

## La efectividad del *flipped classroom* en la satisfacción y formación matemática del estudiantado durante el confinamiento por COVID-19. Estudio de caso

*Effectiveness of the Flipped Classroom in the satisfaction and mathematical training of students during the confinement by COVID-19. Case study*

Edgar Oliver Cardoso-Espinosa

### RESUMEN

El objetivo de la investigación es valorar la efectividad del *flipped classroom* en la satisfacción y formación matemática del estudiantado de posgrado durante el confinamiento por COVID-19, para determinar su mejora en el rendimiento académico. El tipo de estudio corresponde a un enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental pretest y postest. También es un estudio de caso para un posgrado en administración sobre las experiencias del estudiantado con el *flipped classroom*. La muestra fue conformada por 32 participantes. El instrumento utilizado fue un cuestionario basado en una escala Likert de cinco puntos que midió la satisfacción estudiantil y formación matemática. Los resultados indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $t = 4.813, p = .000$ ) entre pretest y postest; el *flipped classroom* propicia una calidad en la formación académica mediante el logro del aprendizaje experiencial y significativo para la formación profesional con base en la resolución de los problemas a partir de los recursos didácticos digitales. Asimismo, desarrolla la notación matemática, identificar las variables, formular la estrategia de solución y razonar matemáticamente. La principal conclusión es la efectividad del *flipped classroom* en la mejora del rendimiento académico además de generar alta satisfacción estudiantil y formación matemática durante el confinamiento.

*Palabras clave:* Aprendizaje experiencial, posgrado, razonamiento matemático, rendimiento académico, resolución de problemas.

### ABSTRACT

The objective of the research is to assess the effectiveness of the flipped classroom in the satisfaction and mathematical training of graduate students during confinement due to COVID-19, to determine their improvement in academic performance. The type of study corresponds to a quantitative approach with a quasi-experimental pre-test and post-test design. It is also a case study for a graduate degree in administration on students' experiences with the flipped classroom. The sample consisted of 32 participants. The instrument used was a questionnaire based on a five-point Likert scale that measured student satisfaction and mathematical training. The results indicate the existence of statistically significant differences ( $t = 4.813, p = 0.000$ ) between pre-test and post-test; the flipped classroom fosters quality in mathematical training by achieving experiential learning based on problem solving and digital teaching resources. Also, it develops mathematical notation, variable identification, formulation of strategic solutions, and mathematical reasoning. The main conclusion is the flipped classroom effectiveness in the improvement of academic performance besides developing high student satisfaction and mathematical training during the confinement.

*Keywords:* Experiential learning, postgraduate, mathematical reasoning, academic achievement, problem solving.

## INTRODUCCIÓN

De una forma rápida, la pandemia por COVID-19 transformó la enseñanza del sistema educativo transitando abruptamente del modelo basado en la concepción transmisora de la formación y en la relación docente-discente de manera presencial, a una situación en la que el aprendizaje se fomenta basado en las herramientas tecnológicas (Cabero y Llorente, 2020). Por su parte, De Vicenzi (2020), De la Riva y Álvarez (2020) y Bazán-Ramírez et al. (2020) señalan que, ante el cierre de las escuelas a nivel mundial, la educación superior tenía que proseguir con la formación académica del alumnado, lo cual motivó un cambio hacia la modalidad a distancia que generó repotenciar la oferta de programas educativos ya existente, así como iniciar la implementación de otros que no se operaban bajo esta modalidad, por lo que es una oportunidad para que las instituciones de educación superior (IES) reconfiguren sus procesos organizativos de docencia e investigación a fin de ampliar la cobertura en el servicio educativo. Así, a nivel internacional se ha implementado la enseñanza remota de emergencia en la cual la interacción social ha sido sustituida completamente por aulas virtuales (García-Peñalvo, 2020; González-Zamar et al., 2020).

Específicamente en el nivel posgrado, la mayoría del estudiantado labora y se financia sus estudios con sus propios recursos, lo que complejiza la situación de la pandemia debido a que para continuar con su formación académica es necesario contar con conectividad y recursos tecnológicos, ya que el alumnado trabaja desde el hogar, en donde confluyen diversas situaciones tales como atender a la familia, compartir el dispositivo tecnológico entre los miembros e incluso resolver el problema de contagio en un familiar, entre otras (Bazán-Ramírez et al., 2020). Lo anterior ha generado diversas experiencias en el estudiantado a medida que se ha desarrollado la pandemia, lo que ha evidenciado la necesidad de poseer competencias de tipo digital, emocional y social, debido a que se enfrentan a trabajar y aprender en contextos no-tradicionales y con el uso de plataformas y herramientas tecnológicas, las cuales requieren una formación específica para su manejo (Cabero y Llorente, 2020).

También cabe destacar que durante el confinamiento, según reportan Díaz-Barriga y Barrón-Tirado (2020) y Cabero (2020), el alumnado que ha logrado acceder a la educación a distancia ha manifestado experiencias poco significativas de aprendizaje, exceso de tareas y actividades repetitivas, la ausencia de mediación docente, aunada a

**Edgar Oliver Cardoso-Espinosa.** Profesor-Investigador de la Escuela Superior de Comercio y Administración, Unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional, México. Es Doctor en Ciencias Administrativas y cuenta con una Maestría en Ciencias en Administración y Desarrollo de la Educación del IPN. Entre sus publicaciones recientes se encuentra el artículo “Computational self-efficacy and information skills in postgraduate students in administration at the times of COVID-19” (2021) y capítulo de libro “The Training of Digital Competence at the Postgraduate Level for a Knowledge-Based Economy” (2021). Actualmente es el coordinador del Programa de Doctorado en Ciencias Administrativas que se encuentra registrado en el Sistema Nacional de Posgrados del CONACYT. Correo electrónico: eoce@hotmail.com. ID: <https://orcid.org/0000-0001-7588-9439>.

una formación mínima en las herramientas tecnológicas y en el uso de metodologías innovadoras, así como la carencia de una evaluación. En tanto, Sánchez et al. (2020) indican que no existe investigación acerca de la formación académica del estudiantado a nivel posgrado, por lo que es una temática importante debido a la diversidad de los perfiles académicos, socioeconómicos, laborales, aunada a otros factores como acceso, conectividad y tipo de herramientas digitales.

Así, es necesario que el momento de crisis provocado por el coronavirus sea concebido como una oportunidad para la construcción de nuevos ambientes educativos para el posgrado con la finalidad de promover la innovación disruptiva en las estructuras y prácticas curriculares, en la cual sean considerados los actores educativos como agentes de cambio que promuevan estrategias de gestión educativa que permitan transitar entre lo presencial, lo híbrido y lo virtual para lograr una formación académica de calidad en el estudiantado (Echeita, 2020). Por tanto, el contexto de la pandemia por COVID-19 es un escenario para repensar la formación de posgrado con relación a la incorporación y empleo continuo de las prácticas docentes basadas en el uso diversificado de herramientas de enseñanza virtual (Corbera et al., 2020; Cerdas et al., 2020).

En este sentido, una vez concluido el confinamiento, las estrategias formativas utilizadas constituirán avances y logros importantes que tendrán que ser incorporados en los diversos programas educativos impartidos por las IES. Además, según las autoridades sanitarias de los países han señalado, el retorno a las aulas será en forma progresiva, por lo que la modalidad híbrida proseguirá con la formación académica del alumnado (Allen et al., 2020). De la misma manera, Montes et al. (2020) mencionan que la crisis por COVID-19 ha demostrado que es posible aprender en otros entornos, por lo que es relevante investigar en otras modalidades para comprender mejor en qué ambientes aprende mejor el alumnado, con la finalidad de ser implementados una vez terminada la pandemia.

Por consiguiente, es oportuno llevar a cabo investigaciones que analicen aquellos entornos virtuales en donde la tecnología ha promovido nuevas formas de enseñar y aprender, fomentando el diálogo, problematizar y crear conocimiento, aprender a ser y convivir con otras personas, así como identificar las herramientas de evaluación para monitorear el progreso académico del alumnado, lo que implica valorar los resultados para transformar los espacios y experiencias de aprendizaje (Jiménez-Sánchez, 2020). Así, es necesario aprender de la situación originada por la COVID-19 para transformar la enseñanza, ya que la formación a distancia ha roto con las tres variables de la educación presencial: unidad de tiempo, de espacio y de acción, y lo relevante no es que la formación sea presencial o a distancia sino que sea de calidad (IESALC, 2020; Cabero, 2020).

Para el caso de México, se establecieron acciones urgentes por las autoridades educativas a fin de proseguir con el servicio educativo y que se realizarían mediante

el desarrollo de recursos y plataformas digitales, el acceso libre a bibliotecas digitales y acervos de revistas especializadas (ANUIES, 2020). Así, el Instituto Politécnico Nacional (IPN, 2020) implementó el Plan Virtual de Continuidad Académica, organizado por un conjunto de tecnologías, recursos y tutoriales para ser utilizados tanto por el profesorado como el estudiantado con la finalidad de continuar con el servicio educativo en un ambiente de aprendizaje colaborativo en línea. De este modo, las actividades académicas se llevarían a cabo mediante salones de trabajo por videoconferencia (Zoom), aulas virtuales (Google Classroom), así como espacios de trabajo y colaboración (Microsoft Teams). Particularmente, la importancia de la investigación para los posgrados en administración es proporcionar información útil sobre la formación académica y satisfacción estudiantil de los participantes, debido a que antes de la aparición de la COVID-19 eran impartidos en la modalidad presencial, cuyas características tanto de enseñanza como de aprendizaje son diferentes de una a distancia. Por tanto, los resultados obtenidos serán relevantes para la formulación de estrategias de formación para un modelo híbrido que se implementará una vez concluido el confinamiento para este nivel educativo.

Con base en lo anterior, el objetivo general de la investigación fue valorar la efectividad del *flipped classroom* en la satisfacción y formación matemática del estudiantado de posgrado en administración durante el confinamiento por COVID-19 para determinar su mejora en el rendimiento académico.

### Literatura previa

El enfoque educativo basado en competencias a nivel mundial ha representado un cambio en el paradigma sobre la formación en el estudiantado, así como en la modificación de las prácticas didácticas del profesorado (Espada et al., 2020). Este enfoque promueve el protagonismo del alumnado para la construcción de los aprendizajes, mientras que el profesorado se orienta a ser un guía y mediador, por lo que, para lograrlo, se han introducido diversas metodologías didácticas activas entre las que destaca la del *flipped classroom*, que tiene como reto investigar su aplicación en la práctica educativa en diversas circunstancias y contextos (Fernández-March, 2006). Por su parte, la incorporación y uso constante de las TIC se ha ampliado a las diversas actividades de la sociedad, por lo que los egresados de los diversos programas educativos a nivel superior requieren utilizar herramientas y dispositivos tecnológicos que posibiliten el procesamiento de datos, la edición de gráficos, la gestión de bases de datos, el uso de hojas de cálculo, la elaboración de presentaciones multimedia y páginas web, la utilización del correo electrónico y mensajería, canales en formato web, videoconferencias, foros temáticos, *wikis* y *blogs*, almacenamiento de la información y acciones orientadas hacia la automatización de tareas (Tomás y Patterson, 2016; Díaz y Svetlichich, 2017).

En este sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2015) establece que la formación profesional debe garantizar el fomento y la adquisición de competencias básicas y específicas de empleo de los estudiantes. Asimismo, la constante evolución y transformación de las sociedades y de los mercados laborales han generado nuevas formas de relación con el educativo, con base en tres criterios: calidad, empleabilidad y nuevas tecnologías (Fernández, 2017). De la misma manera, una formación profesional se orienta hacia la aplicación del conocimiento general a contextos profesionales específicos para la obtención de resultados esperados, así como para responder a problemáticas de un entorno laboral determinado (Labarda et al., 2021).

También, dentro de la formación profesional proporcionada al estudiantado de posgrado se encuentra otro ámbito relevante, que es el desarrollo de las competencias matemáticas, debido a que son consideradas como el eje fundamental de los procesos complejos de conocimiento, ya que emplea el pensamiento crítico, reflexivo y analítico. Su importancia radica en desarrollar las capacidades para razonar, formular y solucionar problemas en diversos contextos a partir de una terminología específica y procedimientos convencionales (Vergel et al., 2015). Por tanto, una formación matemática posibilita que el capital humano posea un conjunto de herramientas orientadas hacia el análisis, medición y propuestas de acción para la resolución de situaciones en diversas áreas de una organización (Medina-Franco et al., 2017). Para lograrlo es necesario que el estudiantado aprenda no solamente la notación y conceptos matemáticos sino además su comprensión, conexiones, procedimientos y aplicaciones en forma conjunta que les permita externalizar su pensamiento en situaciones que requieran del componente matemático (Sahin et al., 2015). Tal y como lo mencionan Carangui et al. (2017) en lo que respecta a que el conocimiento generado basado solamente en fórmulas y conceptos, excluyendo factores como el motivacional, tecnológico, la colaboración y comunicación, así como el contexto para el cual se está formando, no contribuye a mejorar el aprendizaje y, por tanto, no tendrá una trascendencia para el ámbito laboral. Así, es relevante propiciar diversas oportunidades al alumnado de aplicar los contenidos en contextos prácticos, lo cual ha demostrado su efectividad para el desarrollo de las competencias profesionales vinculadas a las necesidades de las organizaciones, por lo que genera mayores posibilidades de empleo o permite un mejor posicionamiento profesional (Cardona, 2011).

Para el siglo XXI, el uso de las matemáticas está enfocado hacia un conjunto de capacidades que permitan el uso, organización y análisis de los datos, la producción asistida por computadora, la simulación en línea, la programación de recursos escasos, así como la elaboración de los pronósticos, debido al ambiente de incertidumbre y competitividad en el que viven las organizaciones (Ynzunza et al., 2017). De este modo, para el posgrado sigue siendo importante la formación de las competencias matemá-

ticas, ya que poseen una variedad de aplicaciones en diversas áreas del conocimiento (Van Sickle, 2016; Petrillo, 2016). Sin embargo, el aprendizaje de esta asignatura desde la perspectiva del alumnado de los diversos niveles educativos es considerada como la más difícil en su trayectoria académica (Haase et al., 2019).

Por consiguiente, para propiciar una formación profesional de calidad en el alumnado es relevante el empleo de las metodologías activas basadas en medios tecnológicos como el *flipped classroom*, que promueve una transformación del escenario educativo debido a que el alumnado aborda los contenidos temáticos fuera del horario escolar para que en la clase se oriente hacia la realización de actividades prácticas que consoliden el tema (Chen et al., 2014; Delozier y Rhodes, 2016). En este sentido, Sergis et al. (2018), Barrero (2018) y He et al. (2016) indican que el *flipped classroom* como metodología innovadora requiere sustentar su efectividad, pertinencia y utilidad a partir de valorar tanto la satisfacción estudiantil como su potencialidad para el logro de las competencias que se desarrollan durante un tiempo determinado para una asignatura.

Por su parte, Bergmann y Sams (2014) establecieron como recomendaciones: introducir al alumnado a las características básicas de la metodología indicando las funciones de los actores educativos, así como la importancia de gestionar el tiempo; revisar los materiales para su consulta previa a cada sesión; en la sesión, organizar el ambiente a partir de una situación práctica orientada a la aplicación del contenido que propicie la formulación de la estrategia de solución mediante trabajo colaborativo y comunicación entre los integrantes, y usar un sistema de evaluación formativa que permita llevar a cabo el seguimiento del aprendizaje. En tanto, Ng (2018) y Akcayir y Akcayir (2018) indicaron que las ventajas son: propiciar una mayor participación en el alumnado, sobre todo en el nivel posgrado; enfocarse en la sesión de clase a la resolución de problemas mediante el trabajo colaborativo y discusiones, lo que genera un compromiso y responsabilidad en el estudiantado; además desarrolla otras competencias relevantes tales como análisis, argumentación, pensamiento crítico y comunicación.

Con base en lo anterior, los estudios recientes sobre el *flipped classroom* han dado evidencia de la percepción positiva del alumnado con respecto al rendimiento académico (Choi y Lee, 2018; Zainuddin y Attaran, 2016; Chen et al., 2017). También se ha demostrado que esta metodología, al utilizar herramientas tecnológicas, promueve la motivación, comunicación y trabajo cooperativo en el alumnado (Espada et al., 2020). En tanto, Lewis et al. (2018), Kim (2018) y Delozier y Rhodes (2016) hallaron que el estudiantado valoró positivamente la distribución espacio-temporal del *flipped classroom* debido a que genera una responsabilidad tanto fuera como dentro del aula, así como la flexibilidad en la consulta de los diversos materiales, destacando videos y presentaciones como los más idóneos.

A su vez, Jeong et al. (2018) y O’Flaherty y Phillips (2015) mencionan que el *flipped classroom* genera una influencia sobre las emociones del alumnado, reconociendo no solo su utilidad y viabilidad para la formación académica, sino también por favorecer que el aprendizaje sea dinámico, práctico e incluso ameno. Del mismo modo, Sosa y Narciso (2019) hallaron un impacto positivo en el aprendizaje, debido a que esta metodología utiliza en forma continua los videos, la creación de mapas o diagramas conceptuales y la implementación de actividades prácticas que les permitieron no solo asimilar los contenidos sino que las sesiones fueran más entretenidas, así como un respeto al estilo de aprendizaje y tener la oportunidad de plantear las dudas al profesorado. Estos autores concluyen que el *flipped classroom* favorece el trabajo cooperativo, la autonomía, la responsabilidad, la confianza, la comunicación y la organización en el estudiantado, lo que genera un alto nivel de satisfacción estudiantil por ser más efectiva que la tradicional, porque promueve una formación de calidad.

También es importante reconocer que el empleo del *flipped classroom* requiere la dedicación y profesionalismo del profesorado, debido a que tiene que diseñar y proponer una serie de recursos didácticos que sean susceptibles de ser usados por el alumnado previo a cada uno de las sesiones, además de fungir como mediadores entre el conocimiento y el estudiantado, aunado a llevar a cabo el acompañamiento durante el curso (Luo et al., 2019; Jeong et al., 2018; Simon et al., 2016; Díaz-Garrido et al., 2017; Chilingaryan y Zvereva, 2017).

No obstante, estas investigaciones se desarrollaron en la modalidad presencial antes de la aparición de la pandemia por COVID-19, por lo que el surgimiento del coronavirus provocó un cambio abrupto en los sistemas educativos de los países, los cuales implementaron de modo urgente la enseñanza remota de emergencia para continuar con la formación académica del estudiantado. En este sentido, en la actualidad educativa generada por el coronavirus se ha aceptado el uso permanente de la tecnología, aunque se reconoce que en sí misma no es suficiente para garantizar el aprendizaje, sino que su relevancia tiene que ser considerada en combinación con el profesorado y con metodologías activas para lograr las diversas competencias en el estudiantado (Clark-Wilson et al., 2020).

Así, se ha tenido la necesidad de explorar modelos pedagógicos y tecnológicos que permitan adaptar la educación presencial a la virtualidad (Digión y Álvarez, 2021). Para el caso del nivel de posgrado no fue la excepción, por lo que el uso del *flipped classroom* como metodología didáctica fue viable para determinar tanto su efectividad en el aprendizaje de los contenidos como en la satisfacción estudiantil durante el confinamiento. Además, Lo y Hew (2017) y Betihavas et al. (2016) señalan la relevancia de efectuar estudios de esta metodología en el posgrado para la asignatura de matemáticas. También Echeverría y Martínez (2021) enfatizan que la dinámica de la Cuarta Revolución Industrial y el fenómeno concomitante del coronavirus ponen

de relieve la importante función de la formación profesional debido a que como proceso permite la adquisición, actualización y enriquecimiento de las competencias profesionales que permitan adaptarse al entorno volátil, complejo e incierto de las organizaciones.

## METODOLOGÍA

### Tipo y diseño de investigación

La investigación se abordó desde el enfoque cuantitativo bajo un diseño cuasiexperimental de pretest y postest. Así, a los participantes se les aplicó una prueba previa y una posterior a la intervención didáctica para comparar el nivel de avance que permita determinar si existen diferencias significativas. Con base en las particularidades del fenómeno de la pandemia por COVID-19, el alcance fue descriptivo para determinar la efectividad del *flipped classroom* en la satisfacción y formación matemática del alumnado de nivel posgrado durante el confinamiento (Hernández y Mendoza, 2018). Para lograrlo, se llevó a cabo un estudio de caso para un posgrado en administración que recopilara información sobre las experiencias del estudiantado con el *flipped classroom* para valorar su nivel de satisfacción con respecto al aprendizaje adquirido, por lo que, con fundamento en García-Valcárcel (2015), se trató de un caso sincrónico o contemporáneo, porque la temática abordada posee una vigencia y relevancia cuyos hallazgos serán de utilidad para investigaciones futuras.

### Participantes

La investigación utilizó una muestra no-probabilística integrada por el alumnado de primer semestre inscrito en la asignatura de Matemáticas Aplicadas a la Administración del posgrado en Maestría en Administración en Negocios impartido por el Instituto Politécnico Nacional durante el periodo de agosto a diciembre del 2020, que se llevó a cabo en confinamiento por COVID-19 en el contexto de la enseñanza remota de emergencia, dando un total de 32 participantes. Sus principales características fueron: la edad promedio fue de  $27.54 \pm 3.14$  años; el 58% corresponde al género femenino y el 42% restante al masculino, mientras que la experiencia laboral fue de  $4.13 \pm 2.87$  años.

### Intervención didáctica del *flipped classroom*

La implementación del *flipped classroom* en el nivel de posgrado fue realizada en un lapso de 18 semanas; cada sesión síncrona realizada por Zoom fue de tres horas semanales, dando un total de 54 horas en el semestre, estableciendo también un trabajo independiente de seis horas semanales. En este sentido, el manual de la asignatura



establece que el objetivo general de la asignatura es utilizar las principales herramientas cuantitativas para la resolución de problemas del ámbito administrativo. Asimismo, se encuentra organizado en cinco unidades: Ecuaciones, Funciones, Cálculo diferencial, Estadística descriptiva y Matemáticas financieras. La descripción de la intervención didáctica se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Descripción de las etapas del flipped classroom*

Etapa	Actividades
Presentación en línea del curso mediante Zoom	Se presentó al alumnado el objetivo, competencias a desarrollar, contenidos y evaluación de la asignatura Se explicaron los recursos didácticos digitales a emplear en cada clase virtual (videos, artículos y presentaciones) para su revisión previa antes de la sesión síncrona
Durante las sesiones en línea	Se realizan resolución de casos prácticos del ámbito administrativo relacionados con los contenidos temáticos del curso Se promueve el trabajo colaborativo con el estudiantado para la comprensión, fundamentación y elaboración de la estrategia de resolución Se concluye cada sesión síncrona con un espacio de socialización de resultados en donde la intervención del profesorado se orienta hacia la revisión de cada estrategia con la finalidad de establecer la relevancia y utilidad en la formación profesional
Posterior a las sesiones en línea	Se desarrolló en forma asíncrona posterior a cada sesión en línea la entrega de una tarea (evidencia de evaluación), con el propósito de que el alumnado profundizara en los temas abordados para complementar su formación profesional

*Fuente:* Elaboración propia.

## **Instrumentos**

Los instrumentos utilizados para esta investigación fueron: el primero fue un cuestionario para medir el rendimiento académico del estudiantado al comienzo (pretest) y final (postest), cuyo contenido fue el mismo para determinar el nivel de logro de la formación matemática, con una escala de 0 a 10. Este primer instrumento se encuentra en el Anexo 1.

El segundo cuestionario se enfocó en valorar dos categorías mediante escalas: 1) la satisfacción estudiantil proporcionada por el empleo del *flipped classroom* con ítems basados en una escala de 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo), y 2) la efectividad del *flipped classroom* en la formación matemática con una escala de 0 (no lograda) hasta 4 (completamente desarrollada). A ambos instrumentos se les efectuó la prueba de validez de contenido mediante el juicio de expertos realizado por cinco investigadores con experiencia en investigación educativa y trayectoria académica en matemáticas en el nivel de posgrado.

Para las escalas, se calculó el coeficiente alfa de Cronbach para determinar su nivel de consistencia interna, cuyos valores fueron de .864 y .839, por lo que se concluyó que son confiables por ser mayores a .70 (George y Mallery, 2003). La validez de constructo mediante el análisis de componentes basado en el test de Kaiser-Meyer-Olkin resultó pertinente ( $KMO = 0.88$  y  $KMO = 0.87$ ), y la prueba de esfericidad de Bartlett fue ( $X^2 = 3115.88$ ;  $p = 0.00$ ) y ( $X^2 = 2986.76$ ;  $p = 0.00$ ), lo que indicó la existencia de una buena adecuación de la información para un modelo factorial.

Para su aplicación, se comunicó a los participantes el objetivo e importancia del estudio, así como se garantizó la confidencialidad de la información, indicando además que los resultados serían para fines de investigación educativa.

### Análisis de datos

Concluida la recopilación de la información, se organizó con el programa SPSS versión 25 para llevar a cabo la interpretación de los datos mediante el uso de la estadística descriptiva como la media (M) y desviación estándar (DE) e inferencial utilizando la prueba de Shapiro-Wilks, la cual permitió comprobar que la distribución de los datos seguía a una distribución normal, por lo que se utilizó la prueba paramétrica  $t$  de Student para muestras relacionadas con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

El primer hallazgo del estudio fue determinar la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas para muestras relacionadas, que se presenta en la Tabla 2. El resultado indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $t = 4.813$ ,  $p = 0.000$ ), por lo que se deduce que el *flipped classroom* tiene una efectividad en la formación matemática del estudiantado del posgrado en administración.

**Tabla 2**

*Prueba t para muestras relacionadas*

Grupo	n	Pretest		Postest		Prueba $t$	
		M	DE	M	DE	$t$	$p$
MAN	32	6.36	2.38	9.24	.78	4.813	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.

Específicamente, los resultados del pretest se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3**  
*Resultados del pretest*

Diagnóstico	Estadísticos	
	M	DE
Identifica por lo menos una variable	5.92	2.56
Utiliza un procedimiento matemático	6.77	1.89
Emplea la notación matemática	7.94	2.82
Usa tablas o gráficas	6.77	2.87
Obtiene la solución correcta	4.39	1.78

Fuente. Elaboración propia.

Durante el confinamiento, las situaciones enfrentadas por el estudiantado fueron de tipo logístico en el 89% (organización y manejo del tiempo, horarios de clase, laboral y familiar, espacio físico para trabajar a distancia); de tipo afectivo en el 72% (experiencias emocionales y de salud), en donde el alumnado reconoció vivir sentimientos de tristeza, frustración, ansiedad, cansancio y desmotivación, así como de tipo tecnológico en el 10% (conectividad a internet).

En la Tabla 4 se muestran los resultados con relación al nivel de satisfacción estudiantil proporcionada por el empleo del *flipped classroom* durante el confinamiento, en donde se encontró que los participantes valoraron con puntajes mayores los elementos de que propicia una calidad en la formación académica ( $4.82 \pm 0.23$ ); el logro del aprendizaje experiencial y significativo para la formación profesional ( $4.75 \pm 0.34$ ); la resolución de los problemas de aplicación del curso a partir de los recursos didácticos digitales ( $4.67 \pm 0.45$ ); el desarrollo y entrega en forma oportuna de las tareas del curso ( $4.62 \pm 0.67$ ); utilizar una evaluación formativa del curso ( $4.59 \pm 0.62$ ); planear y organizar el tiempo para mi formación académica ( $4.55 \pm 0.76$ ); tener un seguimiento de mi avance académico ( $4.53 \pm 0.83$ ); así como reconocer la relevancia de los contenidos en forma actualizada para utilizarlos en el ámbito laboral ( $4.52 \pm 0.78$ ). Estos resultados permiten deducir el reconocimiento por parte del alumnado de la relevancia y utilidad del *flipped classroom* debido a que favorece la calidad en la formación profesional, ya que las actividades experienciales que propicia mediante la resolución de situaciones prácticas, aunado a promover la gestión de tiempo en el estudiantado, lo cual les permitió proseguir durante el confinamiento con su trayecto educativo.

Asimismo, estos resultados permiten inferir que el *flipped classroom* empleado durante el confinamiento, al incorporar diversos recursos didácticos digitales tales como videos, artículos, presentaciones multimedia, hojas de cálculo y de texto, aunado al diseño e implementación de casos prácticos, ha generado una mayor participación del alumnado tanto en su aprendizaje matemático como en la revisión colaborativa hacia

Tabla 4

*Estadísticos descriptivos de la satisfacción estudiantil*

Durante el confinamiento, el <i>flipped classroom</i> ha sido efectivo porque:	Estadísticos	
	M	DE
Promueve el aprendizaje a partir de las actividades prácticas realizadas en la sesión en línea	4.13	0.76
Contribuye a una participación y motivación por el aprendizaje mediante la combinación de las actividades previas con los casos prácticos	4.35	0.83
Fomenta la resolución de las situaciones prácticas mediante el trabajo colaborativo	4.09	0.92
Posibilita el acompañamiento docente durante el curso	4.05	0.96
Fomenta relaciones positivas con los integrantes del grupo	4.25	0.71
Planea y organiza el tiempo para mi formación académica	4.55	0.76
Genera la comprensión cada contenido del curso mediante los recursos didácticos digitales (videos, artículos, presentaciones, hojas de cálculo y de texto)	4.43	0.81
Fomenta la resolución de los problemas de aplicación del curso a partir de los recursos didácticos digitales	4.67	0.45
Promueve el aprendizaje experiencial y significativo para mi formación profesional	4.75	0.34
Influye en mi desempeño profesional al integrar el uso diverso de recursos digitales	4.52	0.78
Permite un seguimiento de mi avance académico	4.53	0.83
Permite participar en la revisión de los avances del compañero	4.31	0.76
Utiliza una evaluación formativa del curso	4.59	0.62
Desarrollo y entrego en forma oportuna las tareas del curso	4.62	0.67
Genera un reconocimiento de la relevancia de los contenidos en forma actualizada para utilizarlos en el ámbito laboral	4.41	0.88
Propicia una calidad en la formación recibida	4.82	0.23

Fuente: Elaboración propia.

los demás, propiciando una integración grupal, lo que genera el reconocimiento por integrarlo en el desempeño profesional de los participantes. De la misma manera, se deduce que esta metodología fomenta el trabajo colaborativo con el alumnado del nivel de posgrado, así como propicia una relación académica cordial de comunicación con el profesorado, lo que establece un ambiente de confianza y participación entre los integrantes del curso para la resolución de cualquier situación del ámbito administrativo.

En la Tabla 5, con respecto a la efectividad del *flipped classroom* para la formación matemática en el estudiantado del nivel de posgrado, se halló que las competencias establecidas en el curso se desarrollaron en forma consolidada, como es el uso de la notación matemática ( $3.95 \pm 0.15$ ); la identificación de las variables ( $3.92 \pm 0.17$ ); formular la estrategia de solución ( $3.88 \pm 0.21$ ); razonar matemáticamente ( $3.83 \pm 0.29$ ); argumentar ( $3.81 \pm 0.32$ ); empleo de tablas y gráficos ( $3.72 \pm 0.26$ ); así como obtener conclusiones ( $3.36 \pm 0.75$ ). Estos resultados indican que el alumnado lo-

**Tabla 5**

*Estadísticos descriptivos de la formación matemática*

El <i>flipped classroom</i> desarrolló la capacidad de	Estadísticos	
	M	DE
Identificar las variables	3.92	0.17
Utilizar la notación matemática	3.95	0.15
Razonar matemáticamente	3.83	0.29
Elaborar argumentaciones	3.81	0.32
Emplear tablas y gráficos con apoyo de las TIC	3.72	0.26
Diseñar la estrategia de solución	3.88	0.21
Obtener conclusiones	3.36	0.75

*Fuente.* Elaboración propia.

gró un dominio sobre las principales competencias matemáticas orientadas hacia la terminología que permite la identificación y representación de variables mediante el razonamiento que genera la posibilidad de generar una estrategia de solución para llevar a cabo su explicación mediante argumentaciones basadas incluso en tablas y gráficos elaborados con el apoyo de las TIC con la finalidad de elaborar conclusiones. Además se infiere el desarrollo tanto de la comunicación escrita y oral, la toma de decisiones y adaptabilidad como habilidades relevantes que les permitirán posicionarse en la organización en la que trabajan hoy o posteriormente acceder a mejores puestos laborales.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La aparición de la pandemia por COVID-19 ha tenido una diversidad de efectos en los actores educativos, los cuales tuvieron que asumir el reto de proseguir con la formación académica en un escenario distinto al presencial. De este modo, la importancia de la investigación es proporcionar resultados con respecto a la efectividad del *flipped classroom* durante un periodo de confinamiento en el nivel de posgrado. Por tanto, se alcanzó el objetivo general del estudio, debido a que esta metodología genera un alto nivel de satisfacción estudiantil y de formación matemática, así como una mejora en el rendimiento académico, por lo que se confirma lo hallado previamente por Sosa y Narciso (2019), Choi y Lee (2018), Zainuddin y Attaran (2016), Chen et al. (2017), Jeong et al. (2018) y O’Flaherty y Phillips (2015).

También se coincide con lo señalado por Bazán-Ramírez et al. (2020) en lo que respecta a que, para el nivel de posgrado, el alumnado se enfrentó a diversas situaciones logísticas y afectivas durante el confinamiento, lo que influyó su vida laboral, académica y personal. Del mismo modo, se confirma lo señalado por Cabero y Llorente (2020) en lo que concierne a que el aprendizaje generado a través del *flipped classroom*

fue posible mediante el empleo de las herramientas tecnológicas, que permitió una relación síncrona y asíncrona entre docente-discente. Así, la información obtenida del estudio es relevante porque permite identificar las características de la formación académica del nivel de posgrado, así como al acceso y manejo en cuanto a las herramientas tecnológicas y recursos didáctico digitales que influyen en el rendimiento escolar, por lo que se coincide con lo recomendado por Sánchez et al. (2020).

Por consiguiente, esta investigación contribuye al conocimiento por ofrecer información útil que le sirva al IPN para reconfigurar su oferta educativa presencial en las diversas áreas del conocimiento en el nivel de posgrado, lo que implicará una transformación en los procesos académicos que permitirá no solamente ampliar su cobertura sino también calidad educativa en sus programas académicos que le generará un mayor posicionamiento no solo a nivel nacional sino también internacional, tal y como lo señalan De Vicenzi (2020) y De la Riva y Álvarez (2020). En este sentido, la experiencia proporcionada por el *flipped classroom* para continuar con la formación académica durante el confinamiento en el nivel de posgrado es relevante que sea considerada como la oportunidad para una revisión en las prácticas del profesorado que posibilite una integración continua de las herramientas digitales, tal y como lo realizaron Digión y Álvarez (2021) con su experiencia didáctica. El estudio también proporciona las fortalezas de incorporar las metodologías activas como el *flipped classroom* en el nivel de posgrado, que integró recursos didácticos digitales (videos, artículos, presentaciones, hojas de texto) que son susceptibles de ser empleados en el futuro, por lo que se confirma lo indicado por Corbera et al. (2020) y Cerdas et al. (2020).

Asimismo cabe destacar que hasta el día de hoy el IPN se está enfrentando hacia el diseño de nuevos ambientes educativos como el híbrido, e incluso a la posibilidad de seguir impartiendo sus programas educativos en la modalidad en línea, lo que fomentará la innovación educativa, tal y como lo mencionan Allen et al. (2020) y Echeita (2020). También se confirma lo establecido por Montes et al. (2020) acerca de que la crisis por COVID-19 ha permitido investigar sobre la formación académica en otro espacio educativo distinto, como lo fue este estudio de caso para un posgrado en administración que anteriormente solo se impartía en modalidad presencial.

Con base en lo anterior, la investigación ofrece hallazgos valiosos acerca de la formación matemática en el nivel de posgrado mediante el *flipped classroom*; destaca que, desde la percepción del alumnado, fue de calidad, por lo que se coincide con lo señalado por IESALC (2020) y Cabero (2020). Además, esta metodología generó una formación matemática acorde a lo establecido por Jiménez (2020), Vergel et al. (2015), Carangui et al. (2017) y Medina-Franco et al. (2017), incluyendo ahora factores como el tecnológico, la colaboración y el contexto para el cual se está formando, lo que permitirá una trascendencia para el sector laboral.

También se confirma lo establecido por Ng (2018), Akcayir y Akcayir (2018), Bergmann y Sams (2014), Lewis et al. (2018), Kim (2018) y Delozier y Rhodes (2016) en cuanto al empleo constante de los recursos didácticos digitales que permiten no solo asimilar los contenidos sino que favorecen la autonomía, comunicación y gestión del tiempo en el alumnado. De la misma forma, los egresados requieren utilizar herramientas tecnológicas orientadas al procesamiento de datos, hojas de cálculo, presentaciones multimedia y videoconferencias, como fue el caso del Zoom, que les permitirán desempeñarse de mejor manera en el ámbito laboral, por lo que se coincide con lo establecido por Tomás y Patterson (2016) y Cardona (2011).

Lo anterior no sería posible sin la participación responsable del profesorado, el cual diseñó e implementó un conjunto de recursos didácticos digitales acordes a la asignatura, aunado a fungir como mediador entre el conocimiento y el estudiantado, así como realizar el acompañamiento y seguimiento académico continuo, por lo que se coincide con lo establecido por Luo et al. (2019), Jeong et al. (2018), Simon et al. (2016), Díaz-Garrido et al. (2017) y Chilingaryan y Zvereva (2017).

Por el contrario, esta investigación difiere de lo reportado tanto por Díaz-Barriga y Barrón (2020) como por Cabero (2020) en lo que se refiere a que el alumnado ha valorado que la educación a distancia durante el confinamiento le ha proporcionado experiencias poco significativas en su aprendizaje debido a una ausencia de la mediación docente durante el curso, así como actividades repetitivas que no fomentan la colaboración, razonamiento ni aplicación de los contenidos y, por ende, no existe una utilidad para la formación profesional.

Finalmente, es importante reconocer que los datos recopilados en este estudio de caso no son generalizables a otros contextos o entornos. La relevancia del estudio es comprender y adaptar esta metodología a una asignatura de nivel posgrado para documentar su implementación en un contexto emergente para determinar su nivel de satisfacción, efectividad e impacto en el alumnado. Por tanto, es necesario considerar estos hallazgos como preliminares que permitan abordar el empleo de esta metodología en las diversas asignaturas del posgrado en Administración, así como los recursos didácticos digitales utilizados que permitan su aplicación en el modelo híbrido que se utilizará una vez terminado el confinamiento. También es necesario ampliar el número de participantes, que permita profundizar los resultados obtenidos de esta experiencia con el *flipped classroom* en el nivel posgrado e incluso indagando nuevos elementos de interés sobre esta metodología para una modalidad híbrida. Además se sugiere realizar una investigación con enfoque mixto orientada hacia la visión del profesorado con respecto al empleo del *flipped classroom* en el nivel de posgrado. Por último, una perspectiva que se deriva del estudio es evaluar las características del diseño instruccional implementado por estos programas presenciales que han realizado para trasladar las asignaturas a una modalidad virtual.

## REFERENCIAS

- Akçayır, G., y Akçayır, 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>
- Allen, J., Rowan, L., y Singh, P. (2020). Teaching and teacher education in the time of COVID-19. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 48(3), 233-236. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2020.1752051>
- Andújar, C. (2011). Hacia la mejora de la formación práctica del estudiante de pedagogía en la UNED. *Educación XX1*, (14), 303-330. <https://doi.org/10.5944/educxx1.14.2.256>
- ANUIES [Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior] (2020). *Acuerdo Nacional por la Unidad en la Educación Superior frente a la emergencia sanitaria provocada por el COVID-19*. <http://www.anui.es.mx/media/docs/avisos/pdf/200424155500Acuerdo+Nacional+frente+al+COVID-19.pdf>
- Barrero, B. (2018). Estudios sobre propuestas y experiencias de innovación educativa. Editorial. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 22(4), 1-10. <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/69442>
- Batista, B., y Satisteban, A. (2016). The use of Information and Communication Technologies in the development of reading comprehension. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(1).
- Bazán-Ramírez, A., Quispe-Morales, R., Huauya-Quispe, P., y Ango-Aguilar, H. (2020). Accesibilidad, dificultades y ventajas del estudio online por COVID-19 en un posgrado presencial en educación. *Propósitos y Representaciones*, 8(esp.3), e659. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2020.v8nSPE3.659>
- 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>
- Bergmann, J., y Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase*. Madrid: Ediciones SM.
- Cabero, J. (2020). Aprendiendo del tiempo de la COVID-19. *Revista Electrónica Educare*, 24(esp.), 1-3. <https://doi.org/10.15359/ree.24-S.2>
- Cabero, J., y Llorente, C. (2020). COVID-19: transformación radical de la digitalización en las instituciones universitarias. *Campus Virtuales*, 9(2), 25-34. [www.revistacampusvirtuales.es](http://www.revistacampusvirtuales.es)
- 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>
- Cardona, R. (2011). Estrategia basada en los recursos y capacidades. Criterios de evaluación y el proceso de desarrollo. *Revista Electrónica Forum Doctoral*, (4), 1-35. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/forum-doctoral/article/view/1754/1755>
- Cerdas, V., Mora, Á., y Salas, S. (2020). Educación remota en el contexto universitario: necesidad del trabajo colaborativo para la mediación pedagógica docente en tiempos de COVID. *Revista Electrónica Educare*, 24(esp.), 1-4. <https://doi.org/10.15359/ree.24-S.9>
- Corbera, E., Anguelovski, I., Honey-Rosés, J., y Ruiz-Mallén, I. (2020). Academia in the time of COVID-19: Towards an ethics of care. *Planning Theory & Practice*, 21(2), 191-199. <https://doi.org/10.1080/14649357.2020.1757891>
- Chen, Y., Wang, Y., Kinshuk, y Chen, B. (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>
- Chen Hsieh, J., Wu, W., y Marek, M. (2017). Using the flipped classroom to enhance EFL learning. *Computer Assisted Language Learning*, 30(1-2), 1-21.
- Chilingaryan, K., y Zvereva, E. (2017). Methodology of Flipped Classroom as a learning technology in foreign language teaching. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, 1500-1504. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.236>
- Choi, J., y Lee, Y. (2018). To what extent does 'flipping' make lessons effective in a multimedia production class? *Innovations in Education and Teaching International*, 55(1), 3-12.
- Clark-Wilson, A., Robutti, O., y Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education*, 52(7), 1223-1242. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>
- De la Riva, M., y Álvarez, G. (2020). Artefactos de inscripción digitales en la formación docente de posgrado. *Transdigital*, 1(2). <https://www.revistatransdigital.org/index.php/transdigital/article/view/32/20>
- De Vicenzi, A. (2020). Del aula presencial al aula virtual universitaria en contexto de pandemia de COVID-19. Avances de una experiencia universitaria en carreras presenciales adaptadas a la modalidad virtual. *Debate Universitario*, 8(16), 67-71. <http://200.32.31.164:9999/ojs/index.php/debateuniversitario/article/view/238/242>



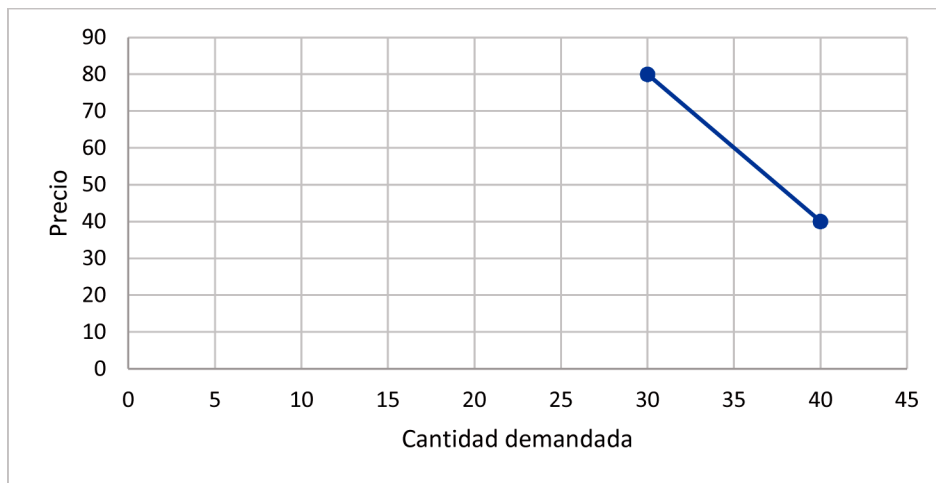
- Delozier, S., y Rhodes, M. (2016). Flipped Classrooms: A review of key ideas and recommendations for practice. *Educational Psychology Review*, 29(1), 141-151.
- Díaz, E., Martín, M., y Sánchez, J. (2017). El impacto del Flipped Classroom en la motivación y en el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Dirección de Operaciones. *Working Papers on Operations Management*, 8, 15-18. <https://doi.org/10.4995/wpom.v8i0.7091>
- Díaz-Barriga, F., y Barrón-Tirado, M. (2020). Currículo y pandemia: tiempo de crisis y oportunidad de innovación disruptiva. *Revista Electrónica Educare*, 24(esp.), 1-5. <https://doi.org/10.15359/ree.24-S.3>
- Díaz-Garrido, E., Martín-Peña, M., y Sánchez-López, J. (2017). El impacto del flipped classroom en la motivación y en el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Dirección de Operaciones. *Working Papers on Operations Management*, 8(esp.), 15-18. <http://dx.doi.org/10.4995/wpom.v8i0.7091>
- Digión, L., y Álvarez, M. (2021). Experiencia de enseñanza-aprendizaje con aula virtual en el acompañamiento pedagógico debido al Covid-19. *Apertura*, 13(1), 1-15. <http://doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1957>
- Durán, M., y Svetlichich, M. (2017). Nuevas herramientas tecnológicas en la educación superior. *Proyecciones*, (11), 93-149.
- Echeita, G. (2020). La pandemia del COVID-19. ¿Una oportunidad para pensar en cómo hacer más inclusivos nuestros sistemas educativos? *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(1), 7-16. <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12152>
- Echeverría, B., y Martínez, P. (2021). Perspectiva internacional de la investigación sobre formación profesional en España. *Educación XX1*, 24(2), 231-256. <https://doi.org/10.5944/educxx1.28178>
- Espada, M. Rocu, P., Navia, J., y Gómez, M. (2020). Rendimiento académico y satisfacción de los estudiantes universitarios hacia el método flipped classroom. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24(1), 116-135. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i1.8710>
- Fernández, I. (2017). Mejora de competencias: introducción de la gestión de calidad en nuevas metodologías educativas. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 21(2), 279-308. <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/59461>
- Fernández-March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24, 35-56.
- García-Valcárcel, A. (2015). Investigación educativa centrada en estudios de casos: evaluación y seguimiento de proyectos de aprendizaje colaborativo mediado por TIC en el ámbito escolar. En A. García-Valcárcel (coord.), *Proyectos de trabajo colaborativo con TIC* (pp. 31-39). Madrid: Síntesis.
- García-Peñalvo, F. (2020). Modelo de referencia para la enseñanza no presencial en universidades presenciales. *Campus Virtuales*, 9(1), 41-56. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/625>
- George, D., y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Allyn y Bacon.
- González-Zamar, M. D., Abad-Segura, E., y Bernal-Bravo, C. (2020). COVID-19 and university learning spaces. Research trends. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (15), 82-100. <https://doi.org/10.46661/ijeri.5126>
- González, D., Jeong, J. S., Gallego, A., y Cañada, F. (2018). Influencia de la metodología flipped en las emociones sentidas por estudiantes del grado de educación primaria en clases de ciencias dependiendo del bachillerato cursado. *Educación Química*, 29(1), 77-88. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63698>
- Haase, V., Guimaraes, A., y Wood, G. (2019). Mathematics and emotions: The case of math anxiety. En *International handbook of mathematics learning difficulties* (pp. 469-503). Cham: Springer.
- He, W., Holton, A., Farkas, G., y Warschauer, M. (2016). The effects of flipped instruction on out-of-class study time, exam performance, and students' perceptions. *Learning and Instruction*, 45(1), 61-71. <http://dx.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*. México: McGraw-Hill.
- IESALC [Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe] (2020). *Coronavirus COVID-19 and higher education: Impact and recommendations*. UNESCO. <http://www.iesalc.unesco.org/en/2020/03/09/coronavirus-covid-19-and-higher-education-impact-and-recommendations/>
- IPN [Instituto Politécnico Nacional] (2020). *Plan virtual de continuidad académica*. <https://elementosdeaprendizaje.ipn.mx/>
- Jeong, J., Cañada, F., y González, D. (2018). The study of flipped-classroom for pre-service Science teachers. *Education Sciences*, 8(4), 163. <https://doi.org/10.3390/educsci8040163>
- Jiménez, S. (2020). Integración crítica de las tecnologías emergentes en la formación docente: mirando hacia el futuro. *Revista Electrónica Educare*, 24(esp.), 1-3. <https://doi.org/10.15359/ree.24-S.11>

- Kim, J. (2018). A study of students' perspectives on a flipped classroom model and associations among personality, learning styles and satisfaction. *Innovations in Education and Teaching International*, 55(3), 314-324.
- Labarda, C., Jariot, M., y González, H. (2021). Calidad de vida y competencias de empleabilidad en personas trabajadoras en centros espaciales de empleo. *Educación XXI*, 24(1), 117-139. <https://doi.org/10.5944/educXX1.26570>
- Lewis, C., Chen, D., y Relan, A. (2018). Implementation of a flipped classroom approach to promote active learning in the third-year surgery clerkship. *The American Journal of Surgery*, 215(2), 298-303.
- 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>
- Luo, H., Yang, T., Xue, J., y Zuo, M. (2019). Impact of student agency on learning performance and learning experience in a Flipped Classroom. *British Journal of Educational Technology*, 50(2), 819-831. <https://doi.org/10.1111/bjet.12604>
- Medina-Franco, H., Armendariz-Zambrano, C., y Choez-Ramírez, V. (2017). El cálculo diferencial: aplicación en la microeconomía bancaria. *Revista Científica Olimpia*, 14(46), 55-69. <https://revistas.udg.co.cu/index.php/olimpia/article/view/185>
- Montes, A., Chen, E. Hernández, A., y Villalobos, V. (2020). Ruta de la gestión educativa del CIDE ante el contexto COVID-19. *Revista Electrónica Educare*, 24(esp.), 1-4. <https://doi.org/10.15359/ree.24-S.7>
- 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>
- OCDE [Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos] (2015). Competencias más allá de la escuela: síntesis. Resumen y recomendaciones políticas. [https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/Skills\\_Beyond\\_School\\_Summary\\_and\\_Policy\\_Recommendations\\_Spanish.pdf](https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/Skills_Beyond_School_Summary_and_Policy_Recommendations_Spanish.pdf)
- O'Flaherty, J., y 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>
- 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>
- Sahin, Z., Yenmez, A., y Erbas, A. (2015). Relational understanding of the derivative concept through mathematical modeling: A case study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 177-188. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1149a>
- Sánchez, M., Martínez A., Torres, R., de Agüero, M., Hernández, A., Benavidez, M., y Jaimes, C.A. (2020). Retos educativos durante la pandemia de COVID-19: una encuesta a profesores de la UNAM. *Revista Digital Universitaria*, 21(3). <https://www.revista.unam.mx/wp-content/uploads/a12.pdf>
- Sergis, S., Sampson, D., y Pelliccione, L. (2018). Investigating the impact of Flipped Classroom on students' learning experiences: A Self-Determination Theory approach. *Computers in Human Behavior*, 78, 368-378. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.08.011>
- Simon, J., Ojando, E. S., Ávila, X., Prats, M. À., y Miralpeix, A. (2016). Percepció dels estudiants i del professorat del Grau d'Educació Primària de Blanquerna - Universitat Ramon Llull sobre la incorporació experimental de la flipped classroom. *Aloma. Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 34(1), 45-52. <https://doi.org/10.51698/aloma.2016.34.1.45-52>
- Sosa, M., y Narciso, D. (2019). The impact of the flipped classroom in higher education: a case study. *Aloma, Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 37(2), 15-23. <https://doi.org/10.51698/aloma.2019.37.2.15-23>
- Tomás, B., y Patterson, A. (2016). El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el desarrollo de la comprensión lectora. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4(1), 1-11. <https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticaayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/198>
- 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>
- Vergel, M., Duarte, H., y Martínez, J. (2015). Desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de cálculo integral su relación con la planificación docente. *Revista Científica*, 23, 17-29. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.23.a2>
- 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, 86-98. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835>
- Zainuddin, Z., y Attaran, M. (2016). Malaysian students' perceptions of flipped classroom: a case study. *Innovations in Education and Teaching International*, 53(6), 660-670.

## ANEXO 1

### Instrumento de evaluación

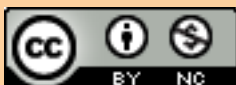
1. Para una empresa sus costos fijos son de \$ 6000 y su costo variable por unidad de \$ 40. Encontrar:
  - a) La función de costo total.
  - b) El costo de producir 30 y 70 unidades.
  - c) La gráfica.
2. La función de demanda de un artículo es  $Q_x = 65000 - 2P$  y la función de oferta es  $Q_x = 5000 + 2P$ .
  - a) Encontrar el punto de equilibrio.
  - b) Graficar.
3. La función de costo total de un artículo es  $C(x) = 120x + 4000$ . La ecuación de demanda para este artículo es  $P = 200 - 0.5x$ .
  - a) Determinar la función de utilidad total.
  - b) Modelar la función de utilidad marginal.
4. La información recabada de un artículo por una empresa es la que muestra en la siguiente gráfica:



- a) Encontrar la ecuación de la demanda.

#### Cómo citar este artículo:

Cardoso-Espinosa, E. O. (2022). La efectividad del *flipped classroom* en la satisfacción y formación matemática del estudiantado durante el confinamiento por COVID-19. Estudio de caso. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 13, e1504. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v13i0.1504](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1504)



Todos los contenidos de *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH* se publican bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional, y pueden ser usados gratuitamente para fines no comerciales, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia.