

Vol. 24, 2022/e04

El aula invertida en la mejora de la calidad del aprendizaje en un posgrado en Administración¹

The Flipped Classroom in Improving the Quality of Learning in a Graduate Program in Administration

Edgar Oliver Cardoso Espinosa (*) <https://orcid.org/0000-0001-7588-9439>

(*) Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Comercio y Administración, México
(Recibido: 10 de febrero de 2020; Aceptado para su publicación: 4 de agosto de 2020)

Cómo citar: Cardoso, E. O. (2022). El aula invertida en la mejora de la calidad del aprendizaje en un posgrado en Administración. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 24, e04, 1-15. <https://doi.org/10.24320/redie.2022.24.e04.3855>

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la efectividad de la metodología del aula invertida en la mejora de la calidad del aprendizaje en competencias matemáticas de estudiantes de un posgrado en Administración. Se empleó la metodología cuantitativa con un diseño cuasiexperimental integrado por tres fases: pretest, experiencia y posttest. Los resultados principales evidenciaron incrementos en el aprovechamiento matemático y se halló una diferencia significativa entre el grupo experimental (en el que se implementó el aula invertida) y el grupo de control (en el que se llevó el método tradicional). La conclusión fue que la metodología del aula invertida favorece en mayor medida la calidad del aprendizaje del alumnado con respecto a la metodología tradicional en la relevancia, utilidad y calidad de la formación recibida.

Palabras clave: aula invertida, aprendizaje, competencias matemáticas, alumnado, posgrado

Abstract

The objective of this research was to determine the effectiveness of the flipped classroom methodology in improving the quality of learning of mathematical competencies among students of a graduate program in administration. The study employed a quantitative methodology with a quasi-experimental design in three phases: pretest, experiment, and posttest. The main results showed increases in mathematical achievement, and a significant difference was found between the experimental group (in which the flipped classroom was applied) and the control group (which followed the traditional method). The research concludes that the flipped classroom methodology is of greater benefit to the quality of student learning than traditional methods of teaching, in terms of the relevance, usefulness and quality of education received.

Keywords: flipped classroom, learning, mathematical competencies, student body, postgraduate

¹ Artículo realizado en el marco del proyecto SIP20200768 *Evaluación del impacto de la formación académica de los posgrados en Administración*, financiado por el Instituto Politécnico Nacional.

I. Introducción

La educación superior del siglo XXI necesita reinventarse para desarrollar en el alumnado capacidades tales como solución de problemas complejos, pensamiento crítico, creatividad, colaboración, inteligencia emocional, toma de decisiones, negociación y flexibilidad cognitiva. Además, una competencia integral orientada hacia el pensamiento computacional definida como los procesos cognitivos hacia la formulación de problemas con una estrategia de resolución caracterizada por organizar y analizar datos mediante abstracciones como modelos y simulaciones para automatizar soluciones mediante el pensamiento algorítmico (Mendoza, 2019).

Del mismo modo, la globalización ha establecido a las Instituciones de Educación Superior (IES) que la formación de sus egresados sea de calidad, y éstos son valorados en función del nivel de capacidades que manifiestan en las organizaciones para hacer frente a las problemáticas del sector laboral (Coronado y Estévez, 2016; Mercado et al., 2016; Núñez y González, 2019).

Por tanto, para que el alumnado adquiera las capacidades que le permitan desenvolverse en el ámbito profesional es necesario transitar de una enseñanza centrada en el profesor a una en el estudiante (Silva y Maturana, 2017). Lo anterior propiciará que la formación del alumno a nivel posgrado alcance aprendizajes permanentes integrando los conocimientos previos con experiencias significativas durante el trayecto escolar cuyas actividades fomenten la colaboración, la reflexión, el análisis y la argumentación sobre los contenidos en una asignatura con el apoyo de las TIC debido a que han crecido en la era digital, por lo que interactúan en un ambiente comunicacional basado en la interactividad en forma instantánea (Biggs, 2008; García et al., 2012; Oblinger y Oblinger, 2005; Rodríguez, 2018).

1.1 La formación del capital humano en el nivel posgrado

Al reconocerse al capital humano como el principal factor estratégico que promueve ventajas comparativas en las organizaciones es prioritario que su formación sea de calidad, por lo que se requieren profesionales capacitados en diversas áreas de conocimiento que posibiliten la producción y transferencia de conocimientos, así como la inserción de innovaciones que promuevan la competitividad del país (Rodríguez, 2018).

Para conseguirlo, el posgrado necesita realizar cambios en la práctica docente para incorporar procesos de innovación apoyados con el uso de las TIC como recursos de apoyo en la formación del estudiantado para brindar mayor oportunidad de éxito a los profesionales que egresen (Carangui et al., 2017); por lo que es relevante llevar a cabo estudios sobre las estrategias didácticas en este nivel educativo a fin de potencializar su impacto a nivel nacional (Valdés et al., 2013).

En posgrado sigue siendo relevante la formación de las competencias matemáticas debido a su papel fundamental en el desarrollo (tanto de los países como de las personas), por lo que su desempeño y experiencias de aprendizaje se han constituido en objeto de estudio tanto a nivel internacional como nacional por la diversidad de sus aplicaciones que presentan en la ciencia, tecnología, ingeniería, biología, medicina, ciencias sociales y humanidades (Dove y Dove, 2015; Hoyles et al., 1999; Ogden, 2015; Petrillo, 2016; van Sickle, 2016).

A partir de lo anterior, una formación matemática tiene como eje central la solución de problemas, los cuales son situaciones complejas que implican una identificación y análisis para luego proponer una estrategia de solución (Leikin y Pitta-Pantazi, 2013; Mevarech y Kramarski, 2017). Así, las situaciones que requieren el empleo de las matemáticas en el siglo XXI es diferente al modelo tradicional tanto en el contenido, construcción y contextos por lo que el proceso para resolverlos es distinto debido al ambiente de incertidumbre y competitividad de las organizaciones, lo cual implica “un nuevo conjunto de capacidades relacionadas con el manejo y análisis de datos, la producción asistida por computadora, simulación en línea, programación, mantenimiento predictivo y similares” (Ynzunza et al., 2017, p. 17).

Por tanto, las capacidades matemáticas tienen que enfocarse a desarrollar en el alumnado el razonamiento, argumentación, comunicación, modelar, utilizar lenguaje y técnicas y métodos cuantitativos para determinar que un estudiante es matemáticamente competente (OECD, 2004; OECD, 2013).

1.2 La incorporación del aula invertida a nivel posgrado

Como alternativa para responder a las demandas del mundo globalizado, el profesorado ha estado abandonando el modelo tradicional con la finalidad de formar profesionales críticos, reflexivos y capaces de resolver problemas (Santos et al., 2019). Por su parte, Villa (2015) estableció que la relevancia de desarrollar la modelación matemática en el aula es convertirse en una capacidad hacia el análisis de los fenómenos del entorno en el cual se desenvuelven los individuos, esto posibilita el desarrollo de las competencias a partir de situaciones vinculadas al contexto y tiene un impacto positivo en la formación del alumnado (García-García y Rentería-Rodríguez, 2013).

Así, Blanco et al. (2012), Freeman et al. (2014), Al-Balushi y Al-Amri (2014) y Dole et al. (2016) establecieron la necesidad de emplear un enfoque didáctico innovador orientado a que los estudiantes posean un papel activo hacia la investigación de los contenidos de una asignatura desde sus conocimientos previos en un ambiente colaborativo, dando lugar a la introducción de metodologías didácticas activas con las TIC (Fernández, 2006; Silva y Maturana, 2017).

En el nivel posgrado el empleo de las metodologías innovadoras se enfoca hacia un aprendizaje activo para el desarrollo de los conocimientos disciplinares de las matemáticas y de la colaboración, pensamiento crítico, uso de TIC y autogestión, que en su conjunto permitirán enfrentarse a las situaciones del sector laboral (Ng y Lai, 2012; Ng et al., 2013). Así, las principales metodologías activas que se han diseñado e implementado son el análisis de casos, el Aprendizaje Orientado en Proyectos (AOP), Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), la gamificación y el Aula Invertida (Roig y Álvarez, 2019; Silva y Maturana, 2017).

El Aula Invertida o *Flipped Classroom* es una metodología orientada a la presentación del contenido mediante videos, audios o lecturas para revisión previa por parte del estudiante; mientras que las sesiones presenciales se enfocan en la realización de actividades cuyo fin es desarrollar las capacidades y el dominio del contenido en el alumno mediante la mediación docente (Schneider et al., 2013). Así, los estudiantes revisan conferencias en video antes de la sesión, mientras que la clase se dedica a ejercicios, proyectos o discusiones (EDUCAUSE, 2012), por lo que emplea diversos materiales educativos: el diseño de guiones o notas de contenido para guiar a los estudiantes; lecturas de libros de texto o artículos de revistas (Scott et al., 2016; Schroeder y Dorn, 2016; van Sickle, 2016; Wright, 2012).

Por tanto, es una metodología que combina tanto actividades previas como sesiones en clase en donde la mediación docente es de vital importancia para promover el aprendizaje de los alumnos (Abeysekera y Dawson, 2015; Dove y Dove, 2015; He et al., 2016; Jungi et al., 2015). Mientras que Chen et al. (2014) consideran que para optimizar el uso del aula invertida es necesario integrar las TIC incluyendo diversos materiales educativos, por lo que los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje al realizar actividades previas (como videos) antes de asistir a clases para participar en actividades grupales y abordar tareas contextualizadas en el salón. Ford (2015), Ichinose y Clinkenbeard (2016) y McBride (2015) han establecido que el aula invertida es una metodología innovadora susceptible de ser empleada en la educación matemática.

Por tanto, las ventajas del aula invertida según Akcayir y Akcayir (2018), Kwan et al. (2017), Ng (2018) y O'Flaherty y Phillips (2015) son: 1) generar una mayor participación de los estudiantes sobre todo a nivel posgrado. Además, si la revisión de los materiales se realiza fuera del aula, el tiempo de clase se utiliza para resolver problemas, actividades de colaboración y discusiones grupales, lo que aumenta el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje; 2) producir un aprendizaje significativo debido a que esta metodología se enfoca en promover el análisis, evaluación y fundamentación de propuestas de solución en lugar de memorizar solamente los temas y, 3) permitir a los estudiantes llevar un proceso de formación a su propio ritmo y tiempo cuando revisan los materiales previos a las sesiones presenciales.

Entre los estudios previos sobre el empleo del aula invertida en los procesos formativos del alumnado se encuentra el realizado por Akcayir y Akcayir (2018), cuyos principales resultados de aprendizaje fueron el logro de la satisfacción, compromiso y motivación destacando que la contribución pedagógica fue su flexibilidad (23%), lo mismo fue hallado en las investigaciones de He et al. (2016) y McDonald y Smith (2013) debido a que incorporaron el empleo de materiales de apoyo en línea antes de una clase, lo que permitió a los estudiantes aprender en cualquier momento y en cualquier lugar, lo que atrae especialmente a los que trabajan, como es el caso de quienes asisten a un posgrado.

Del mismo modo, González-Gómez et al. (2016) y Bergmann y Sams (2012) encontraron que los estudiantes tienen la alternativa de revisar los recursos de apoyo usando tecnología que normalmente está disponible antes y después de cada una de las sesiones del curso; e identificaron también que esta metodología permitió un aprendizaje individualizado (11%) y propició la motivación durante las clases por parte de los estudiantes (11%), aunado a que el 8% dijo estar mejor preparado antes de la clase. En sus estudios, Fautch (2015) y Hung (2015) indicaron que el aula invertida ayudó a los estudiantes a desarrollar mejores actitudes hacia las experiencias de aprendizaje y posibilitó la interacción estudiantes-estudiantes y estudiantes-docente, y se reconoce que este último se convierte en un facilitador para el aprendizaje de los contenidos (Bergmann y Sams, 2012; Gilboy et al., 2015). Por su parte, Jensen et al. (2015) concluyeron que las principales contribuciones del aula invertida son las actividades de aprendizaje activo en clase orientadas hacia la discusión y argumentación de los contenidos en un ambiente colaborativo, lo cual redundó en resultados positivos de aprendizaje aunado a que la principal ventaja de esta metodología es usar el tiempo de clase de manera más eficiente.

En su estudio, Mason et al. (2013) encontraron que los estudiantes de ingeniería se adaptaron en forma positiva a esta metodología indicando su preferencia por las actividades enfocadas a la discusión (38%), conformación de equipos para resolver un problema (31%), realimentación (28%), argumentación (28%) y trabajo colaborativo (11%). Además, 49% de los participantes reconoció que la incorporación de videos y lecturas fueron útiles para preparar la clase. Así, la principal conclusión fue promover el aprendizaje activo, siendo el aula invertida una metodología más efectiva que el enfoque tradicional. Sin embargo, este autor señaló la necesidad de llevar a cabo investigaciones a nivel posgrado para confirmar si esta metodología se puede implementar.

En la investigación realizada por Sergis et al. (2018) se determinó que el aula invertida no sólo influye en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, sino que propicia un nivel de satisfacción en la formación; los resultados indican que condujo a un aumento estadísticamente significativo en el aprovechamiento y determinaron su efectividad para incrementar el rendimiento del alumnado que enfrenta dificultades de aprendizaje con el método tradicional.

Por su parte, Lai y Hwang (2016) establecieron la importancia del aula invertida mediante la cual los estudiantes pueden monitorear su proceso personal de aprendizaje y evaluar sus estrategias en forma más adecuada. Asimismo, identificaron que esta metodología promueve la autoeficacia en el alumnado al recibir asesoría entre sus iguales. También se hallaron asociaciones directas entre el uso del aula invertida con el rendimiento, el logro de los objetivos de aprendizaje, el cumplimiento de tareas, gestión del tiempo y autorregulación del estudiantado; mientras Sánchez et al. (2019) encontraron que esta metodología presenta ventajas en el proceso formativo del estudiantado universitario, tales como una optimización del tiempo invertido en clase, mayor aprovechamiento, disposición al trabajo en equipo, la posibilidad de argumentar y comunicar ideas y propuestas, así como un incremento en la motivación.

En tanto, Kwan et al. (2017) determinaron que la mayoría de los cursos de matemáticas de aula invertida era de nivel licenciatura (84.7%); mientras que de secundaria y primaria sólo constituían el 9.7% y el 2.8%, respectivamente. Por su parte, Betihavas et al. (2016), Lo y Hew (2017) y Presti (2016) indicaron la necesidad de llevar a cabo investigaciones sobre los efectos de esta metodología a nivel posgrado en el área de matemáticas. De este modo, Naccarato y Karakok (2015) concluyeron que es necesaria la realización de estudios sistemáticos sobre el impacto del aula invertida en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En tanto, Silva y Maturana (2017) indicaron que se requiere que esta metodología cuente con experiencias sistematizadas y réplicas en otros contextos educativos.

II. Método

El objetivo del estudio fue determinar la efectividad de la metodología del aula invertida en la mejora de la calidad del aprendizaje del estudiantado de un posgrado en Administración en las competencias matemáticas.

La hipótesis nula (H_0) fue: la implementación de la metodología del aula invertida no permite una mejora significativa en la calidad del aprendizaje del alumnado de un posgrado en Administración. En tanto, la hipótesis alternativa (H_1) fue: la implementación de la metodología del aula invertida permite una mejora significativa en la calidad del aprendizaje del alumnado de un posgrado en Administración.

Con fundamento en Namakforoosh (2011), el tipo de investigación que se empleó fue una metodología cuantitativa con un alcance descriptivo. Asimismo, el diseño de la investigación fue cuasiexperimental empleando una prueba-posprueba con grupos intactos (Hernández y Mendoza, 2018). Este tipo de diseño es el más adecuado cuando se investiga una intervención didáctica si es eficaz o no en el aprovechamiento del alumnado, por lo que la estrategia de estudio comienza con una valoración inicial de los sujetos antes y después de un tratamiento en la variable seleccionada, por lo que el diseño cuasiexperimental está integrado por tres fases: pretest, experiencia y postest, cuyos resultados se analizan posteriormente mediante técnicas de contraste de hipótesis (Hernández et al., 2011).

Los sujetos del estudio fueron los estudiantes de un posgrado en Administración impartido por el Instituto Politécnico Nacional (IPN). El muestreo utilizado fue de tipo no probabilístico con el criterio por conveniencia, por lo que los seleccionados fueron los inscritos en el curso “Técnicas y modelos para la toma de decisiones”, asignatura impartida en el primer semestre de 2019 del Programa de Maestría en Ciencias en Administración de Negocios. Por tanto, se formaron dos grupos: el experimental con 22 estudiantes y el de control con 18 estudiantes. De esta manera se cumple con el criterio de un diseño cuasiexperimental “que establece que los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados” (Hernández y Mendoza, 2018, p. 173).

Los instrumentos empleados fueron dos cuestionarios enfocados en medir el aprovechamiento del alumnado al inicio del curso para identificar su nivel de logro en las competencias matemáticas, los cuales fueron considerados como el pretest y postest, respectivamente, usando una escala de 0 a 10. En la aplicación se explicó la relevancia del estudio y se garantizó la confidencialidad de la información proporcionada. Los dos instrumentos se sometieron a la prueba de validez de contenido a través del juicio de expertos a fin de determinar su grado de consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach, cuyos valores fueron de 0.835 para el primer cuestionario y de 0.815 para el segundo, por lo que fueron confiables debido a que sus valores fueron mayores a 0.70 (George y Mallery, 2003).

La estructura del primer cuestionario fue la siguiente: Medición de la calidad del aprendizaje matemático con ítems de valoración comprendidos de 0 (no desarrollada) hasta 10 (completamente desarrollada); los principales ítems se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Instrumento para la calidad del aprendizaje matemático

Dimensión	Ítem
Identificación de variables	Reconoce las variables de la situación administrativa
	Utiliza la nomenclatura matemática
Planteamiento y resolución de situaciones	Formula una estrategia de solución
	Emplea un modelo matemático
	Usa las TIC para la resolución de la situación
Comunicación	Interpreta adecuadamente los resultados
	Emplea tablas y gráficos para comunicar la propuesta

El segundo cuestionario se orientó a medir la utilidad de la metodología del aula invertida con ítems que se midieron a través de una escala que va de 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo); los ítems relevantes se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Instrumento sobre el aula invertida

Ítem	El aula invertida permitió que...
Relevancia	Los contenidos fueran importantes para mi formación matemática El uso de los recursos didácticos digitales fueran un apoyo para el aprendizaje matemático
Utilidad	Los temas sean útiles para mi desempeño laboral Se participara activamente en el curso Se fomentara el trabajo colaborativo
Calidad	La formación académica recibida sea de calidad

2.5 Experiencia didáctica y recopilación de la información

Al grupo experimental se le explicó la metodología del aula inversa: se describió la estrategia a seguir y se proporcionó el sitio de la plataforma institucional donde se llevaría a cabo la consulta de los materiales de apoyo del curso explicando la importancia de la revisión antes de cada una de las clases. Además, se indicó que las sesiones presenciales se enfocarían a la resolución de situaciones del entorno administrativo mediante la formulación y explicación de la estrategia respectiva para luego llevar a cabo la aclaración de dudas y conclusión de cada contenido a través de la mediación docente. Asimismo, se estableció la importancia de la participación y trabajo colaborativo para cada sesión presencial como un factor de éxito de esta metodología. Por su parte, al grupo control se le explicó cada uno de los temas de la asignatura mediante el método tradicional orientado a la explicación del docente con la ejemplificación respectiva para proceder a su aplicación a una situación del ámbito administrativo, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación entre el modelo tradicional y el modelo de clase invertida

Acción didáctica	Grupo experimental: Aula invertida	Grupo control: Tradicional
Presentación teórica de contenidos	Cada estudiante revisa el material de apoyo antes de asistir a la sesión	El docente explica cada tema en clase
Presentación de actividades de aplicación	La actividad de aplicación se presenta como texto en línea	El docente expone en clase ejemplos sobre la aplicación a partir de la teoría
Implementación	Cada equipo se reúne en clase para identificar y elaborar una propuesta	Cada estudiante resuelve un ejercicio de aplicación
Revisión de la actividad	Cada equipo realiza la exposición de su estrategia de resolución	El docente revisa individualmente la estrategia del estudiante
Participación	Cada equipo determina la conclusión del tema	El docente señala la conclusión sobre el contenido
Evaluación	Cada integrante participa en la evaluación del tema	El docente realiza la evaluación del tema

Un ejemplo sobre la programación temporal y su relación con los contenidos de la asignatura se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Ejemplo de programación temporal

Unidad temática	La programación lineal en las empresas
Objetivo	Emplear modelos de programación lineal para determinar la asignación de recursos escasos de una empresa
Contenidos	Identificación de variables Estimación del modelo Interpretación de resultados
Desarrollo y recursos didácticos digitales	<i>Actividades previas</i> El estudiante revisa antes de la sesión Artículo de investigación sobre el concepto y características Video sobre los usos del modelo de programación lineal en las empresas Ejemplo en hoja de cálculo sobre la formulación y estimación con Solver <i>Durante la sesión (3 horas)</i> Inicia con discusión dirigida para caracterizar al modelo de programación lineal por los alumnos Resolución de situación administrativa en equipos Elaboración de informe de resultados en plenaria
Evidencia de evaluación	Informe y comunicación de resultados
Evaluación	Rúbrica sobre la identificación de variables, estimación e interpretación del modelo

Al término del curso, en ambos grupos se aplicaron tanto el posttest como el cuestionario sobre su percepción de la metodología didáctica empleada: al grupo experimental acerca del aula virtual y al grupo control lo referente a la tradicional.

Una vez finalizada la aplicación de los instrumentos, la información recabada se organizó con el programa SPSS versión 25, en el cual se utilizaron tanto la estadística descriptiva como inferencial para llevar a cabo el análisis e interpretación de los resultados. Asimismo, se emplearon las pruebas estadísticas siguientes: Shapiro-Wilks a fin de identificar si la distribución de los datos correspondía a una de tipo normal, así como la prueba *t* de Student para muestras independientes para determinar la existencia o no de diferencias entre los dos grupos del estudio con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Se seleccionó esta prueba estadística para evaluar la hipótesis de la investigación debido a que los tamaños de las muestras fueron menores a 30 mediciones (Bernal, 2010).

III. Resultados

3.1 Resultados sociolaborales de los participantes del estudio

La distribución de los participantes por género fue la siguiente: el grupo experimental lo integraron 22 alumnos (68% mujeres y 32% hombres); y el de control lo conformaron 18 estudiantes (67% mujeres y 33% hombres). Con respecto a la edad, en el grupo experimental el promedio fue de 29.47 años y en el grupo control 27.85 años. En lo que concierne a la situación laboral de los participantes, se encontró que en el grupo experimental el 92% trabaja y el 90% de los sujetos del grupo control también.

Del mismo modo, los participantes reconocieron (el 85%) la relevancia de poseer un dominio sobre el desarrollo de las competencias matemáticas a nivel posgrado porque constituyen capacidades importantes para la toma de decisiones en las organizaciones que laboran. Asimismo, un 90% coincidió en que la formación matemática se enfocara hacia la resolución de situaciones empresariales que les permitieran formular, organizar estrategias y comunicar sus resultados como ejes fundamentales con ayuda de las TIC.

3.2 Resultados del estudio sobre la metodología del aula inversa

Como muestra la Tabla 5, se encontró que la valoración inicial de las competencias matemáticas en el estudiantado del posgrado en Administración realizado mediante el pretest, el grupo experimental obtuvo un mayor promedio con respecto al grupo control. Asimismo, en lo que respecta a las dimensiones de identificación de variables, planteamiento y resolución de situaciones matemáticas, así como la

interpretación y comunicación de resultados, el grupo experimental también obtuvo mayores puntuaciones con respecto al grupo control.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos por dimensión en el pretest de los grupos experimental y control

Dimensión	Experimental		Control	
	Media	DE	Media	DE
Identificación de variables	7.2	0.3	6.4	0.4
Planteamiento y resolución de situaciones	6.1	1.2	5.5	0.1
Comunicación	4.4	0.8	3.7	0.3
Total	5.9	0.8	5.2	0.3

Los resultados del posttest (como muestra la Tabla 6) indican que el grupo experimental obtuvo las mayores puntuaciones promedio en las tres dimensiones de las competencias matemáticas. También se halló que el grupo experimental obtuvo un mayor promedio con respecto al grupo de control.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos por dimensión en el posttest de los grupos experimental y control

Dimensión	Experimental		Control	
	Media	DE	Media	DE
Identificación de variables	9.7	0.5	8.3	1.1
Planteamiento y resolución de situaciones	9.3	1.1	8.2	1.4
Comunicación	9.5	0.5	7.8	2.3
Total	9.5	0.7	8.1	1.6

Del mismo modo, se encontró que en ambos grupos existieron incrementos en el aprovechamiento para cada una de las dimensiones del estudio, destacando que el grupo experimental tuvo mayores variaciones en su aprovechamiento.

Una vez finalizado el análisis estadístico descriptivo, la prueba de Shapiro-Wilks proporcionó como valores de 0.935 y 0.748 con un nivel de significación de 0.524 y 0.413, respectivamente, por lo que se concluye que su distribución es normal, lo cual permitió emplear la prueba paramétrica *t* de Student para grupos independientes, cuyos resultados se presentan en la Tabla 7.

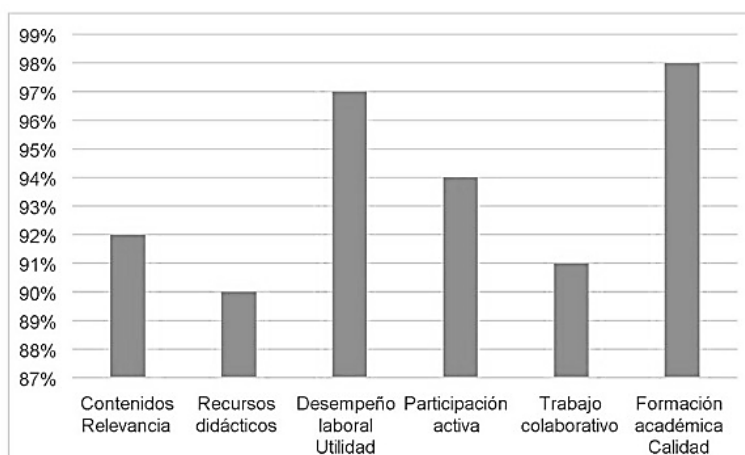
Tabla 7. Comparación de las medias entre los grupos experimental y control

Dimensión	Estadístico <i>t</i>	Probabilidad (<i>p</i>)
Identificación de variables	4.12	0.000
Planteamiento y resolución de situaciones	3.09	0.009
Comunicación	3.61	0.001
Total	3.60	0.001

Los resultados de la prueba *t* de Student determinaron la existencia de diferencias significativas para cada una de las dimensiones de las competencias matemáticas. Asimismo, en términos de puntuación promedio del aprovechamiento se presenta una diferencia estadísticamente relevante entre el grupo experimental y el grupo control, por lo que se concluye que la metodología del aula invertida favorece en mayor medida la formación de las competencias matemáticas con respecto a la metodología tradicional a nivel posgrado.

Una vez concluido el curso, se aplicó al alumnado el segundo instrumento orientado hacia la relevancia, utilidad y calidad de usar el aula invertida como metodología didáctica, cuyos resultados se muestran en la Figura 1.

Figura 1. Valoración de los estudiantes sobre el aula invertida



Los alumnos valoraron para la dimensión de relevancia que el aula invertida permitió en un 92% que los contenidos fueran importantes para la formación y 90% que los recursos didácticos fueran un apoyo para el aprendizaje. Para la dimensión de utilidad, 97% indicó que los temas son útiles para el desempeño laboral, 94% que lo motivó a la participación activa y 91% que fomentó el trabajo colaborativo. Para la dimensión de calidad, 98% reconoció que generó una formación de calidad.

IV. Discusión y conclusiones

Con respecto a los resultados de aprendizaje del estudiantado, el presente estudio confirma lo hallado por Jensen et al. (2015) en lo que refiere a que las principales contribuciones del aula invertida son las actividades de aprendizaje activo en clase orientadas hacia la discusión y argumentación de los contenidos en un ambiente colaborativo. Del mismo modo, se coincide con lo establecido tanto por Sergis et al. (2018) y Sánchez et al. (2019) en cuanto a que el aula invertida propicia un aumento estadísticamente significativo en el aprovechamiento del alumno que se manifiesta por una mejor calidad en su aprendizaje.

La investigación también permitió confirmar los hallazgos de Fautch (2015), Hung (2015), Lai y Hwang (2016) y Mason et al. (2013) en cuanto a que los estudiantes se adaptaron de forma positiva a esta metodología empleando actividades basadas en la discusión e integración de equipos (lo que posibilitó un ambiente de colaboración) para resolver situaciones del ámbito administrativo.

Otros resultados relevantes fueron la incorporación de los materiales de apoyo y la función del profesor en la metodología del aula invertida, en donde los participantes reconocieron su relevancia como guía durante la implementación de la asignatura, lo que coincide con lo investigado tanto por Bergmann y Sams (2012), Gilboy et al. (2015), He et al. (2016) y McDonald y Smith (2013). En este sentido, también los participantes del estudio reconocieron la relevancia de contar con dichos recursos de apoyo antes, durante y después de cada una de las sesiones del curso tal y como lo mencionaron previamente González-Gómez et al. (2016) y Bergmann y Sams (2012).

También se confirmó, desde la percepción del alumnado, la efectividad de utilizar la metodología del aula invertida en lugar del método tradicional, lo que coincide con lo establecido por Mason et al. (2013), Zainuddin y Attaran (2016) y Sánchez et al. (2019) respecto a una disposición a trabajar en equipo permitiendo la interacción con sus iguales. Por tanto, esta investigación brinda información relevante sobre los efectos de incorporar esta metodología a nivel posgrado en la asignatura de Matemáticas, por lo que cumple con lo establecido por Betihavas et al. (2016), Lo y Hew (2017) y Presti (2016), y genera un mayor aprovechamiento, como lo señalan Kwan et al. (2017).

Por tanto, la implementación del aula invertida a nivel posgrado promueve el desarrollo de las capacidades matemáticas establecidas por la OECD (2004), tales como el razonamiento, argumentación, modelar, utilizar lenguaje simbólico, técnicas y métodos cuantitativos, así como la importancia de interpretar y comunicar los resultados en el contexto en el que se desempeña el estudiante (OECD, 2013).

Los resultados de esta investigación permiten afirmar que la metodología didáctica del aula invertida es una estrategia útil e innovadora que permite el desarrollo de actividades que no sólo propician la formación de competencias matemáticas sino que implica el desarrollo de otras competencias, como el trabajo colaborativo, y la interacción con iguales empleando las TIC (Silva y Maturana, 2017). Por lo que se recomienda seguir integrando estas herramientas como apoyo en la formación de estudiantes de posgrado, como señalan Oblinger y Oblinger (2005) y García et al. (2012).

Así, con fundamento en lo establecido por Biggs (2008) y Rodríguez (2018), la integración de este tipo de metodologías didácticas a nivel posgrado propicia aprendizajes permanentes porque se promueve la construcción colaborativa de las competencias, integrando los conocimientos previos y generando experiencias significativas durante el trayecto académico. Por consiguiente, el empleo de la metodología del aula invertida en posgrado permite que el estudiantado identifique las aplicaciones de las matemáticas establecidas por Ynzunza et al. (2017) en cuanto a su contenido, construcción y contextos, lo que posibilita el desarrollo de capacidades relacionadas con el manejo y análisis de datos, la producción asistida por computadora, simulación en línea y programación que requieren las organizaciones. Por último, la investigación presenta como principales limitaciones: el área de conocimiento, la misma institución educativa y el tamaño de la muestra.

Referencias

Abeysekera, L. y Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: Definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research and Development*, 34(1), 1-14.

<https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>

Akcayir, G. y Akcayir, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*, 126, 334-345. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>

Al-Balushi, S. y Al-Amri, S. (2014). The effect of environmental science projects on students' environmental knowledge and science attitudes. *International Research in Geographical and Environmental Educational*, 23(3), 213-227. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.927167>

Bergmann, J. y Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Pearson.

Betihavas, V., Bridgman, H., Kornhaber, R. y Cross, M. (2016). The evidence for 'flipping out': A systematic review of the flipped classroom in nursing education. *Nurse Education Today*, 38, 15-21.

<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.12.010>

Biggs, J. (2008). *Calidad del aprendizaje universitario*. Narcea.

Blanco, P., Jové, M. C. y Reverter, J. (2012). Paradigma estratégico para el desarrollo de habilidades competenciales. Estudio descriptivo sobre la variabilidad en la percepción de habilidades competenciales de 40 alumnos de educación física en fase de formación inicial. *Educación XX1*, 15(2), 231-248.

<http://revistas.uned.es/index.php/educacionXX1/article/view/140/103>

Carangui, L., Cajamarca, O. y Mantilla, X. (2017). Impacto del uso de simuladores en la enseñanza de la administración financiera. *Innovación Educativa*, 17(75), 103-122.
<https://www.ipn.mx/innovacion/abstracts/ie-75/ie-75-a6.html>

Chen, Y., Wang, Y., Kinshuk y Chen, N. (2014). Is FLIP enough? Or should we use the FLIPPED model instead? *Computers & Education*, 79, 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.004>

Coronado, M. y Estévez, E. (2016). Pertinencia social de una universidad pública en México, desde la visión de estudiantes, empleadores y docentes. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 7(20), 172-189.
<https://www.ries.universia.unam.mx/index.php/ries/article/view/206/819>

Dole, S., Bloom, L. y Kowalske, K. (2016). Transforming pedagogy: Changing perspectives from teacher-centered to learner-centered. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(1), 1-11.
<https://doi.org/10.7771/1541-5015.1538>

Dove, A. y Dove, E. (2015). Examining the influence of a flipped mathematics course on preservice elementary teachers' mathematics anxiety and achievement. *Electronic Journal of Mathematics & Technology*, 9(2), 166-179.

EDUCAUSE. (2012). *7 things you should know about flipped classrooms*.
<https://library.educause.edu/resources/2012/2/7-things-you-should-know-about-flipped-classrooms>

Fautch, J. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: Is it effective? *Chemistry Education: Research and Practice*, 16(1), 179-186.

Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24, 35-56. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>

Ford, P. (2015). Flipping a math content course for pre-service elementary school teachers. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 25(4), 369-380.
<https://doi.org/10.1080/10511970.2014.981902>

Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H. y Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science engineering and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

García, I., Gros, B. y Escofet, A. (2012). La influencia del género en la cultura digital del estudiantado universitario. *Athena Digital: Revista de Pensamiento e Investigación Social*, 12(3), 95-114.
<https://doi.org/10.5565/rev/athenead/v12n3.1075>

García-García, J. y Rentería-Rodríguez, E. (2013). Resolver problemas y modelizar: un modelo de interacción. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(11), 297-333.
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/5653>

George, D. y Mallery, P. (2003). *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference*. Allyn y Bacon.

Gilboy, M., Heinerichs, S. y Pazzaglia, G. (2015). Enhancing student engagement using the flipped classroom. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(1), 109-114.
<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2014.08.008>

González-Gómez, D., Jeong, J., Airado, D. y Cañada-Cañada, F. (2016). Performance and perception in the flipped learning model: An initial approach to evaluate the effectiveness of a new teaching methodology in a general science classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 450-459.
<https://doi.org/10.1007/s10956-016-9605-9>

He, W., Holton, A., Farkas, G., y Warschauer, M. (2016). The effects of flipped instruction on out-of-class study time, exam performance, and student perceptions. *Learning and Instruction*, 45, 61-71. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.07.001>

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.

Hernández, R., Fernández, P. y Baptista, P. (2011). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.

Hoyles, C., Morgan, C. y Woodhouse, G. (1999). *Rethinking the mathematics curriculum*. Falmer Press.

Hung, H. (2015). Flipping the classroom for English language learners to foster active learning. *Computer Assisted Language Learning*, 28(1), 81-96. <https://doi.org/10.1080/09588221.2014.967701>

Ichinose, C. y Clinkenbeard, J. (2016). Flipping college algebra: Effects on student engagement and achievement. *Learning Assistance Review (TLAR)*, 21(1), 115-129. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1095785.pdf>

Jensen, J., Kummer, T. y Godoy, P. (2015). Improvements from a flipped classroom may simply be the fruits of active learning. *CBE-Life Sciences Education*, 14(1), 1-12. <https://dx.doi.org/10.1187%2Fcbe.14-08-0129>

Jungi, V., Kaur, H., Mulholland, J. y Xin, C. (2015). On flipping the classroom in large first year calculus courses. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(4), 508-520. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2014.990529>

Kwan, C., Foon, K. y Chen, G. (2017). Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: A synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review*, 22, 50-73. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.08.002>

Lai, C. y Hwang, G. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers y Education*, 100, 126-140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.05.006>

Leikin, R. y Pitta-Pantazi, D. (2013). Creativity and mathematics education: The state of the art. *ZDM International Journal on Mathematics Education*, 45(2), 159-166. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0459-1>

Lo, C. y Hew, K. (2017). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: Possible solutions and recommendations for future research. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(4), 8-15. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0044-2>

McBride, C. (2015). Flipping advice for beginners: What I learned flipping undergraduate mathematics and statistics classes. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 25(8), 694-712. <https://doi.org/10.1080/10511970.2015.1031300>

Mason, G., Shuman, T. y Cook, K. (2013). Comparing the effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom engineering course. *IEEE Transactions of Education*, 56(4), 430-435. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2249066>

McDonald, K. y Smith, C. (2013). The flipped classroom for professional development: Part I. Benefits and strategies. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 44(10), 437-438. <https://doi.org/10.3928/00220124-20130925-19>

Mendoza, J. (2019). Hoy tenemos el poder de la transformación del proceso educativo: Ana Lidia Franzoni Velázquez. *Docencia Politécnica*, 1(1), 10-12.

Mercado, P., Cernas, D. y R. Nava (2016). La Interdisciplinariedad Económico-Administrativa en la Conformación de una Comunidad Científica y la Formación de Investigadores. *Revista de la Educación Superior*, 45(177), 43-65. <https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.12.011>

Mevarech, Z. y Kramarski, B. (2017). *Matemáticas críticas para las sociedades innovadoras: el papel de las pedagogías metacognitivas*. OECD.

Naccarato, E. y Karakok, G. (2015). Expectations and implementations of the flipped classroom model in undergraduate mathematics courses. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(7), 968-978. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1071440>

Namakforoosh, J. (2011). *Metodología de la Investigación*. Limusa.

Ng, E. y Lai, Y. (2012). An exploratory study on using wiki to foster student teachers' learner-centered learning and self and peer assessment. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practices*, 11, 71-84.

Ng, E. (2018). Integrating self-regulation principles with flipped classroom pedagogy for first year university students. *Computers & Education*, 126, 65-74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.002>

Ng, E., Yuen, R. y Leung, W. (2013). Ready for 21st-century education – pre-service music teachers embracing ICT to foster student-centered learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 73, 240-245. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.02.047>

Núñez, K. y González, J. (2019). Perfil de egreso doctoral: una propuesta desde el análisis documental y las expectativas de los doctorandos. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(18), 161-175. http://dx.doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.604

Oblinger, D. y Oblinger, J. (2005). *Educating the net generation*. EDUCAUSE.

OECD (2004). *The PISA 2003 Assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Autor.

OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Autor.

O'Flaherty, J. & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85-95. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002>

Ogden, L. (2015). Student perceptions of the flipped classroom in college algebra. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 25(9-10), 782-791. <https://doi.org/10.1080/10511970.2015.1054011>

Petrillo, J. (2016). On flipping first-semester calculus: A case study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(4), 573-582. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1106014>

Presti, C. (2016). The flipped learning approach in nursing education: A literature review. *Journal of Nursing Education*, 55(5), 252-257. <https://doi.org/10.3928/01484834-20160414-03>

- Rodríguez, R. (2018). La educación superior del siglo XXI. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(79), 1015-1022. <https://www.comie.org.mx/revista/v2018/rmie/index.php/nrmie/article/view/1266>
- Roig, R. y Álvarez, J. (2019). Repercusión en Twitter de las metodologías activas ABP, Flipped Classroom y Gamificación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 79-96. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23272>
- Sánchez, E., Sánchez, J. y Ruiz, J. (2019). Percepción del alumnado universitario respecto al modelo pedagógico de clase invertida. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 11(23), 151-168. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m11-23.paur>
- Santos, J., Simoes, A. y Vieira, M. (2019). Innovative pedagogical practices in higher education: An integrative literature review. *Nurse Education Today*, 72, 12-17. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.10.003>
- Schneider, E., Froze, I., Rolon, V. y Mara, C. (2013). Sala de Aula Invertida en EAD: uma proposta de Blended Learning [Aula Invertida en la Educación a Distancia: una propuesta de Blended Learning]. *Revista Intersaberes*, 8(16), 68-81. <https://www.revistasuninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/view/499>
- Schroeder, L. y Dorn, B. (2016). Enabling and integrating online formative assessment in a flipped calculus course. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 26(6), 585-602. <https://doi.org/10.1080/10511970.2015.1050619>
- Scott, C., Green, L. y Etheridge, D. (2016). A comparison between flipped and lecture-based instruction in the calculus classroom. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 8(2), 252-264. <https://doi.org/10.1108/JARHE-04-2015-0024>
- Sergis, S., Sampson, D. y Pelliccione, L. (2018). Investigating the impact of Flipped Classroom on students' learning experiences: A self-determination theory approach. *Computer in Human Behavior*, 78, 368-378. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.08.011>
- Silva, J. y Maturana, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa*, 17(73), 117-131. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6070623>
- Valdés, A., Vera, A., Carlos, E. y Estévez, E. (2013). Perfiles de estudiantes de posgrado en ciencias e ingenierías en Sonora. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 22-39. <https://www.ries.universia.unam.mx/index.php/ries/article/view/89/352>
- van Sickle, J. (2016). Discrepancies between student perception and achievement of learning outcomes in a flipped classroom. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 16(2), 29-38. <https://doi.org/10.14434/josotl.v16i2.19216>
- Villa, J. (2015). Modelación matemática a partir de problemas de enunciados verbales: un estudio de caso con profesores de matemáticas. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 8(16), 133-148. <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.m8-16.mmppe>
- Wright, S. (2012). *Why I gave up flipped instruction*. <http://plpnetwork.com/2012/10/08/flip-love-affair/>
- Ynzunza, C., Izar, J., Bocarando, J., Aguilar, F. y Larios, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54, 33-45. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835>

Zainuddin, Z. y Attaran, M. (2016). Malaysian students' perception of flipped classroom: A case study. *Innovations in Education and Teaching International*, 53(6), 660-670.
<https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1102079>