

# EL MODELO AULA INVERTIDA COMO FACTOR DE MEJORA EN EL DESEMPEÑO ACADÉMICO DE UN CURSO DE CÁLCULO INTEGRAL

<sup>1</sup> Abraham Francisco Espinosa-Pat, [abraham.ep@progreso.tecnm.mx](mailto:abraham.ep@progreso.tecnm.mx)

\* Guadalupe Zimbrón-Pérez, [guadalupe.zp@progreso.tecnm.mx](mailto:guadalupe.zp@progreso.tecnm.mx)

## RESUMEN

El objetivo de este estudio es conocer el impacto en el desempeño académico en los estudiantes de la Ingeniería en Logística cursando la asignatura “Cálculo Integral” al emplearse las estrategias propias de la educación a distancia, durante la contingencia sanitaria por COVID-19.

El siguiente estudio es del tipo cuantitativo de corte cuasi experimental transversal y descriptivo para la diferencia de medias aritméticas entre dos grupos de estudiantes, con un nivel de significancia de 95% que nos permite analizar los resultados de aplicar el método de aula invertida con respecto a un curso de enseñanza convencional en la asignatura de cálculo integral.

Los resultados demuestran que existe diferencia significativa, por lo que se concluye que es posible obtener mejores resultados en el desempeño académico de los estudiantes cuando se emplea el método de aula invertida.

## PALABRAS CLAVE

B-learning  
Matemáticas  
Rendimiento académico

## ABSTRACT

The aim of this study is to know the impact of the academic performance on the students of Logistics Engineering studying “integral calculus” subject using the strategies of distance education, during the health contingency by COVID-19.

Quantitative type of cross-sectional and descriptive quasi experimental study for the difference of average between two groups of students, with a 95% significance level that allows analyze the results of applying the flipped classroom method respect to a traditional teaching course in the subject: calculus integral.

The results show that there is a significant difference, so it is concluded that better results are obtained in the academic performance of the student when the flipped classroom method is used

## KEYWORDS

B learning  
Math  
Performance academic

*Docente del Tecnológico Nacional de México, Campus Progreso. Universidad Santander, Campus Yucatán.  
Docente del Tecnológico Nacional de México, Campus Progreso. Universidad Autónoma de Yucatán.*

## I. INTRODUCCIÓN

Derivado de la pandemia por COVID-19, las instituciones educativas, en general, y las de educación superior (IES), en particular, establecieron estrategias específicas para acercarse a los docentes y estudiantes y, de esa forma, continuar con su labor educativa. La estrategia más utilizada fue el uso de plataformas digitales, como zoom o Google meet, con la finalidad de lograr un aprendizaje significativo y adecuado.

Una de las modalidades que se empleó para el aprovechamiento de las asignaturas impartidas a distancia, durante las primeras etapas de la contingencia sanitaria, fue “flipped classroom”, o aula invertida por su traducción al español, la cual propone que, antes de cada sesión, los alumnos tengan acceso al material de forma multimedia, ocupando el tiempo presencial con el aprendizaje puramente activo. En consecuencia, el canal que transmite la información teórica necesaria para el desarrollo de la asignatura admite diferentes formatos (slides, audio, video, podcast, tutoriales, etcétera), al tiempo que la organización y el tratamiento de la sesión puede llevarse a cabo a través de diversas y variadas fórmulas didácticas (discusión, colaboración, reflexión, entre otras), en función del estudiante y de su contexto de aprendizaje (García-Gil, 2019).

La metodología del aula invertida consiste en que los trabajos que antes se realizaban en casa, ahora se realicen en clase y a la inversa. El alumno recibe la información que debe aprender leyendo documentos, escuchando y viendo una explicación en video y tomando notas de lo que el profesor le transmite por los medios virtuales. La transmisión de conceptos por parte del profesor y la recepción de estos por los alumnos se sacan fuera del tiempo de clase y, el tiempo presencial en ella, se utiliza para la consolidación de conocimientos, interacción entre estudiantes y profesor para realizar actividades o proyectos (Fornons & Palau, 2016).

Es importante recalcar que este modelo de instrucción no consiste en un cambio tecnológico, sino que, únicamente aprovecha las nuevas tecnologías para ofrecer más opciones de contenidos a los estudiantes y, lo más importante, redefine el tiempo de clase como un ambiente centrado en el estudiante (Bergman & Sams, 2012).

El Tecnológico Nacional de México está constituido por 254 instituciones, de las cuales 126 son Institutos Tecnológicos Federales, 122 Institutos Tecnológicos Descentralizados, cuatro Centros Regionales de Optimización y Desarrollo de Equipo (CRODE), un Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET) y un Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). En el estado de Yucatán cuenta con siete campus ubicados en los municipios de Mérida, Conkal y Tizimín de tipo Federal y los ubicados en Progreso, Valladolid, Motul y Oxkutzcab, de tipo descentralizado (TecNM, 2019).

En el estado de Yucatán, durante el ciclo escolar 2021 - 2022, se atendió un total de 12,620 estudiantes, que representan el 14.62% del total del estado (ANUIES, 2022). Específicamente el campus ubicado en el municipio de Progreso, atendió a un total de 1260 estudiantes en los siete programas educativos de ingeniería que oferta.

Durante la contingencia sanitaria, la institución ha tenido tres modelos para la implementación de las cátedras: 1) clases en línea con apoyo de plataformas en línea como: edmodo, Google classroom o chamilo y de manera institucional moodle; 2) clases semipresenciales donde los alumnos de manera voluntaria asistían algunos días al instituto para tomar clases con los docentes y 3) sistema híbrido, en el cual los estudiantes acudían tres días a la semana a clases presenciales y los dos días restantes las clases eran en línea o bien con actividades en la plataforma institucional, Moodle.

Los planes de estudio de las ingenierías que oferta la institución se componen de dos tipos de asignaturas: las de ciencias básicas que incluyen temas relacionados con las matemáticas, física y química y que son generales para todos los planes de estudio y proporcionan al estudiante las competencias básicas e indispensables para sus estudios de ingeniería y también se encuentran las asignaturas de especialidad y que corresponden a aquellas que otorgan al estudiante las competencias propias de la actividad que desarrollará en el campo laboral, en varias ocasiones van ligadas con las asignaturas de ciencias básicas, pues requieren de dichas competencias para el desarrollo de las propias.

En tal sentido el objetivo del presente estudio es conocer el impacto en el desempeño académico de los estudiantes de la Ingeniería en Logística, cursando la asignatura “Cálculo Integral”, al emplearse las estrategias propias de la educación a distancia, durante la contingencia sanitaria por COVID-19.

## II. METODOLOGÍA

Se realizó un estudio descriptivo, con diseño cuasiexperimental transversal con dos grupos de la Ingeniería en Logística, pertenecientes a cohortes diferentes. El primer grupo cursó la asignatura durante el semestre 2021A (enero – julio) con un total de 33 estudiantes, 17 varones y 16 mujeres. El segundo grupo cursó la asignatura durante el semestre 2022A, con un total de 26 estudiantes, 12 varones y 16 mujeres.

El primer grupo recibía dos sesiones sincrónicas, a través de la plataforma zoom, Durante las sesiones se empleaban diapositivas de power point, con los temas, ejemplos y actividades correspondientes a la asignatura, para después presentar ejercicios a realizar durante las sesiones y al finalizar la misma se entregaban ejercicios adicionales para el estudio independiente del estudiante. La comunicación fuera de clase se realizaba a través de un grupo de trabajo en whatsapp.

El segundo grupo, cursó la asignatura de forma híbrida: en la modalidad virtual empleando las plataformas zoom y moodle y asistiendo a sesiones sincrónicas una vez a la semana. En la plataforma moodle se colocaban videos breves, previamente grabados por el catedrático donde se explicaban los conceptos previos y básicos a cada tema; además de incluir actividades de práctica que pusieran en juego dichos conceptos básicos y otras de estudio independiente para reforzar los conceptos anteriores y lo visto en las sesiones sincrónicas. La comunicación fuera de clase se realizaba a través de un grupo de trabajo en whatsapp.

Con la finalidad de comparar los resultados entre ambos grupos se emplearon las mismas actividades como evaluación formativa y sumativa. La evaluación formativa consistía en actividades sincrónicas y asincrónicas con ejercicios prácticos y de aplicación para cada tema visto en clase, además de la conformación del portafolio de evidencias por cada periodo evaluado. Por otra parte, la evaluación sumativa consistió en una prueba escrita con ejercicios prácticos y aplicativos.

Debido a la forma de trabajo, la evaluación sumativa del primer grupo en el cuarto periodo, consistió en una prueba escrita; mientras que el segundo grupo realizó un proyecto integrador multidisciplinario con los estudiantes de otras Ingenierías que cursaban la asignatura, el cual involucraba las aplicaciones del concepto de integral, específicamente el cálculo de volúmenes de sólidos de revolución.

Se aplicó diferenciación de medias para comparar la efectividad de las dos estrategias aplicadas: aula invertida vs metodología tradicional, utilizando un 95% de nivel de significancia. Se ha denotado con  $\mu_1$  para designar el valor de la media de aprovechamiento académico durante la aplicación de la metodología tradicional y con  $\mu_2$  para asignar la media

de aprovechamiento en la aplicación de la metodología de aula invertida.

Esta propuesta consiste en comparar las metodologías y determinar cuál metodología resulta más significativa para el aprendizaje de la asignatura en las muestras seleccionadas.

Con este propósito se han planteado las hipótesis en relación al parámetro estadístico –media aritmética–. La hipótesis nula hace referencia a la posibilidad que los valores de las medias sean iguales:

Esto significaría que el nivel de aprendizaje no depende de las metodologías utilizadas, por lo tanto, los resultados bajo las dos modalidades serían estadísticamente iguales. Mientras que la hipótesis alternativa hace referencia a la negación de la hipótesis nula: en este caso se plantea la posibilidad que las medias sean diferentes, se espera que el rendimiento académico bajo la metodología de aula invertida tenga mejores resultados, al compararse con el modelo tradicional o convencional.

Para el análisis de resultados se empleó el software IBM-SPSS Statics, que no es de uso libre, pero presenta resultados confiables (Castañeda, 2010).

## III. RESULTADO

Para un nivel de significancia del 95%, empleando la prueba t de student, se obtiene el análisis indicado en la tabla 1, obtenido con el software IBM-SPSS estadistic, por lo que se tiene evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (no hay diferencia entre las muestras) y aceptar la hipótesis alternativa (existe diferencia entre las muestras).

### Tabla 1.

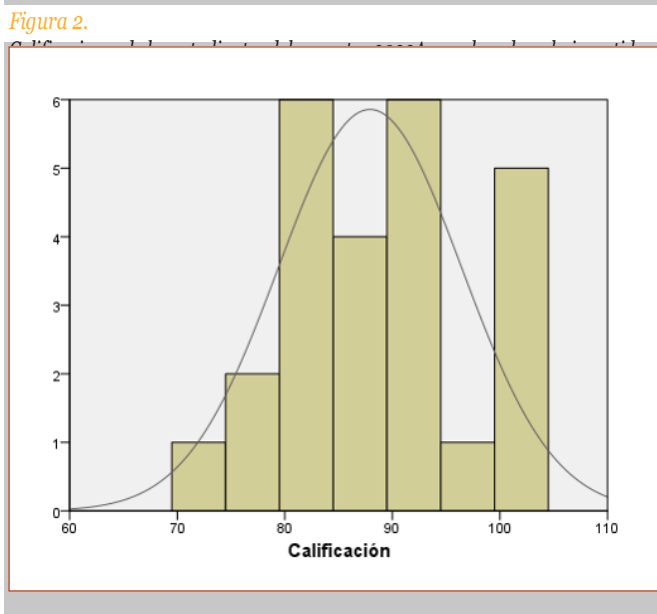
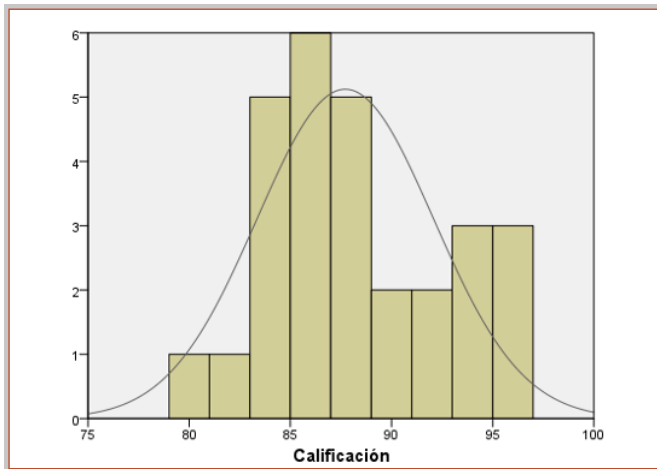
Resultados del análisis estadístico de datos del software IBM-SPSS estadistic.

	F	t	Grados de libertad	Diferencias de medias	Significancia	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales	13.365	-0.112	51	-0.206	0.001	1.829
Se asumen varianzas diferentes		-0.109	34	-0.206	0.004	1.892

Al obtener estos resultados podemos afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa es decir que se debe a factores diferentes a que ocurriera solamente por la casualidad y que existen factores que favorecen a uno de los métodos aplicados.

Del análisis estadístico se obtiene que el promedio de calificaciones para ambos grupos es similar ( $\mu_1=87.71 \pm 4.36$ ;  $\mu_2=87.92 \pm 8.51$ ). Las gráficas de distribución de ambas muestras se encuentran en las figuras 1 y 2; donde podemos observar que ambas tienen comportamiento normal, con sesgo hacia la derecha.

**Figura 1.**  
Calificaciones de los estudiantes del semestre 2021A, bajo un método tradicional



## VI. CONCLUSIONES

El análisis estadístico demostró evidencia significativa para una diferencia entre ambos métodos de trabajo de la asignatura, por lo que se asume que el método de aula invertida permite tener mejores resultados contra los obtenidos en un método tradicional en línea.

Al observar con detalle los resultados de los estudiantes, las calificaciones mejoraron y tuvieron un rango mayor, lo cual es favorable para el desarrollo de la asignatura. Lo anterior concuerda con Fornons y Palau (2016) quienes encuentran que los resultados cuantitativos en grupos de matemáticas mejoran al implementar el método de aula invertida.

De igual modo, Rojas-Celis y Cely-Rivas (2019) encuentran que el uso de la metodología de aula invertida en un curso de cálculo vectorial, evidenció una mejor en los procesos de aprendizaje autónomos, mayor nivel de comprensión de los contenidos y disminución en el porcentaje de reprobación (repetición) de la asignatura; resultados que también encontramos en nuestro estudio.

Un aspecto importante de señalar es el periodo de adaptación de los estudiantes al método, ya que como señalan Barros y Martínez (2018) se requiere de tiempo para la revisión de los materiales previos y la elaboración de las actividades que dichos materiales conllevan.

Concordamos con May-Cen, Mazún-Cruz y May-Cen (2016) en el sentido de que los materiales didácticos diseñados para impartir las asignaturas de Ciencias Básicas son de gran ayuda y aportan experiencia y practicidad tanto al estudiante como al docente; por ello la generación de videos cortos y ejercicios tipo quiz que se emplearon en la metodología de aula invertida, coadyuvan al desarrollo de la misma y nos permiten tener el resultado presentado en el presente estudio.

Ahora bien, posterior al confinamiento debido a la COVID-19, el regreso de los estudiantes a las aulas, y la sesiones sincrónicas presenciales, trae consigo nuevos retos y desafíos; sin embargo se considera que implementar las estrategias del método de aula invertida puede contribuir, bajo estas condiciones, a la mejora en el desempeño académico de los estudiantes de Ingeniería; por ello y dado que, las condiciones de una de las Ingenierías en el Campus lo permiten, el presente estudio continuará con grupos simultáneos, permitiendo analizar si los resultados son semejantes a los obtenidos en el presente estudio.

Otro aspecto que consideramos importante tomar en cuenta es la relación con el género de los estudiantes. Añadir la perspectiva de género al estudio nos permitirá un diálogo sobre la presencia y desempeño de las mujeres en ingeniería.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Nacional de Universidad e Instituciones de Educación Superior (2022) Anuarios Estadísticos de la Educación Superior en México. Disponible en: <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Barros, V. y Martínez, M. (2018) Aula invertida en la enseñanza de Álgebra en la educación superior. *Espirales* 2(12), 12-23.
- Bergman, J. y Sams, A. (2014) Dale vuelta a tu clase. Lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar. SM. España.
- Castañeda, M. B. (2010). Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS: Un libro práctico para investigadores y administradores educativos. Edipucrs.
- Fornons, J., y Palau, R. (2016). Flipped classroom en la asignatura de matemáticas de 3º de educación secundaria obligatoria. *Educat* (55), 4-17.
- García-Gil, D. (2019) "Flipped classroom" en educación superior. Un estudio a través de relatos de alumnos. *Revista mexicana de investigación educativa*. 24(80). México.
- May-Cen, J.I.; Mazún-Cruz, R. y May-Cen, C. (2016) Elaboración de material didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de cálculo. *Revista del centro de graduados e investigación* 31(64) pp. 1 – 5.
- May, C.; Zimbrón, G. y May, I. (2019) El proyecto integrador, estrategia que fortalece la práctica profesional y laboral del ingeniero en formación. *ANFEI digital* (10).
- Rogers, G. (2010). Student outcomes and performance indicators. Accreditation Board for Engineering [en red]. Recuperado de [www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/programm-outcomes-and-performance-indicators.pdf](http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/programm-outcomes-and-performance-indicators.pdf)
- Rojas-Celis, C., Cely-Rojas, V. (2020). Propuesta de enseñanza en Cálculo Vectorial: un acercamiento a la clase invertida. *Revista Científica*, 37(1), 58-66. doi: <https://doi.org/10.14483/23448350.15064>
- Shepherd, C. (2008). Exploding the myths of synchronous e-learning. *Inside Learning Technologies*. Consultado en agosto de 2022, disponible en <http://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/IT%20Training/Exploding%20the%20myths%20of%20synchronous%20e-learning%20%28Nov%2008%29.pdf>
- Tecnológico Nacional de México (2019) Anuario Estadístico 2018 – 2019. Disponible en: [efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.tecnm.mx/menu/estadistica/generales/ANUARIO\\_2018.pdf](https://www.tecnm.mx/menu/estadistica/generales/ANUARIO_2018.pdf)

