed to develop scientific competencies through the MCI, which supports its effectiveness. It is recommended to continue researching disruptive methods for teaching natural sciences in Panama. This study highlights the importance of adapting innovative strategies in higher education to improve the quality of teaching and learning.

Keywords: Flipped classroom, scientific skills, didactics, teachers in training, higher level.

Introducción

Las Ciencias Naturales juegan un papel relevante dentro del desarrollo socioeconómico de los países, porque son el foco de atención de los cambios radicales por los que está transitando la humanidad, por lo que su estudio se ha vuelto un desafío al ser un eje donde convergen muchas otras ciencias. En Panamá, la enseñanza de la ciencia y la tecnología ha sido considerada de gran importancia para el desarrollo social y económico. A través del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación PENCYT 2019-2024 (SENACYT, 2019), se enfatiza en el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia y en el fortalecimiento del recurso humano, como parte de las líneas estratégicas para la competitividad. La Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Panamá presenta, dentro de las ofertas académicas de pregrado, la carrera de Licenciatura en Educación Primaria, con un perfil profesional académico diseñado por competencias, actualizado para cumplir los requisitos del Modelo Educativo Académico de la institución (DIGEPLEU-UP, 2008). Entre las competencias profesionales más relacionadas con la formación en ciencia y tecnología, se establece que el egresado debe planificar y orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que favorezca el desarrollo del pensamiento lógico, creativo y crítico del estudiante en centros educativos unigrado y multigrado en la educación permanente del sistema formal y no formal. Para cumplir esta competencia, se contempla dentro del plan de estudio impartir el curso de Principios Básicos Ciencias Naturales (Bio 210), atendido por profesores de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, con el objetivo de ayudar al futuro docente a lograr ese desarrollo del pensamiento crítico y otras competencias científicas para

la enseñanza de las ciencias naturales en primaria. Por esta razón, el propósito principal de esta investigación fue implementar un método didáctico disruptivo, con enfoque constructivista, como es el método de la clase invertida (MCI) o *Flipped classroom* en su denominación en inglés, para el desarrollo de competencias científicas en los maestros en formación.

El tema de las competencias científicas podría desarrollarse en dos horizontes de análisis: el que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y el que se refiere a las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñarán. Sin duda, las competencias que caracterizan a unos y a otros no son excluyentes y tienen muchos elementos comunes, pero el segundo tipo de competencias interesa especialmente a la educación básica y media porque tiene relación con la vida de todos los ciudadanos (Hernández, 2005).

El MCI fue consolidado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams en 2007 en Estados Unidos, muchos años después que el físico Eric Mazur incursionara por primera vez en 1988 con la técnica *peer instructions* o instrucción entre pares. Este modelo se basa en modificar la estructura tradicional de las clases, haciéndola más cooperativa e interactiva, proponiendo el intercambio de las actividades que realiza el docente con sus estudiantes en clases y en casa, para trasladar las tareas o ejercicios que los estudiantes hacen en casa al momento de la clase con la tutoría del docente y realizar el estudio en casa, a través de clases interactivas con vídeos tutoriales y guías de aprendizaje diseñadas para una plataforma virtual educativa (Terrasa y Andreu, 2015).

Mediante el uso de Internet los alumnos acceden a los contenidos de la asignatura visualizándolos fuera del aula, normalmente a través de videos. Este recurso permite al alumno tener un primer contacto con los temas de la materia y en clase, los alumnos realizan tareas de producción: debates, consultas, prácticas, aprendizaje basado en problemas (ABP) entre otros. De este modo, se utilizan las clases presenciales en el aula para profundizar y trabajar los contenidos, mediante actividades dinámicas que fomenten el trabajo colaborativo.

Este modelo permite que el alumno pueda obtener información en un tiempo y lugar que no requiere la presencia física del profesor. Constituye un enfoque integral para incrementar el compromiso y la implicación del alumno, de manera que construya su propio aprendizaje, lo socialice y lo integre a su realidad. El aula invertida permite también, que el profesor dé un tratamiento más individualizado, logrando así los componentes básicos para el (Martínez Olvera et al., 2014).

Las bases pedagógicas que fundamentan el MCI son las propuestas para el enfoque constructivista sociocultural (Díaz Barriga y Hernández, 2010; González Gómez et al., 2017; Santiago y Bergman, 2018; Arráez Vera et al. 2018), ya que las actividades de aula se planifican con el propósito de incentivar el aprendizaje colaborativo y cooperativo. Otros autores como Vidal Ledo et al., (2016) y Andrade y Chacón (2018) concuerdan que el aula invertida se basa en el constructivismo sociocultural, ya que la actividad docente durante el proceso de instrucción queda definida y el profesor, con su orientación guía a los estudiantes en la medida que éstos asimilan los contenidos en la solución de diferentes tareas docentes según el tema que se aborde, de ahí que en este enfoque resulta importante destacar la interacción profesor-alumno como elemento esencial y el papel del que enseña como orientador del contenido para el logro de los objetivos previstos, lo que garantiza, en diferentes momentos del proceso docente, la actividad independiente del estudiante y el

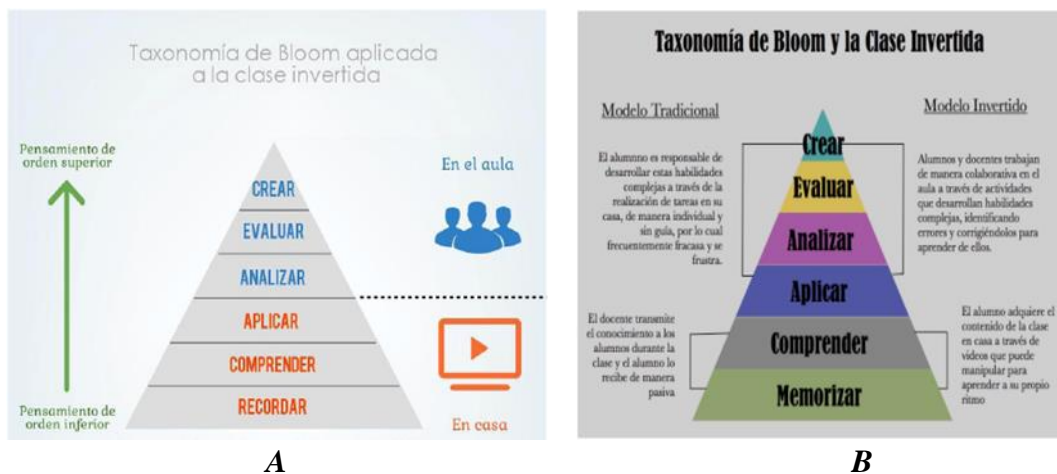
adecuado uso de los recursos de aprendizaje que aportan la internet y la web, lo que en última instancia permite la asimilación del contenido.

Taxonomía de Bloom modificada y el MCI

Como parte de los lineamientos del enfoque constructivista del modelo de la clase invertida, se destaca el desarrollo de los objetivos de aprendizaje a través de la Taxonomía de Bloom. Éste consiste en clasificar los objetivos del aprendizaje en cuanto al desarrollo de habilidades que están organizadas a modo de pirámide desde las más básicas hasta las más complejas (Galante, 2015; Melo y Sánchez, 2017). Originalmente el sistema de Bloom desarrollado en 1956 estaba descrito utilizando sustantivos y tenía un orden ligeramente diferente al que se utiliza ahora y que refleja las últimas revisiones actualizadas hecha a este modelo por Anderson y Krathwohl en el 2001 y Churches en el 2008 (Moreno y Cantos, 2017). La taxonomía de Bloom es considerada como el sistema más utilizado comúnmente para identificar y jerarquizar las habilidades que toda institución educativa debería desarrollar en sus alumnos.

Para comprender la relación entre la taxonomía de Bloom modificada y la MCI es importante recordar el objetivo de la clase invertida: invertir las actividades realizadas en el aula y en casa para facilitar el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior de manera colectiva con nuestros alumnos (Santiago y Bergman, 2018). En la figura 1 se presenta la modificación hecha a la taxonomía de Bloom por Anderson y Krathwohl en el 2001 (A) y (B) la adaptación de Santiago y Bergman (2018).

Figura 1. Modificaciones de la taxonomía de Bloom para la clase invertida.



Nota: (A) Modificación Anderson y Krathwohl en el 2001. (B) Adaptación Santiago y Bergman (2018).

Según la interpretación de los autores, el uso del MCI implica que las actividades que se realizan en casa son las que se ubican ahora en los niveles más bajos de la taxonomía de Bloom, mientras

que aquellas que requieren de mayor esfuerzo cognitivo se pueden realizar en la sala de clases con la orientación del profesor.

Dinámica educativa del MCI

Melo y Sánchez (2017) consideran que la clase invertida se refiere a un conjunto amplio de consideraciones curriculares dirigidas a aumentar la participación de los estudiantes, tanto fuera como dentro del aula. Además, la realización de actividades centradas en el estudiante favorece y atrae de forma más eficaz al proceso de aprendizaje, tales como pequeñas investigaciones o la resolución de problemas o casos prácticos, demostrándose el impacto muy positivo en el proceso de aprendizaje, especialmente en el aprendizaje de la ciencia (González Gómez et al. 2017).

Para que esta dinámica se lleve a cabo, diversas investigaciones han recomendado varias etapas antes, durante y después de la aplicación del MCI para que se obtengan mayores y mejores resultados (Tourón et al. 2014; Martínez Olvera et al. 2014; Vidal Ledo et al. 2016; González Gómez et al. 2017; Melo y Sánchez, 2017), pero no se ha establecido una secuencia didáctica clara del mismo. Sin embargo, algunos autores (Escamilla et al., 2014; Raffaghelli, 2017; Santiago y Bergman, 2018) concuerdan en que hay momentos importantes que se deben tener en cuenta al aplicar el MCI como método de enseñanza.

Concepto de competencias científicas: definición y dimensiones

La teorización acerca de las competencias científicas, en las ciencias naturales, señala que se establecen a partir de observaciones de la naturaleza y el uso de métodos de análisis, modelos o teorías que, para ser válidos, deben ser sometidos a verificación experimental. Esto obliga necesariamente a formular planteamientos concretos y a analizar los datos de manera crítica (Torres et al., 2013). Pero, con esta premisa de análisis formal del conocimiento científico se debe interpretar que el ciudadano común debe tener elementos importantes para comprender aspectos inherentes a fenómenos naturales y sacar de ellos interpretaciones concretas. En este contexto, se ha definido el *conocimiento de la ciencia* como el conocimiento del mundo natural, a través de las principales disciplinas científicas, esto es, la física, la química, la biología, las ciencias de la Tierra y del espacio y las tecnologías con base científica. Por su parte, el *conocimiento acerca de la ciencia* hace referencia al conocimiento de los medios (investigación científica) y las metas (explicaciones científicas) de la ciencia (OCDE, 2017).

Por otra parte, algunos autores indican que la competencia científica se interpreta como una unidad que define el pensamiento científico como la capacidad de comprender los procesos de lo real, manejar el lenguaje de la ciencia de manera oral y escrita, dominar el lenguaje especializado de la ciencia, criticar las teorías de los demás y las propias, complementado con el trabajo en equipo (Chona Duarte et al., 2006; Alvarado Argueda et al., 2015; Goytía et al., 2015).

Definiciones de competencia científica

El tema de las competencias científicas podría desarrollarse en dos horizontes de análisis: el que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y el que se refiere a las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñarán. Sin duda, las competencias que caracterizan a unos y a otros no son excluyentes y tienen muchos elementos comunes, pero el segundo tipo de competencias interesa especialmente a la educación básica y media porque tiene relación con la vida de todos los ciudadanos (Hernández, 2005).

Los datos aportados por estudios regionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (OCDE, 2017) y el Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE, 2015) de la UNESCO, para el aprendizaje de las Ciencias Naturales, indican un bajo rendimiento en los contenidos y destrezas logrados en esta asignatura. Si bien estos resultados no proceden de pruebas académicas formales, sino de evaluaciones de los estándares mínimos en base a los objetivos educativos de los países miembros, por medio de un análisis de los currículos de las áreas evaluadas, dan las pautas para adoptar decisiones y políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos, principalmente en ciencia y tecnología (TERCE, 2015).

Según algunos autores, estas debilidades ocurren debido al limitado trabajo de procesos cognitivos y volitivos para el desarrollo de competencias científicas, a las prácticas de aula influenciadas por el positivismo que buscan el conocimiento objetivo y acumulativo, lejos de las tendencias actuales de la construcción del conocimiento científico y evidencia del predominio de una concepción tradicional centrada en la transmisión de información y el aprendizaje memorístico (García y Ladino, 2008; Castro, 2012; Torres, et al. 2013).

Dentro de las diversas definiciones sobre el concepto competencia científica presentada por diversos autores (Hernández, 2005; Chona Duarte et al., 2006; García y Ladino, 2008; Fernández-López, 2011; Castro, 2012; Alvarado Argueda et al., 2015; Benarroch y Núñez, 2015; Franco-Mariscal, 2015; Goytía et al., 2015; Caño y Burgoa, 2017), fue elegido para esta investigación la definición que se publicó para el proyecto del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA siglas en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico que se describe así: “La capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él” (OCDE, 2017, p.25), más precisamente entendida como la “habilidad de comprometerse con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas científicas, como ciudadano reflexivo (Caño y Burgoa, 2017, p.9).

Este constructo de competencia científica en PISA se proyecta como el conjunto de capacidades que sería esperable que una alumna o alumno científicamente competente desarrolle a lo largo de su vida, sean personas científicas o no, para que se conviertan en ciudadanos informados y críticos del conocimiento científico

Teniendo en cuenta la exposición de Rebollo Bueno (2010), con relación a las comparaciones de las definiciones del concepto de competencia científica, se escogió esta definición expuesta para el proyecto PISA 2015 (Caño y Burgoa, 2017) por las siguientes razones didácticas: es aceptado como un término que representa las metas de la educación en ciencias que son aplicables a todos los

estudiantes, sugiriendo la gran amplitud y el carácter aplicado que tiene como objetivo la educación en ciencias. Además, representa un continuo que engloba tanto el conocimiento científico como las habilidades científicas asociadas a la investigación en ciencias e incorpora una multiplicidad de dimensiones, incluyendo las relaciones entre la ciencia y la tecnología.

Metodología

La investigación se llevó a cabo con estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio. 210) de la Licenciatura en Educación Primaria en la Facultad de Ciencias de la Educación, específicamente con una muestra aleatoria simple (MAS) de 88 estudiantes del Campus central y Centro Regional de San Miguelito (CRUSAM) y Centro Regional de Panamá Oeste (CRUPO) de la Universidad de Panamá en donde se atiende el curso durante el segundo semestre académico del año 2019.

Los estudiantes que participaron en esta intervención educativa conocieron sobre la finalidad, los riesgos, los beneficios y confidencialidad de la investigación; ya que, mediante un informe de consentimiento informado, se les indicó que su participación era una decisión libre y no forzada.

En función a los objetivos planteados, la investigación fue experimental, transeccional, descriptiva y exploratoria, ya que es un tema poco estudiado (Hernández Sampieri et al., 2014) que buscaba identificar las competencias de referencia del programa internacional PISA 2015, escogidas para esta investigación, con miras para el mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales, a través de una pre y post-prueba de conocimientos, para luego interpretar el desarrollo de las mismas en el aula y en los contextos significativos de los discentes objeto de estudio, después de la intervención educativa con el MCI.

Se diseñaron dos instrumentos para esta investigación, basados en los objetivos planteados. Los instrumentos utilizados fueron revisados para su coherencia y validez de contenido por el método de juicio de expertos en el Centro Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología (CIMECNE) de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología y para la fiabilidad se llevó a cabo una prueba piloto (Supo, 2014) durante el segundo semestre 2017 con un grupo de 26 estudiantes del curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210), quienes dieron su consentimiento informado, voluntario y anónimo para la participación en dicho proceso. Para el análisis de datos de la prueba piloto, se siguió el enfoque de análisis de consistencia interna de los ítems, a través del cálculo de los coeficientes de Alpha de Crombach (Hernández Sampieri et al. 2014).

Instrumento 1. Pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas de PISA 2015

Este instrumento estuvo dividido en dos partes: la primera, relacionada con los datos generales básicos con la finalidad de ubicarse en el contexto del estudiantado de las sedes visitadas; mientras que en la segunda parte se formularon 30 preguntas, divididas en tres áreas relacionadas con los temas académicos tratados para esta investigación: Método científico, bases químicas de la vida y la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.

Se utilizó el programa sintético por competencias del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) y se seleccionaron los temas académicos contemplados para el Módulo 1: Orígenes y bases químicas de la vida. Para las competencias científicas de PISA 2015 se seleccionó la dimensión conocimiento que incluía los aspectos conceptual, procedimental y actitudinal (Caño y Burgoa, 2017).

Instrumento 2. Cuestionario para el nivel de satisfacción del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales a través de la clase invertida

Se adaptó el cuestionario sobre la satisfacción de la enseñanza por el MCI para competencia de González Gómez et al. (2017), utilizando la escala tipo Likert para determinar el nivel de satisfacción de los participantes en la intervención educativa, con una ponderación de 1 para insatisfecho, 2 para indiferente y 3 para satisfecho.

Se utilizó el reactivo matemático de Estimador de Satisfacción Estudiantil para calcular el índice de satisfacción de los estudiantes a nivel superior, en donde los resultados se comparan con una escala de valoración de 1 a 5, siendo 1 totalmente insatisfecho y 5 totalmente satisfecho. Sánchez Quintero (2018).

Implementación del MCI

Para la intervención educativa se procedió a dividir los grupos en control y experimental, esto en cada una de las 3 sedes educativas (Campus Central, CRUSAM y CRUPO), con un número de participantes voluntarios en cada grupo. Los estudiantes del grupo control, fueron aproximadamente la mitad en cada caso.

Para llevar a cabo el MCI, se usaron dos formas de interactividad y conectividad: la primera descrita a través de una plataforma educativa gratuita de aprendizaje *Schoology*®, para los estudiantes que contaban con dispositivos electrónicos como las computadoras personales, tabletas o teléfonos móviles con conexión a internet; y la segunda alternativa descrita por Suárez Lantarón (2017) con la aplicación *WhatsApp* para los estudiantes que expresaron su limitación en el manejo de plataformas educativas, pero contaban con teléfonos inteligentes (*smartphone*) para acceder al material de estudio y vídeos educativos.

El uso de plataformas educativas como *Schoology*® permitió generar un mayor interés por parte de los alumnos, esto debido a que día a día están más familiarizados con las herramientas digitales en lugar de los métodos convencionales. Al integrar el uso de las tecnologías digitales y móviles es posible tener un acceso remoto a la información que se encuentra disponible para el alumno en todo momento (Montelongo y Barraza, 2018). El contenido contemplado para esta investigación se seleccionó del programa sintético del curso que consistió en los temas método científico, teorías sobre la aparición del agua sobre la tierra, bioelementos y biomoléculas orgánicas y la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos. Todos los temas se trabajaron a través de vídeos educativos propios que promovían el autoaprendizaje y la colaboración para el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

Se siguió el esquema de trabajo para el MCI según Pasmíño Cruzatti (2014) con las etapas descritas para antes, durante y después del trabajo individual y grupal. El material usado para la intervención fue colocado en la plataforma *Schoology*, con los vídeos educativos, propios o de otros recursos de los temas de estudio individual en casa y las preguntas de estudio. Para los estudiantes que no contaban con ordenadores, se utilizó los grupos de WhatsApp para enviar los vídeos, el material y las preguntas de estudio. Durante la clase presencial, los alumnos trabajaron diversas técnicas de aprendizaje motivadoras como la técnica justo a tiempo (*just time*), instrucción entre pares (*peer instruction*) desarrolladas por Eric Mazur y el aprendizaje colaborativo (ApreCol) recomendadas para el MCI (González Gómez et al., 2017; Instituto Profesional de Chile, 2017).

Además, durante las sesiones presenciales se realizaron las prácticas diseñadas para tratar los temas en grupo, de acuerdo con los tiempos destinados para los mismos y la evaluación formativa de éstos. Se realizaron plenarias para compartir el trabajo realizado grupalmente y con la investigadora, para hacer las aclaraciones que se consideren recomendables. Durante la fase de implementación, se aplicaron las pruebas formativas correspondientes a cada tema, luego de realizadas las prácticas presenciales.

Evaluación de la intervención educativa

En cada grupo intervenido con el MCI, se discutieron las ventajas y desventajas del uso del MCI como metodología disruptiva para la enseñanza de las ciencias naturales y se aplicó el cuestionario para el nivel de satisfacción de la enseñanza a través de la clase invertida. La post-prueba de conocimientos para el desarrollo de competencias científicas y los datos obtenidos fueron sistematizados para el análisis estadístico respectivo.

Resultados y discusión

A continuación, se describen y analizan los resultados, según cada instrumento aplicado antes y después de la intervención educativa para una muestra de 88 estudiantes participantes. Hay que destacar que la muestra de estudiantes no fue constante.

Pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas de PISA 2015.

Para el diagnóstico del contexto del estudiantado, se tomaron los datos de la primera parte del Instrumento 1 (tabla 1).

Tabla 1

Datos generales de los participantes según sede universitaria (Campus central, Centro Regional Universitario de San Miguelito y Centro Regional Panamá Oeste)

Sede	Sexo		Colegio de procedencia				Trabajo actual		Trabaja como docente primaria		Tipo de Bachillerado						Acrónimo Stem y aplicación		Manejo de entornos virtuales ofimática		
	F	M	O	P	Sí	No	Sí	No	1	2	3	4	5	6	Sí	No	Ptf	MiOf	ViEdA		
Campus central	3	1	32	3	5	30	3	32	15	13	4	5	0	1	0	35	3	35	20		
CRUSAM	3	2	30	2	7	25	2	30	7	12	1	7	0	0	0	32	2	32	15		
CRUPO	2	0	19	2	7	14	3	18	8	10	1	4	0	0	0	21	2	21	10		
Total	5	3	81	7	19	69	8	80	30	35	6	6	0	1	0	88	7	88	45		
Porcentaje	9	3	92	8	22	78	10	90	34	40	7	1	0	1	0	10	8	100	51		
	7											8			0						

Nota:

Colegio de procedencia: O: Oficial; P: Particular

Tipo de Bachillerato: 1- Ciencias o ciencias con énfasis; 2-Comercio o Comercio con énfasis; 3-Pedagógico; 4-Humanístico; 5-Agropecuario; 6-Bellas Artes

Manejo de entornos virtuales: PtfE (Plataforma Educativa), MiOf (Microsoft Office), ViEdA (Vídeo Educativo para aprendizaje).

De lo anterior se evidencia que la muestra de estudiantes estuvo compuesta por un 97.7% de sexo femenino y un 3% masculino (tabla 1), confirmando la tendencia registrada en la Universidad de Panamá de un aumento en la matrícula del grupo femenino (DIGEPLEU-UP, 2018). Con respecto al criterio laboral de los estudiantes participantes, el 22% de éstos afirmaron que trabajaban mientras estudiaban y de ese grupo que manifestó actividades laborales, el 10% confirmó que se desempeñaban como docentes de educación primaria o inicial. Este hecho lleva a suponer que un estudiante universitario en jornada diurna que tenga compromisos laborales aumenta el grado de ansiedad y desconcentración en las actividades en aula o fuera de ella, impidiendo un desarrollo adecuado del estudio individual que debe realizarse como parte del MCI. Vargas Ríos (2010) encontró una relación directa de afectación entre el grado de ansiedad de los estudiantes y el rendimiento académico, indicando que la falta de concentración es promovida ante una situación de varios compromisos que enfrenta el individuo, como lo son el trabajo formal o informal. En nuestro estudio, encontramos que los estudiantes trabajadores no cumplían con la revisión de material en casa, afectando el trabajo en presencial colaborativo en clases.

Con relación al manejo de entornos virtuales de aprendizaje y ofimática, la totalidad de los estudiantes seleccionados en las sedes visitadas informaron haber usado y conocer los programas ofimáticos de Microsoft Office, principalmente los programas Word, Power Point y Excel. Sin embargo, apenas un 8 % de los estudiantes indicaron que conocían y habían usado alguna plataforma educativa para el aprendizaje y un 51% de los participantes los videos educativos como

metodología de enseñanza por parte del personal docente que atendió en otros cursos. Hay que destacar que, aunque el MCI involucra un manejo adecuado de los entornos virtuales, el docente que opta por utilizar esta estrategia didáctica no se ve limitado en llevar a cabo la enseñanza del contenido planteado, ya que según algunos autores (González Gómez et al., 2017) se pueden adaptar de otros recursos digitales para impartir las clases, como son las nubes informáticas *Google drive*, *One drive*, *Dropbox* o *ICloud*, entre las más conocidas, los dispositivos móviles con mensajería asincrónica, para que las sesiones fuera del aula sean desarrolladas por los estudiantes y realizar un adecuado trabajo colaborativo durante las horas presenciales.

En la segunda parte del Instrumento 1, los datos se basaron en las pruebas de conocimiento relacionada con las tres áreas de los temas académicos tratados para esta investigación: Método científico, bases químicas de la vida y la célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos y las competencias científicas PISA 2015. Véase la tabla 2.

Tabla 2

Comparación de los resultados en las pruebas de conocimiento basadas en los temas del programa sintético por competencias del curso Bio 210 y en las competencias científicas PISA 2015, antes y después de la intervención educativa con el MCI, según sede visitada.

SEDE	n	Control				Experimental			
		Pre	Post	AC	RC	Pre	Post	AC	RC
CAMPUS	30	$\bar{x}=8.6 \pm 3.8$	$\bar{x}=16.7 \pm 4.9$	4	11	$\bar{x}=10.3 \pm 3.0$	$\bar{x}=22.8 \pm 4.8$	12	3
CRUSAM	28	$\bar{x}=8.5 \pm 4.9$	$\bar{x}=16.4 \pm 4.9$	5	10	$\bar{x}=10.5 \pm 2.9$	$\bar{x}=22.7 \pm 4.9$	10	3
CRUPO	21	$\bar{x}=9.1 \pm 3.7$	$\bar{x}=19.3 \pm 6.1$	3	7	$\bar{x}=10.6 \pm 2.9$	$\bar{x}=24.2 \pm 3.7$	9	2
Total	79	$\bar{x}=8.7 \pm 4.1$	$\bar{x}=17.5 \pm 5.3$	12	28	$\bar{x}=10.5 \pm 2.9$	$\bar{x}=23.2 \pm 4.5$	31	8

Nota. AC: Aprobados control; RC: Reprobados control; AE: Aprobados experimental; PE: Reprobados experimental.

El análisis de los datos estadísticos descriptivos en esta sección indicó que el valor promedio de las calificaciones en la pre-prueba, obtenidas por los estudiantes del grupo control de Campus, CRUSAM y CRUPO fue de 8.6 ± 3.8 , 8.5 ± 4.9 y 9.1 ± 3.7 respectivamente. En este grupo control de las tres sedes visitadas, la calificación más baja obtenida en la prueba fue de 3 puntos de 30 y la más elevada fue de 15 puntos de 30. Con respecto al grupo experimental de las tres sedes, la calificación media de la pre-prueba fue 10.3 ± 3.0 , 10.5 ± 2.9 y 10.6 ± 2.9 puntos para Campus, CRUSAM y CRUPO respectivamente, siendo 6 puntos la calificación más baja y 16 puntos la calificación más alta. Para los resultados de la post-prueba, luego de la intervención y aplicado el instrumento 1, se encontró que los estudiantes de Campus obtuvieron en valor promedio 22.8 ± 4.8 puntos, los estudiantes de CRUSAM, un valor de 22.7 ± 4.9 puntos y las estudiantes de CRUPO un valor promedio de 24.2 ± 3.7 . Considerando los criterios de evaluación de todo el curso y los valores de promoción establecida por la Universidad de Panamá, un total de 12 estudiantes del grupo control y 31 estudiantes del grupo experimental de las tres sedes aprobaron la prueba de conocimientos basada en competencias científicas.

Para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental de las sedes estudiadas, en relación con el desarrollo de competencias

científicas cognitivas finales, se aplicó el test t-Student de dos colas con un 95% de confiabilidad y se encontró que valores de las pruebas obtenidas por los estudiantes del grupo experimental de las tres sedes fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) que los valores de las pruebas obtenidas por los estudiantes del grupo control.

Estos resultados se aproximan a los obtenidos por otras investigaciones relacionadas con la propuesta de la clase invertida como metodología de enseñanza. Por ejemplo, Cornacchione y Barbagallo, (2014) describen los resultados obtenidos por sus estudiantes en un curso de Cálculo elemental, ofrecido para todas las carreras de ingenierías en la Universidad Católica de Argentina. Estas docentes investigadoras indican que, los grupos atendidos mejoraron significativamente cuando se siguió una metodología invertida como método de instrucción y las competencias científicas y digitales presentadas por los estudiantes, se reforzaron a través de la metodología. Al igual que en esta investigación, se comprobó que los alumnos realizaron un cambio de rol, dejando la postura de observador, para adoptar el de protagonista de su aprendizaje.

Otras evidencias investigativas que apoyan la efectividad de la modelo de clase invertida la encontramos en González Gómez et al. (2017), que señalan que al aplicar la metodología de clase invertida o flipped classroom, se mejoró de forma significativa el rendimiento académico teórico-práctico de los estudiantes de la carrera en Educación Primaria de la Universidad de Extremadura, España. Estos investigadores comentaron que una metodología invertida les permitía organizar de forma más eficaz su tiempo y marcar un ritmo de aprendizaje adecuado a cada situación/ estudiante. Por otro lado, Hernández-Silva y Tecpan Flores (2017) y Flores et al. (2020) indican que, si bien se observa una mejoría en las calificaciones de los estudiantes, es necesario disponer de un mayor número de estudios para poder establecer unas conclusiones adecuadas.

Un aspecto relevante en la realización de esta investigación fue la desmotivación y el desinterés observado al inicio de la intervención educativa hacia los contenidos científicos por parte de los estudiantes participantes, ya fueran del grupo control o grupo experimental de las sedes visitadas. Se observó en esta investigación que la formación académica del tipo de bachillerato obtenido para ingresar a la carrera en Educación Primaria pudiera estar relacionada con esta actitud (Tabla 1), ya que un 40% de los participantes manifestaron poseer títulos de bachillerato en comercio o comercio con algún énfasis, comparado con el 34% de bachillerato en ciencias y el 18% de bachillerato humanístico (tabla 1).

Bajo esta perspectiva, varios autores han exteriorizado que, a nivel de educación media y superior inicial, el descontento y el poco interés por temas con competencias científicas por los estudiantes va en aumento, observándose una imagen y valoración negativa de la ciencia y su enseñanza (Solbes, 2011; Solbes et al., 2007; Esteve y Solbes, 2017). Otros resultados encontrados por Oliva Martínez y Acevedo Díaz (2005) y Hasni y Postvin (2015) argumentan que el desinterés por los contenidos científicos está ligado con los métodos de enseñanza de las ciencias transmisiva, basada en explicaciones magistrales en la pizarra, el libro de texto y sin aplicación de problemas argumentativos que promuevan el pensamiento crítico. Por esa razón, observamos que durante la intervención educativa hubo un aumento en el desarrollo de las competencias científicas promovidas por la enseñanza de las ciencias naturales a través del MCI, ya que estos autores sostienen que las propuestas de enseñanza activas con métodos que permitan a los estudiantes establecer vínculos entre lo aprendido en la escuela y su vida cotidiana, pueden ayudar a aumentar el interés de los alumnos por el estudio de las Ciencias.

Nivel de satisfacción del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales a través de la clase invertida

Para comprobar el nivel de satisfacción del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales a través de la clase invertida, se aplicó el cuestionario sobre la satisfacción de la enseñanza por el MCI para competencia, adaptado de González Gómez *et al.* (2017), con el cual se compararon los resultados según las sedes.

De acuerdo a los datos obtenidos (tabla 3), se observó que un 63.3% (P1) de los estudiantes Campus Octavio Méndez Pereira (Facultad de Educación) manifestaron estar satisfechos con la posibilidad de utilizar entornos virtuales accesibles con los temas del curso en vez de tener una clase tradicional presencial. Sin embargo, los estudiantes de los Centros Regionales Universitarios de San Miguelito (CRUSAM) y Panamá Oeste (CRUPO) indicaron estar insatisfechos (57.2% y 71.4% respectivamente) con esta experiencia. Observamos un mayor desinterés en los estudiantes del CRUSAM en revisar el material de estudio, argumentando que el tiempo de dedicación para el estudio individual sin la compañía o guía de un docente le era muy complicado. Estos resultados se comparan mucho con los obtenidos por Arráez Vera *et al.* (2018) que indican que la presencia del docente parece resultar indispensable para a la asimilación de los contenidos, ya que cuando el maestro en formación se enfrenta al aprendizaje en solitario se siente desconectado. Otro aspecto que consideramos haya influido en la insatisfacción de revisar video-lecciones con contenido científico, pudo ser el manejo de vocabulario científico en los temas tratados para las ciencias naturales, ya que el 71.6% de los estudiantes participantes indicaron proceder de bachilleratos no científicos (tabla 1), aspecto que Gairín *et al.*, (2009) pone en evidencia desde la formación, en las áreas científicas de maestros en ejercicio.

Tabla 3.

Nivel de satisfacción del proceso enseñanza y aprendizaje a través del modelo de la clase invertida según sede.

	Niveles de satisfacción	Campus Central <i>n=30</i>			CRUSAM <i>n=28</i>			CRUPO <i>n=21</i>		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
P1	Me gustó la posibilidad de utilizar entornos virtuales accesibles con los temas del curso en vez de tener una clase tradicional presencial.	10	1	19	16	4	8	15	1	5
P2	Prefiero la clase tradicional en lugar de tener trabajos activos y grupales en clases como los que se desarrollaron durante las clases de aula invertida.	11	0	19	13	1	14	14	0	7
P3	El uso de vídeos-lecciones me permite aprender el material de estudio en cualquier momento, más eficazmente que hacer las lecturas en solitario.	8	2	19	3	0	25	4	1	16
P4	Aprendí más cuando utilicé el modelo de clase invertida (vídeo-lecciones, lecturas cortas y aprendizaje activa en clases) en comparación con el método tradicional expositivo.	8	0	22	5	0	23	5	0	16
P5	Me sentía desconectado sin un profesor presente durante la revisión de vídeo-lecciones o actividades virtuales.	12	0	18	12	2	14	5	0	16
P6	La discusión en grupos colaborativos durante las clases presenciales facilitó mi proceso de aprendizaje de los temas tratados.	4	0	26	4	0	24	0	2	18
P7	Haber contado y revisado vídeo-lecciones antes de las clases presenciales me ha ayudado a completar las actividades de clase presenciales con más confianza.	8	0	22	4	0	24	4	0	17
P8	Con las clases invertidas reforcé otras competencias (capacidad para organizar y planificar el tiempo, autoaprendizaje, capacidad de comunicación oral y escrita, habilidades en el uso de las TIC)	4	2	24	4	0	24	4	0	17
P9	Haber contado con vídeo-lecciones y actividades en clases de los temas estudiados ha contribuido a alcanzar un mejor desarrollo de competencias científicas.	4	0	26	3	2	23	4	1	16
P10	Mi satisfacción con la experiencia educativa planteada para el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales fue:	4	1	25	3	0	25	2	1	18

Nota: 1=Insatisfecho; 2=Indiferente; 3=Satisfecho (Gómez González et al., 2017).

Los datos obtenidos de satisfacción por parte de los estudiantes destacan que el desarrollo de actividades colaborativas durante las sesiones presenciales, como parte del trabajo de la clase invertida, fue palpable en las tres sedes: 86.6% en CAMPUS, 85.7% en CRUSAM y 85.7% CRUPO; indicando que prefieren participar en clase a través de la realización de trabajos activos y grupales que una clase tradicional (P6).

Con relación con el material proporcionado a través de los medios tecnológicos utilizados (plataforma Schoology o WhatsApp), un 83.7% del alumnado en las tres sedes consideran que aprendieron más a través de la revisión de videos-lecciones que haciendo lecturas de los temas. Sin embargo, esta información contrasta con la insatisfacción suministrada por los estudiantes de las tres sedes (49.5%) relacionada con el sentirse desconectado sin un profesor presente durante la revisión de vídeo-lecciones o actividades virtuales (P5). Esta observación nos permite suponer que el acompañamiento docente lo consideraron de gran importancia para el desarrollo del estudio de los temas científicos suministrados. En cuanto a sentirse satisfechos de reforzar otras competencias a través del MCI, un 69% considera que la metodología les ayudó a superar y reforzar otras competencias genéricas. Arráez Vera et al. (2018) concluyeron en su estudio sobre la satisfacción de la metodología de la clase invertida que consideraban haber tenido algunas limitaciones, como fue concentrarse únicamente en la satisfacción de los alumnos con respecto a su experiencia con la metodología de la clase invertida y no cotejarlo con la evaluación de los rendimientos académicos conseguidos tras la implementación de esta metodología. En nuestro estudio, si pudimos realizar esta comparación en las tres sedes visitadas por el hecho haber llevado a cabo la aplicación de pruebas de conocimiento antes y después de los temas de ciencias naturales propuestos y observamos que la aceptación de la metodología fue complementada con los óptimos resultados de dichas pruebas.

Por último, se analizó el índice de satisfacción propuesto por Sánchez Quintero (2018), como una medida para comparar el nivel de satisfacción entre los grupos estudiados. La escala utilizada es valorada de 1 a 5, utilizando la fórmula $I^c = M-1/K-1$, en donde M es la suma ponderada del número de estudiantes multiplicado por cada calificación otorgada a cada pregunta y K es el número de opciones de respuesta de las distintas preguntas formuladas a los estudiantes.

De esta forma, se encontró que las preguntas con mayor índice de satisfacción que manifestaron los estudiantes se encontraron en las preguntas 6 y 7 (Tabla 3) y la aseveración de menor índice de satisfacción que indicaron los estudiantes estuvo relacionada con la pregunta 5. Hay que destacar que las implicaciones educativas que involucran a la metodología de la clase invertida, conlleva una extensa preparación del material y vídeos proporcionado por el docente para garantizar el aprendizaje de sus estudiantes (González Gómez et al. 2017; Raffaghelli, 2017; Arráez Vera et al. 2018; Andrade y Chacón, 2018) pero se valora mucho el grado de compromiso por parte del estudiante para el logro de su propio aprendizaje, como indican los estudios para el aprendizaje activo, como en otras metodologías en donde se aplica las competencias científicas y tecnológicas (Acevedo et al., 2017; Campusano y Díaz, 2017).

En esta investigación observamos que, aunque los discentes estuvieron de acuerdo en participar de esta actividad y se comprometieron con esta metodología desde el primer día de clase, no se logró mantener a la totalidad de la muestra seleccionada en las sedes visitadas, presentándose egresos de estudiantes de los grupos experimentales en las tres sedes. La razón de esta falta de compromiso por parte de los estudiantes puede estar relacionada, como indica Arráez Vera et al. (2018), al tipo de material utilizado, pues según estos autores es menos probable que los estudiantes participen en actividades previas a la clase que carecen de interactividad o conectividad, ya que no proporcionan mecanismos de retroalimentación formativa y no están vinculados coherentemente con la clase presencial.

Conclusiones

El análisis de las observaciones hechas en esta investigación nos permite derivar algunas conclusiones de los procesos y situaciones que se dieron en este estudio sobre la implementación del modelo de la clase invertida para el desarrollo de competencias científicas en docentes de primaria en formación, se trató de descubrir los elementos positivos y negativos que inciden en el desarrollo de este importante y novedoso modelo didáctico para el curso de Principios Básicos de Ciencias Naturales.

Concluimos que el modelo de la clase invertida contribuyó al desarrollo de competencias científicas del curso Principios Básicos de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Universidad de Panamá de manera significativa ($p < 0.05$).

El nivel de satisfacción en los estudiantes que participaron del curso de Principios de Ciencias Naturales (Bio 210) de la Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá, después de la intervención educativa con el MCI fue significativamente favorable con relación a la metodología propuesta ($p < 0.05$).

El tipo de bachillerato que presentaron los estudiantes participantes de la investigación, relacionado con áreas comerciales pudo influir en el desempeño académico durante la intervención académica para lograr las competencias científicas propuestas.

La falta de conectividad e interactividad con las redes informáticas que se observó durante la intervención pudo haber influido en el trabajo solicitado a los participantes, disminuyendo su motivación por el aprendizaje individualizado.

El tiempo de ejecución de la intervención educativa con el MCI debió ser mayor de 8 sesiones propuestas para obtener una mejor pertenencia y apropiación del proceso por parte de los estudiantes participantes.

Se recomienda que los docentes que utilicen el MCI como una estrategia metodológica deberán elaborar una guía de didáctica adecuada que describa los objetivos para realizar las actividades, antes, durante y después de las sesiones con los estudiantes. Esta guía se entregará con anticipación tanto a los estudiantes como al personal de apoyo.

Los docentes deberán conocer la conectividad con que cuenten sus estudiantes y la institución educativa para garantizar un adecuado uso de la metodología y los docentes que opten por el uso del modelo de clase invertida deberán capacitarse en los detalles que implican su uso, como es el grabar las clases en videos con un tiempo no mayor de 8 minutos para el estudio individualizado, con preguntas de estudio incorporadas para su discusión en las clases presenciales.

Referencias

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. del M., y Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista Científica*, 30(3), 155–166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>.
- Alvarado Argueda, A., Salas, R., Zúñiga, A., León, G. y Torres, M. (2015). *Las competencias científicas y los modelos de enseñanza en el proceso de aprendizaje de Biología, Física y Química: el caso de dos grupos de la secundaria costarricense*. Editorial ReDIE. <https://www.researchgate.net/publication/292996515>
- Andrade, E. y Chacón E. (2018). Implicaciones teóricas y procedimentales de la clase invertida. *Pulso*, 41, 251-267. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6742360.pdf>.
- Arráez Vera, G., Lorenzo Lledó, A., Gómez Puerta, M. y Lorenzo Lledó, G. (2018). La clase invertida en la educación superior: percepciones del alumnado. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, 1, 155- 162. http://www.infad.eu/RevistaINFAD/OJS/index.php/IJODAEP/article/view/1197/1047_144
- Benarroch, A. y Núñez, G. (2015). Aprendizaje de competencias científicas versus aprendizaje de contenidos específicos. Una propuesta de evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, 33 (2), 9-27. <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293263/381763>
- Campusano, K., Díaz C. (2017). *Manual de estrategias didácticas: orientaciones para su selección*. Ediciones INACAP. <http://www.inacap.cl/web/2018/documentos/Manual-de-Estrategias.pdf>
- Caño Carreiro, A. y Burgoa Etxaburu, B. (2017). *PISA: Competencia Científica. I. Marco y análisis de los ítems*. Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa. https://isei-ivei.euskadi.eus/c/document_library/get_file?uuid=35e2983a-7b45-4fb3-943d-b5d8dc459b4a&groupId=635622
- Castro, A. (2012). Docentes Vs Estudiantes. Contradicciones en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Interamericana de Investigación Educación y Pedagogía* 1, 1-22.
- Chona Duarte, G., Arteta Vargas, J., Martínez, S., Ibáñez Córdoba, X., Pedraza, M. y Fonseca Amaya, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *TEA*, 20, 62-79. <https://www.researchgate.net/publication/315113999>
- Cornacchione, A., y M. Barbagallo. (2014). La clase invertida: el alumno protagonista de su aprendizaje. Actas de las X Jornadas de Material Didáctico y Experiencias Innovadoras en Educación Superior. <https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/1021.pdf>
- Díaz Barriga, F., G. Hernández R. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Dirección General de Planificación y Evaluación Universitaria. (2008). *Modelo Educativo y Académico de la Universidad de Panamá*. https://www.up.ac.pa/sites/default/files/2021-08/Modelo_Educativo.pdf
-

- Dirección General de Planificación y Evaluación Universitaria. (2018). *Boletín informativo 91*. Universidad de Panamá.
- Escamilla, J., B. Calleja, É., Villalba, E., Venegas, K., Fuerte, R. y Z. Madrigal (2014). *El aprendizaje invertido*. *Edu Trends*. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/redutrends>
- Esteve, A., y Solbes. J. (2017). El desinterés de los estudiantes por las ciencias y la tecnología en el bachillerato y los estudios universitarios. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, N.º Extraordinario, 573-578. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334628>.
- Fernández-López, L. (2011). Los proyectos de investigación del alumnado y las competencias básicas y científicas. En Jiménez Aleixandre, M. *Cuaderno de indagación en el aula y competencia científica*. OMAGRAF S.L.
- Flores, L. G., Veytia Bucheli, M. G., y Moreno Tapia, J. (2020). Clase invertida para el desarrollo de la competencia: uso de la tecnología en estudiantes de preparatoria. *Revista Educación*, 44(1), 1-30. <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i1.36961>
- Franco-Mariscal, A.J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 231-252.
- Gairín Sallán, J., Sanmartí, N. , Armengol, C. , Marbà A. y Talabera M. (2009). La enseñanza de las ciencias en el sistema educativo panameño. MEDUCA-SENACYT. https://www.senacyt.gob.pa/wp-content/uploads/2014/03/Ense%C3%B1anza-Ciencias-Panam%C3%A1-09-vd_GAIRIN.pdf
- Galante, L. (2015). *Taxonomía de Bloom y Clase Invertida*. [Infografía]. Inevery Crea. <http://ineverycrea.mx/comunidad/ineverycreamexico/recurso/infografia-taxonomia-de-bloom-y-clase-invertida/51107677-88cc-416a-a43c-75edc8c12365>
- García, G., y Ladino, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas* 3(3),7-16.
- González Gómez, D., Jeong, J. S., Cañada Cañada, F. y Gallego Picó, A. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo «Flipped»: Propuesta de instrucción para estudiantes del Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35 (2), 71-87. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v35-n2-gonzalez-jeong-et-al>
- Goytía, E., Besson, I., Gasco, J., y Doménech J. (2015). Evaluar habilidades científicas. Indagación en los exámenes. ¿Una vía para cambiar la práctica didáctica en el aula? *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 79, 1-11. <https://www.researchgate.net/publication/280881159>
- Hasni, A., Potvin, P. (2015). Student's Interest in Science and Technology and its relationships with Teaching Methods, Family Context and Self-Efficacy. *International Journal of*
-

Environmental and Science Education, 10(3), 337-366.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1069261.pdf>

Hernández, C.A. (octubre 11 de 2005). *¿Qué son las “competencias científicas”?* [Ponencia]. Foro Educativo. Nacional. Colombia
https://www.acofacien.org/images/files/ENCUENTROS/DIRECTORES_DE_CARRERA/I_REUNION_DE_DIRECTORES_DE_CARRERA/ba37e1_QUE%20SON%20LAS%20COMPETENCIAS%20CIENTIFICAS%20-%20C.A.%20Hernandez.PDF

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista, L.P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª. Ed). McGraw-Hill-Educación.

Hernández- Silva, C. y Tecpan Flores, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos XLIII* (3), 193-204. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v43n3/art11.pdf>

Instituto Profesional de Chile. (2017). *Ficha para implementar y evaluar metodología aula invertida (flipped classroom)*. [Infografía] Instituto Profesional de Chile
<https://www.ipchile.cl/wp-content/uploads/2021/04/6-ficha implementar evaluar metodologia clase invertida.pdf/>

Martínez Olvera, W., I. Esquivel G., J. Martínez C. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: Origen, Sustento e Implicaciones. En I. Esquivel, (Coord). *Los Modelos TecnoEducativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*. (143-160). Universidad Veracruzana.
https://www.researchgate.net/publication/280301257_Los_Modelos_TecnoEducativos_revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_XXI

Melo, L. y Sánchez, R. (2017). Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología flipped classroom para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. *Revista Educación Química*, 28 (1), 30-37. <http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/63889>

Montelongo, G. y A. Barraza. (2018). *Aula invertida. Un proyecto para optimizar el tiempo*. Editorial Instituto Universitario Anglo Español. Universidad Pedagógica de Durango.

Moreno, C., Cantos, F. (2017). *Aplicación del flipped classroom en un aula de educación primaria* [Tesis de postgrado. Universitat Jaume I]. Repositorio UJI.
http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/169648/TFG_2017_MorenoMartinez_Celia.pdf?sequence=1

Oliva Martínez, J.M. y Acevedo Díaz, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2 (2), 241-250.
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3923/3490>.

Pasmíño Cruzatti, I. (2014). *Planificación de la clase invertida*. EdiTeka.
https://www.academia.edu/28489498/Planificaci%C3%B3n_de_la_Clase_Invertida?auto=download

- OCDE (2017). *PISA 2015. Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. OCDE. https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en#page4
- Raffaghelli, J. (2017). Does Flipped Classroom work? Critical analysis of empirical evidences on its effectiveness for learning. *Form@re - Open Journal Per La Formazione in Rete*, 17(3), 116–134. <https://doi.org/10.13128/formare-21216>
- Rebollo Bueno, M. (enero de 2010). *Análisis del concepto de competencia científica: definición y sus dimensiones*. [Conferencia en congreso] I Congreso de Inspección de Andalucía: Competencias básicas y modelos de intervención en el aula, Andalucía, España. <https://docplayer.es/13152878-Analisis-delconcepto-de-competencia-cientifica-definicion-y-sus-dimensiones-rebollo-buenommanuel.html>
- Sánchez Quintero, J. (2018). *Satisfacción estudiantil en educación superior: validez de su medición*. Universidad Sergio Arboleda. <https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1027/SATISFACCI%c3%93N%20ESTUDIANTIL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Santiago, R. y J. Bergman (2018). *Aprendizaje al revés. Flipped Learning 3.0 y metodologías activas en el aula*. Paidós Educación. https://www.researchgate.net/publication/327040344_Aprender_al_reves_Flipped_Classroom_30_y_Metodologias_activas_en_el_aula
- Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). (2019). Plan estratégico nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá 2019-2024. <https://www.senacyt.gob.pa/pencyt-2019-2024-2/>
- Solbes, J., Montserrat, R., Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* 21, 91-117. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2475999.pdf>.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 53-61.
- Suárez Lantarón, B. (2017). WhatsApp como herramienta de apoyo a la tutoría. *Revista de Docencia Universitaria* 15(2), 193-210. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6276894.pdf>.
- Supo, J. (2014). *Cómo validar un instrumento. Guía para validar un instrumento en 10 pasos*. Bioestadístico EIRL.
- Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (TERCE) (2015). *Análisis Curricular*. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/ UNESCO). <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002275/227501s.pdf>
- Terrasa Barrena, S. y Andreu García, G. (2015). *Cambio a metodología de clase inversa en una asignatura obligatoria*. [Conferencia] Actas del simposio-taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación. Universitat Oberta La Salle, Andorra. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/77480#:~:text=Adaptarse%20al%20nuevo%20car>
-

%C3%A1cter%20de%20nuestros%20estudiantes%20implica,acad%C3%A9mico%20en%20la%20Universitat%20Polit%C3%A8cnica%20de%20Val%C3%A8ncia%20%28UPV%29.

Tourón, J., Santiago, R. y Díez, A. (2014). *The Flipped Classroom: Cómo convertir la escuela en un espacio de aprendizaje*. Grupo Océano. <https://www.theflippedclassroom.es/libros/>

Torres, A., Mora, E., Garzón, F. y N. Ceballos. (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas. un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales. *Tendencias XIV* (1),187-215. <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/4453237.pdf>

Vargas Ríos, G. (2010). *Relación entre el rendimiento académico y la ansiedad ante las evaluaciones en los alumnos del primer año de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana: ciclo 2009-I*. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1684/Vargas_rg.pdf?sequence=1 155

Vidal Ledo, M., N. Rivera M., N. Nolla C., I. Morales S., M. Vialart. (2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Educación Médica Superior*. 30(3), 678-688.