

Análisis envolvente de datos de las plataformas educativas por área académica

Enveloping analysis of data from educational platforms by area of knowledge

Eva Grissel Castro Coria* | Rodrigo Gómez Monge**

Recepción del artículo: 05/02/2022 | Aceptación para publicación: 12/07/2022 | Publicación: 30/09/2022

RESUMEN

Ante la presencia de la pandemia provocada por la covid-19, se implementaron plataformas digitales para continuar con los procesos educativos desde el aislamiento. En el caso de la educación superior y las diversas áreas académicas impartidas, se identificaron diferentes resultados en el uso de las mismas plataformas. En este contexto, se consideró necesario analizar cómo han influido las características tecnológicas implementadas a nivel superior en México en la participación, la asistencia y la evaluación de los alumnos por área académica. Por consiguiente, se realizó un análisis envolvente de datos para medir la eficiencia de las entradas y las salidas descritas por la literatura; las limitaciones de esta investigación se circunscribieron por la cantidad de datos a analizar. Como resultado se identificó que a mayor cantidad de características añadidas a las plataformas digitales hubo mejores niveles de participación, asistencia y evaluación de los estudiantes por área académica. Asimismo, al atender a futuras líneas de investigación, se considera idóneo abundar sobre los diversos métodos de evaluación digital, como el portafolio digital y la retroalimentación.

Abstract

In the presence of the pandemic caused by covid-19, digital platforms were implemented to continue with the education processes from isolation. In the case of higher education that imparts various areas of knowledge, different results were identified in the use of the same digital platforms. In response to this, it was necessary to analyze how the technological characteristics implemented at a higher level in Mexico have influenced the participation, attendance and evaluation of students by area of knowledge. Therefore, a data envelopment analysis was performed to measure the efficiency of the inputs and outputs described by the literature; the limitations of the research was circumscribed by the amount of data to be analyzed. As a result, it was identified that the greater the number of features added to the digital platforms, the better levels of participation, attendance and evaluation of students by academic area. Likewise, when considering future lines of research, it is considered ideal to elaborate on the various methods of digital evaluation, such as the digital portfolio and feedback.

Palabras clave

Análisis envolvente; plataformas digitales; educación a distancia; covid-19; México

Keywords

Envelope analysis; digital platforms; long-distance education; covid-19; Mexico



Google Classroom



Teams



INTRODUCCIÓN

En esta investigación se analizan las plataformas educativas implementadas durante la pandemia provocada por la covid-19 en México, con el objetivo de identificar cómo las características tecnológicas han influido en los niveles de participación, asistencia y evaluación de los alumnos. Para ello, se estudia la literatura y se identifican catorce características tecnológicas consideradas importantes para brindar servicios efectivos y contrarrestar los efectos de la pandemia.

Aunque las plataformas digitales han demostrado ser una estrategia útil para fomentar los procesos de enseñanza-aprendizaje, al examinarlas es pertinente tener en cuenta las diferentes asignaturas que se imparten; para el presente trabajo se analizan nueve disciplinas o áreas académicas para determinar cómo influyeron las

plataformas en el proceso de aprendizaje. En este sentido, se utiliza el análisis envolvente de datos para construir un modelo que mida la eficiencia, tomando como entradas las catorce características señaladas por la literatura, y como salida la participación, la asistencia y la evaluación de los alumnos por área académica.

Los resultados muestran los promedios de participación, asistencia y calificación, así como las características tecnológicas empleadas y su eficiencia final. Los hallazgos se describen de manera puntual e identifican las relaciones entre entradas y salidas por área académica, en donde se observa si a mayor cantidad de características añadidas a las plataformas digitales existen mejores niveles de participación, asistencia y evaluación a los alumnos, o viceversa. Por último, en las conclusiones se precisa el objetivo logrado y se describe la contribución teórica y práctica

encontrada tras la investigación; de igual forma, se plantean las limitaciones del análisis y se enuncian algunas recomendaciones para futuras líneas de investigación.

MARCO TEÓRICO

Ante la llegada de la pandemia provocada por la covid-19, que obligó a emplear las tecnologías de la información y comunicación para que la educación se desarrollara por medios digitales (Agamben *et al.*, 2020), la educación superior se vio forzada a diseñar estructuras de aprendizajes para impartir las áreas académicas de manera digital, es decir, para la educación a distancia ante el aislamiento (Mejías y Badilla, 2022). Lo anterior supuso un reto, ya que el proceso de planeación debió esperar, mientras que la reacción se configuró como el principal exponente de la política educativa, lo que en política pública se considera “salir del paso” (Aguilar, 1992; 2013). Esto exigió la reorganización de los sistemas educativos y transitar de los sistemas presenciales a los sistemas digitales en poco tiempo, así como acceder a competencias digitales en un entorno con brechas importantes de conectividad (Chanto y Loáiciga, 2022).

Debido a lo anterior, y con la intención de brindar servicios efectivos, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) recomendó implementar tecnologías de código abierto, a fin de que la educación pública no dependiera de plataformas digitales de empresas privadas (ONU, 2020, p. 27); además, exhortó a que las plataformas digitales fueran portátiles y a priorizar los recursos educativos y los procesos administrativos, atendiendo a las necesidades de la educación pública (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Unesco, 2020). Estas recomendaciones han repercutido en las instituciones educativas de nivel superior, donde predominan las plataformas digitales administradas por las universidades (Coria y Monge, 2022).

Las primeras acciones para contrarrestar los efectos de la pandemia se efectuaron con la implementación de plataformas digitales, las cuales han agregado diferentes elementos para mejorar el aprendizaje remoto (Deeley, 2018). Muestra de lo anterior es la introducción de bibliotecas a la era digital, en donde los documentos científicos se socializan por red de manera gratuita y son utilizados como herramienta cognitiva para desarrollar el aprendizaje (Carrillo & Flores, 2020). Por su parte, la producción de contenidos académicos transita de una pantalla inmóvil (por ejemplo: los documentos en PDF como didáctica de aprendizaje) a elementos multimedia con pantallas expandidas y líquidas (Pardo y Cabo, 2020) o dispositivos interactivos que forman alumnos participativos.

También destacan las videoconferencias, que iniciaron como el medio de interacción entre el profesor y el estudiante (Wong, 2020). Sin embargo, la experiencia ha demostrado que las clases por videoconferencia deben ir acompañadas de foros en línea para compartir narrativas que mejoren las habilidades de los alumnos (Wong, 2020), sesiones teóricas pregrabadas y mentorías sincrónicas para fortalecer la educación teórica (Carrillo & Flores, 2020), en virtud de que los videos largos, sin recursos adicionales, son equivalente a corta atención (Pardo y Cabo, 2020).

En este tenor, sobresale la importancia de que las plataformas digitales sean accesibles para estudiantes con discapacidad visual o auditiva (Moreno, 2020) –lo que debiera generar productos tecnológicos de apoyo, como la posibilidad de crear subtítulos de forma automática o la función de lectura en voz alta–, que sean compatibles con todos los navegadores, que puedan evitar el plagio o el reemplazo de identidad por parte de los estudiantes, y que reconozcan patrones o incluso identifiquen a los individuos en riesgo de ser reprobados o de perder el año; estas características facilitarían el uso de herramientas de este tipo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto a los docentes como a los estudiantes (Pardo y Cabo, 2020; Portillo *et al.*, 2020).

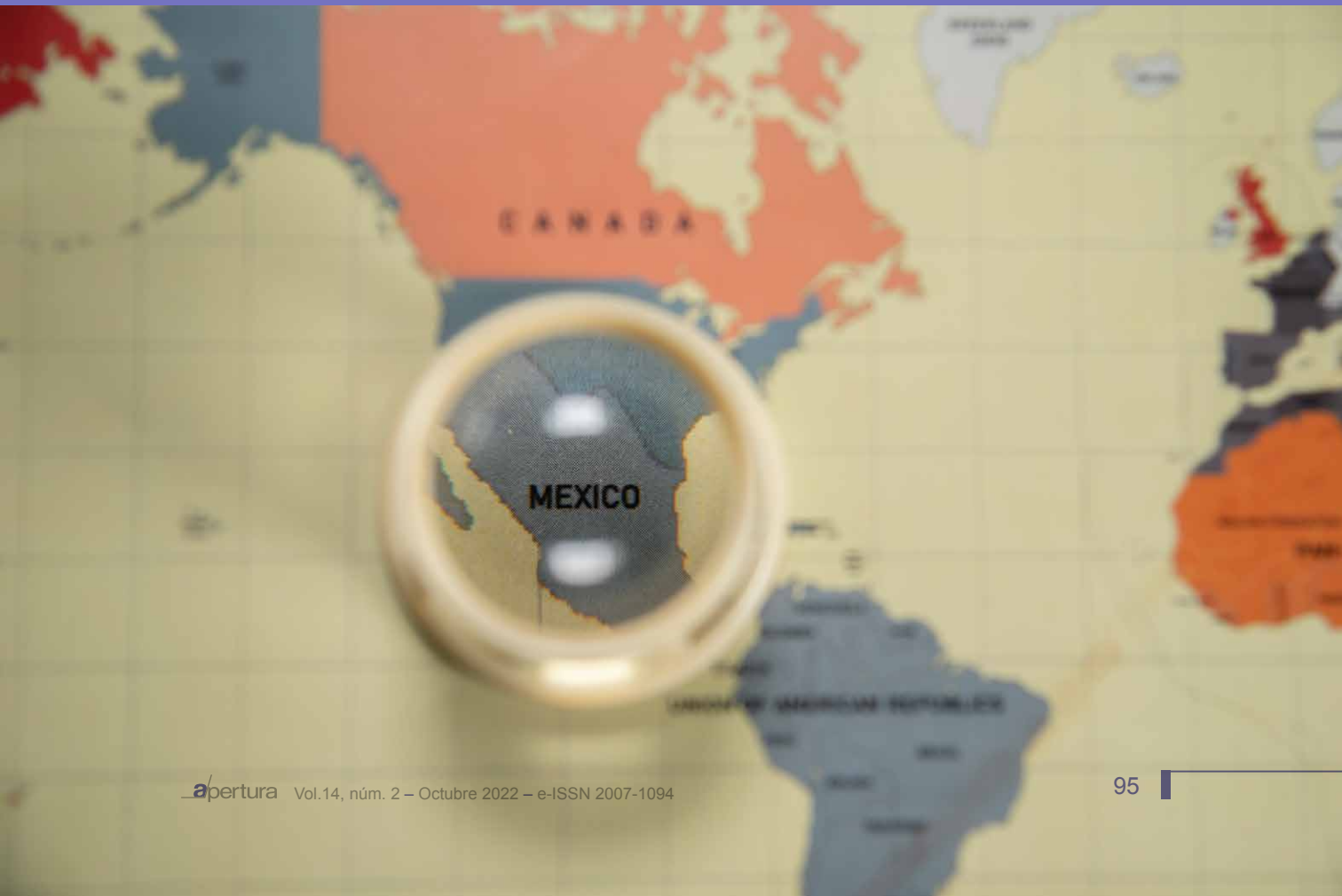
Utilizar plataformas digitales ha demostrado ser una estrategia útil cuando genera técnicas didácticas digitales y se concibe como un medio de comunicación entre el profesor y el alumno (Almazán y Cárdenas, 2012), lo que permitió transitar de un modelo único, durante los picos de la pandemia, a los diferentes modelos híbridos.

Es importante recordar que diferentes áreas académicas requieren diferentes maneras de impartir el aprendizaje. Asimismo, los perfiles de los alumnos en modalidad a distancia definen el grado de dominio de las herramientas y las estrategias de aprendizaje y, por ende, la didáctica educativa a implementar (Almazán y Cárdenas, 2012); es decir, implica emplear teorías de aprendizaje específicas para mejorar la educación universitaria en línea y que los sujetos del aprendizaje (profesor y alumno) se conecten de manera eficiente a través de estos medios digitales (Andersen y West, 2020).

Esta situación puede observarse en la mejora del proceso de evaluación, que transitó de enviar

las tareas al profesor por correo electrónico, con los retos profesionales que esto implicó (Carrillo & Flores, 2020), a la creación de portafolios digitales como estrategia de evaluación del aprendizaje, lo que generó mejores niveles de aprendizaje y permitió la retroalimentación para reconstruir el conocimiento (Marinho *et al.*, 2021). Si bien esta transformación es compleja, resulta fundamental para los procesos de evaluación (Henderson *et al.*, 2019).

Es necesario considerar que la evaluación de los alumnos no es el único indicativo de aprendizaje, ya que no solo se valoran los aprendizajes de los contenidos mediante un examen tradicional, también se recomienda medir la participación y para ello se utiliza la autoevaluación, la evaluación por pares o la evaluación compartida mediante foros de discusión o ejercicios de preguntas y respuestas (San Martín *et al.*, 2016). La evaluación permite realizar una serie de pruebas que reflejan el proceso formativo del alumnado (Area-Moreira *et al.*, 2021), en ese sentido, hay



que resaltar la importancia del esquema de evaluación, el cual también está condicionado al tipo de disciplina académica, ya que algunas veces el examen final tiene mayor importancia (por ejemplo, las universidades públicas aún contemplan el examen final como el modelo tradicional de evaluación; San Martín *et al.*, 2016), mientras que en otras ocasiones las prácticas de laboratorio son más relevantes (San Martín *et al.*, 2016).

Valorar los aprendizajes esperados es multidimensional e implica implementar diferentes pruebas, teniendo presente el área académica y el tipo de universidad, sin olvidar que se recomienda que cualquier modelo de evaluación se acompañe de una retroalimentación oportuna (Carrasco *et al.*, 2021).

Las plataformas educativas deben ser capaces de proveer espacios para desarrollar habilidades de flexibilidad, resiliencia y previsión en las diferentes áreas académicas, ya sea ciencias exactas o humanidades (Jordan *et al.*, 2021), en donde se permita generar variaciones en cuanto a las respuestas que se aplicaron para contrarrestar la problemática. En esto radica la importancia de saber cómo influyen estas herramientas en el proceso de aprendizaje, especialmente cuando el tipo de plataforma digital configura el medio en que el pro-

Las plataformas educativas
deben ser capaces de proveer
espacios para desarrollar
habilidades de flexibilidad,
resiliencia y previsión en las
diferentes áreas académicas,
ya sea ciencias exactas o
humanidades

fesor y el alumno se encuentran, lo que afecta la participación, la asistencia y los resultados de la evaluación (Ramírez y Barajas, 2017).

De manera concreta, en México la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* (CPEUM) establece que la educación superior o universitaria goza de autonomía en los componentes presupuestales y académicos (2021, Artículo 3, Fracción VII), lo que permite que operen atendiendo a una situación concreta, esto posibilita la recolección de diversas experiencias y atiende a los teóricos de las organizaciones, además se asume que al estar facultados para la toma de decisiones dentro de la propia institución se accede a mayores grados de eficiencia (Bracho, 2011).

METODOLOGÍA

Este trabajo pretende identificar si el uso de plataformas digitales, que incorporan en su implementación las características descritas, propician mejores niveles de participación, asistencia y evaluación de los alumnos. Para comprobar esta hipótesis se somete la información a un análisis envolvente de datos (DEA, por sus siglas en inglés), considerando los productos empleados y los logros obtenidos (Chávez *et al.*, 2016; Torres Hernández *et al.*, 2010).

El DEA realiza un estudio de eficiencia técnica (Miriam *et al.*, 2017) no paramétrico, de tipo cuantitativo, que combina *inputs* y *outputs*; este ha sido utilizado para estudiar la eficiencia en el sector educativo, específicamente en la educación superior (Alfonso *et al.*, 2013), en donde existen múltiples entradas y salidas que pueden ser expresadas en unidades de medida (Villarreal & Tohmé, 2017). El DEA se basa en análisis matemáticos, puede comparar un grupo de unidades por nivel de eficiencia y, con esto, clasificarlas de manera objetiva para la toma de decisiones; al obtener los resultados se realiza un cálculo que genera una puntuación para cada unidad. Este tipo de estudios posee algunas limitaciones,

como la sensibilidad a errores de datos (Ramírez y Alfaro, 2013).

Para este análisis se tomaron catorce características señaladas por la literatura como variables de entrada, entendidas como la calidad de la infraestructura digital, o estructura de plataforma digital, tomando en cuenta el programa académico o la disciplina académica a impartir (Alfonso *et al.*, 2013); como salidas se valoró el rendimiento estudiantil, según la participación, la asistencia y la evaluación de los alumnos, lo que implica identificar el aprovechamiento de los recursos empleados para expresarlos en eficiencia relativa, en donde a los valores iguales a 1 se les denomina: eficiente (Quesada-Ibargüen, 2003).

Por lo anterior, se valoró que la metodología del análisis envolvente de datos es la más propicia para comprobar si es verdadera la hipótesis planteada: a mayor cantidad de características añadidas a las plataformas digitales mejores niveles de participación, asistencia y evaluación de los estudiantes.

Diseño de la investigación

Universo

Con el objetivo de analizar cómo han influido las plataformas educativas implementadas a nivel superior en México durante la pandemia provocada por la covid-19, mediante la Plataforma Nacional de Transparencia y Acceso a la Información Pública (PNT) se solicitó a 338 instituciones de educación superior (en sus componentes de universidades autónomas, estatales, politécnicas, tecnológicas interculturales y pedagógicas) información acerca de:

Entradas:

Si la plataforma educativa en línea implementada por la universidad durante la pandemia:

- 1) Cuenta con una biblioteca para brindar servicios efectivos a los docentes y a los estudiantes

- 2) Permite la producción de contenidos académicos por parte del docente
- 3) Genera videoconferencias entre el docente y el estudiante
- 4) Cuenta con un apartado para el envío de tareas
- 5) Cuenta con un apartado para motivar los foros de discusión
- 6) Cuenta con un portafolio digital como estrategia de evaluación del aprendizaje
- 7) Cuenta con un apartado para la retroalimentación remota
- 8) Permite implementar sesiones teóricas pregrabadas por el docente
- 9) Permite implementar mentorías sincrónicas
- 10) Es accesible para estudiantes con discapacidad visual o auditiva
- 11) Evita el plagio o el reemplazo de identidad por parte de los estudiantes
- 12) Es compatible con todos los navegadores
- 13) Es capaz de reconocer patrones o incluso identificar a las personas en riesgo de ser reprobados o de perder el año
- 14) Brinda ayuda remota para el uso de la plataforma a los docentes y a los estudiantes

Lo anterior sirve para analizar cómo han influido las características de la plataforma en:

Salidas:

- 1) Participación
- 2) Asistencia
- 3) Evaluación de los alumnos

La totalidad del universo planteado fue nueve disciplinas académicas (en 338 instituciones de educación superior) que reciben recursos federales o estatales, razón por la que fueron añadidos a la PNT como sujetos obligados. A estas instituciones de educación superior se les envió una solicitud de acceso a la información para que proporcionaran datos en relación con las entradas y salidas estudiadas, delimitando la investigación al período académico que comprendió del primero de marzo

de 2020 al 9 de julio de 2021. La muestra (ver tabla 1) se formó según las respuestas dadas por las instituciones de educación superior, en especial aquellas que en la solicitud:

- 1) Al considerar las entradas o características tecnológicas, su respuesta –si se cuenta, no se cuenta, parcialmente se cuenta– pudo ser normalizada en valores numéricos.
- 2) Teniendo en cuenta que en las universidades los profesores gozan de libertad de cátedra, lo que les permite acceder a diversas formas de calificación, así como a determinar la participación y asistencia según su forma de evaluar, las salidas de la muestra se centraron en utilizar solo aquellas respuestas que refirieron seguir una escala de:
 - a) Participación: evaluada en una escala del 0 al 100%
 - b) Asistencia: evaluada en una escala del 0 al 100%
 - c) Calificación: evaluada en una escala del 0 al 10

Lo anterior se realizó para que los datos fueran uniformes y en ese orden de ideas pudieran contemplarse como viables para el análisis, especialmente porque para analizar mediante el DEA

se requiere que los datos a analizar sean homogéneos para la comparación, y a la vez heterogéneas para extraer información después de comparar (Pino-Mejías *et al.*, 2010). Es por esto que, considerando las nueve disciplinas académicas y el resultado del subconjunto de datos que conforma la muestra, se obtiene una muestra y los valores de entrada y salida.

Muestra

Tras recibir la información y procesarla se obtuvo la muestra que se desglosa en la tabla 1. De esta muestra se midieron las entradas y salidas, o productos empleados y logros, para obtener los promedios.

Valores de entradas

Para las entradas, los valores se definieron en una escala de:

- Cuenta con alguna de las características referidas: 1 punto por característica
- Cuenta parcialmente con alguna de las características: 0.5 puntos por característica
- No cuenta con alguna de las características referidas: 0 puntos por característica

Para realizar el análisis de las entradas se aplicó la siguiente fórmula (ver tabla 2):

Tabla 1. Muestra

DISCIPLINA	INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR ESTUDIADAS POR DISCIPLINA
Artes, diseño y arquitectura	9
Ciencias sociales, humanidades y derecho	15
Salud, enfermería, optometría, deporte y nutrición	26
Agronomía y zootecnia	29
Físico-matemáticas	17
Química, biología y ciencias del mar	28
Económico-administrativas y turismo	93
Ingeniería e informática	116
Pedagogía, psicología y comunicación	11

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Tabla 2. Fórmula entradas

FÓRMULA 1. EFICIENCIA DE LAS ENTRADAS	PROMEDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS
$E = nE / \max nE$	$\bar{X}E = \Sigma E / n$
Donde:	Donde:
<p>E = Entradas nE = Número de entradas o características tecnológicas con las que cuenta la plataforma de la institución de educación superior, por disciplina académica $\max nE$ = Valor máximo de número total de entradas considerada</p>	<p>$\bar{X}E$ = Promedio de entradas ΣE = Suma de entradas de todas las instituciones de educación superior por disciplina académica n = Número de instituciones de educación superior estudiadas por disciplina</p>

Fuente: Elaboración propia con información de Chávez *et al.* (2016), Torres Hernández *et al.* (2010).

Valores de salidas

Para las salidas, los valores se definen de acuerdo con lo mostrado en la tabla 3. En este sentido, la eficiencia total, al observar los valores de las entradas (resultado de la fórmula 1, ver tabla 2) y las salidas (resultado de la fórmula 5, ver tabla 3), se calcula de acuerdo con la fórmula 6 (ver tabla 4).

Los resultados (E , S y Ef) se desagregan por institución, agrupados por disciplinas académicas, es decir, los resultados por institución de educación superior se muestran en las abscisas de las gráficas 1 a la 9. En cuanto a los promedios, se describen en el texto del apartado de resultados por disciplina, las formulas se desglosan en las tablas 2, 3 y 4 y los resultados en la tabla 5.

Tabla 3. Fórmula salidas

VALORES POR UNIVERSIDAD		
Participación: 0-100%	Asistencia: 0-100%	Calificación: 0-10
FÓRMULA 2. PARTICIPACIÓN	FÓRMULA 3. ASISTENCIA	FÓRMULA 4. CALIFICACIÓN
$P = PP / \max PP$	$A = PA / \max PA$	$C = c / \max C$
Donde:	Donde:	Donde:
<p>P = Participación PP = Porcentaje de participación por institución de educación superior y por disciplina académica $\max PP$ = Valor máximo de porcentaje de participación</p>	<p>A = Asistencia PA = Porcentaje de asistencia por institución de educación superior y por disciplina académica $\max PA$ = Valor máximo de porcentaje de asistencia</p>	<p>C = Calificación c = Calificación por institución de educación superior y por disciplina académica $\max C$ = Valor máximo de calificación</p>
Al considerar tres salidas: participación, asistencia y calificaciones, se calcula de la siguiente forma		
FÓRMULA 5. EFICIENCIA DE LAS SALIDAS		
Donde:		
$S = (P + A + C) / n$		
S = Salida. P = Participación. A = Asistencia. C = Calificación. n = Número total de salidas.		

VALORES PROMEDIO POR ÁREA ACADÉMICA O DISCIPLINA ACADÉMICA		
PROMEDIO DE LA PARTICIPACIÓN	PROMEDIO DE LA ASISTENCIA	PROMEDIO DE LAS CALIFICACIONES
Donde:	Donde:	Donde:
$\bar{X}P = \Sigma P/n$	$\bar{X}A = \Sigma A/n$	$\bar{X}C = \Sigma C/n$
$\bar{X}P$ = Promedio de participación ΣP = Suma de participación de todas las instituciones de educación superior por disciplina n = Número de instituciones de educación superior estudiadas por disciplina	$\bar{X}A$ = Promedio de asistencia ΣA = Suma de asistencia de todas las instituciones de educación superior por disciplina n = Número de instituciones de educación superior estudiadas por disciplina	$\bar{X}C$ = Promedio de calificaciones ΣC = Suma de calificaciones de todas las instituciones de educación superior por disciplina n = Número de instituciones de educación superior estudiadas por disciplina

Fuente: elaboración propia con información de Chávez *et al.* (2016), Torres Hernández *et al.* (2010).

Tabla 4. Fórmula eficiencia

FÓRMULA 6. EFICIENCIA TOTAL	PROMEDIO DE LA EFICIENCIA
$Ef = E \times S$	$\bar{X}Ef = \Sigma Ef/n$
Donde : Ef = Eficiencia S = Salidas E = Entradas	$\bar{X}Ef$ = Promedio de entradas ΣEf = Suma de entradas de todas las instituciones de educación superior y por disciplina n = Número de instituciones de educación superior estudiadas por disciplinas

Fuente: elaboración propia con información de Chávez *et al.* (2016), Torres Hernández *et al.* (2010).

RESULTADOS

Artes, diseño y arquitectura

Se analizaron nueve instituciones de educación superior en su componente de universidades tecnológicas.¹ Al extraer los datos, en donde los valores cercanos a 1 son los más eficientes, se identificaron tres elementos importantes, las entradas (*E*), las salidas (*S*) y la eficiencia (*Ef*). En la gráfica 1 se evidencia la relación directa entre las variables consideradas en este estudio por institución. En relación con los promedios por grupo de disciplinas, el promedio de características

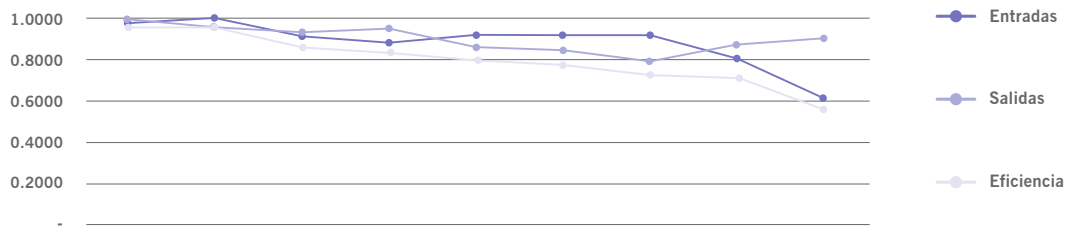
tecnológicas usadas en las plataformas es de 11.5 ($\bar{X}E = \frac{\Sigma E}{n}$), el promedio de participación en plataforma es de 93.03 ($\bar{X}P = \frac{\Sigma P}{n}$), el promedio de asistencia es de 89.43 ($\bar{X}A = \frac{\Sigma A}{n}$) y el promedio de calificaciones es de 8.35 ($\bar{X}C = \frac{\Sigma C}{n}$), donde el promedio de la eficiencia por unidades estudiadas es de 0.79 $\bar{X}Ef = \frac{\Sigma Ef}{n}$.

Ciencias sociales, humanidades y derecho

Se estudiaron quince instituciones de educación superior en sus componentes de universidades estatales, tecnológicas e interculturales.² Respecto a los valores cercanos a 1 en la relación de entradas,

¹ Ubicadas en el Estado de México, Morelos, Yucatán, Puebla, Michoacán y San Luis Potosí.

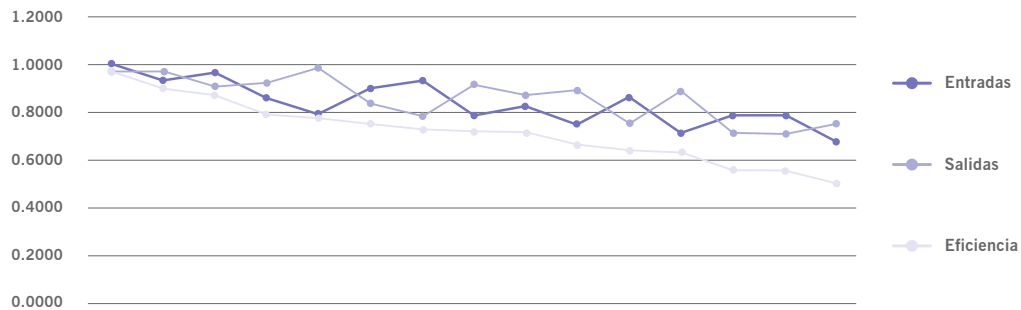
² Ubicadas en el Estado de México, Oaxaca, Puebla, Yucatán, Sonora, Coahuila, Veracruz, Campeche, Tabasco, Michoacán y Nuevo León.



Gráfica 1. Eficiencia por disciplina de Artes, diseño y arquitectura.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.



Gráfica 2. Eficiencia por disciplina de Ciencias sociales, humanidades y derecho.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.

salidas y eficiencia, la gráfica 2 muestra el vínculo entre las variables estudiadas, en donde se observan variaciones entre las entradas o las salidas que repercuten en la eficiencia. Al analizar los datos, las variaciones surgen en el rendimiento estudiantil definido por las salidas de participación, asistencia y evaluaciones.

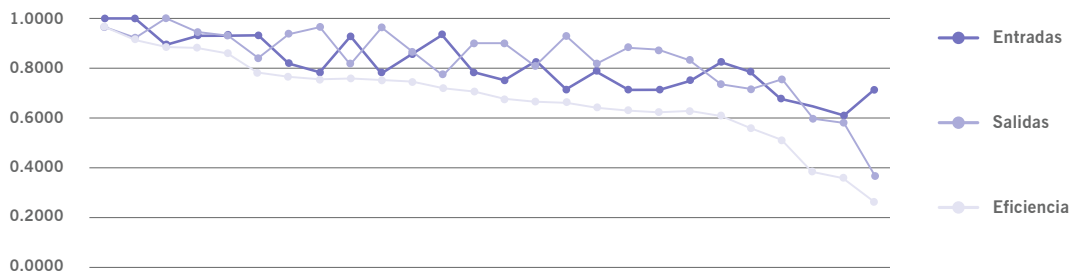
Para las disciplinas de Ciencias sociales, humanidades y derecho el promedio de participación fue 84.60, en cuanto a la asistencia fue de 82.74 y para las calificaciones de 8.48. Por lo que refiere al promedio de las características tecnológicas de las plataformas implementadas durante la pandemia, el resultado fue de 11.70, mientras que en la eficiencia final se obtuvo un valor de 0.71.

Salud, enfermería, optometría, deporte y nutrición

Los resultados de esta área académica se conforman por 26 instituciones de educación superior en sus componentes de universidades estatales, tecnológicas, politécnicas, autónomas e interculturales.³ Al analizar las entradas, salidas y eficiencia con un valor cercano a 1, se muestra que los datos, aunque son homogéneos entre sí, tienen variaciones importantes, ya que las variables de salida empiezan a guardar una simetría a la baja, en donde el promedio de características tecnológicas disminuye; lo mismo sucede con las salidas de participación y asistencia (ver gráfica 3).

El promedio para esta área académica estudiada, en cuanto variable de entrada es de 11.30 y

³ De los estados de Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Estado de México, Sinaloa, Campeche, Puebla, Tabasco, Querétaro, Nayarit y Jalisco.



Gráfica 3. Eficiencia por disciplina de Salud, enfermería, optometría, deporte y nutrición.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.

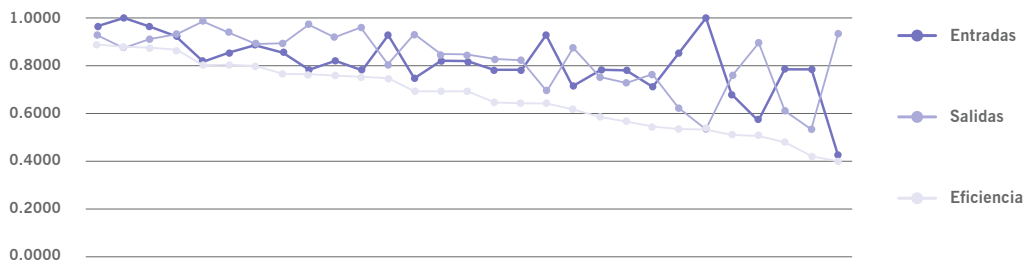
en lo que respecta a la participación es de 79.44, el promedio de la asistencia es de 79.38 y en cuanto a calificaciones es de 8.49; asimismo, el valor de eficiencia promedio es de 0.68. Los resultados evidencian cómo al disminuir las características tecnológicas empleadas reducen de manera directa las salidas, específicamente la participación y la asistencia, aunque las calificaciones se mantienen.

Agronomía y zootecnia

Esta área cuenta con una muestra de 29 instituciones de educación superior, tecnológicas, estatales, politécnicas e interculturales.⁴ La tendencia en cuanto a las características empleadas

por las plataformas y los resultados de participación, asistencia y evaluación, es que dejan de ser homogéneos y de nueva cuenta van a la baja, ya que existen valores por institución cercanos a 1 en las entradas, con valores de salidas de 0.50 (ver gráfica 4).

En este caso, el promedio de participación es de 79.96, el de asistencia de 76.91 y para las calificaciones es de 8.24; con relación a la cantidad de características tecnológicas con lo que cuenta las plataformas el promedio es de 11.39 y el promedio de eficiencia es de 0.67. De nueva cuenta, se observa cómo al disminuir las características tecnológicas empleadas baja de manera directa el promedio de participación y de asistencia.



Gráfica 4. Eficiencia por disciplina de Agronomía y zootecnia.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.

⁴ De los estados de Chihuahua, Oaxaca, Sinaloa, Michoacán, Aguascalientes, Zacatecas, Guerrero, Tabasco, Yucatán, Campeche, Veracruz, Puebla, Morelos, Nuevo León y Durango.

Físico-matemática

Para su estudio se tomó una muestra de 17 instituciones a nivel superior de competencia, politécnica, tecnológica y autónoma.⁵ Los resultados muestran cómo ante mayores características tecnológicas empleadas, mayores grados de participación, asistencia y calificaciones. La gráfica 5 muestra variaciones entre las entradas.

En cuanto a las entradas, el estudio de esta área académica cuenta con un promedio de 12.23 elementos considerados en el total de la muestra, una participación de 83.04, una asistencia de 80.69 y un promedio de calificaciones de 8.28, la eficiencia como valor promedio obtenido es de 0.73.

Química, biología y ciencias del mar

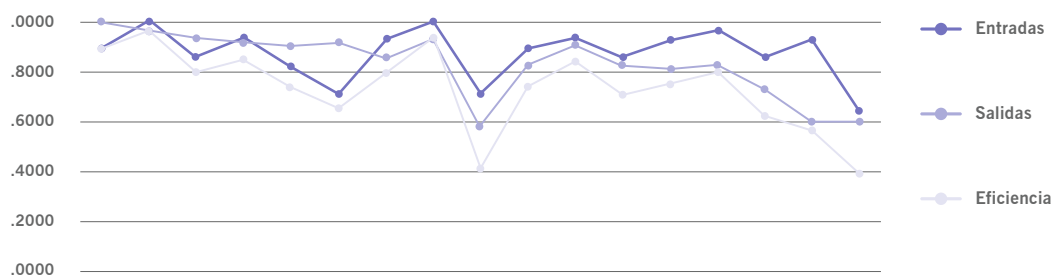
La muestra se conforma de 28 instituciones a nivel superior en sus componentes de universidades tecnológicas, estatales, politécnicas y autónomas.⁶ Esta disciplina cuenta con un promedio de características tecnológicas empleadas de 11.75, un promedio de participación de 86.04, asistencia de 82.89 y calificaciones de 8.38, el va-

lor de eficiencia en promedio es de 0.72. De los resultados se desprende valores homogéneos entre entradas y la eficiencia, con algunas variaciones con relación a las salidas. Al analizar únicamente las salidas existe una relación directa entre las características tecnológicas y los grados de participación y asistencia, con pequeñas variaciones en las calificaciones (ver gráfica 6).

Económico-administrativas y turismo

Esta área académica tiene la segunda muestra más grande, con 93 instituciones de educación superior en sus componentes de universidades tecnológicas, politécnicas, interculturales, autónomas y estatales (ver gráfica 7).⁷

Los resultados para esta área denotan cómo la estructura de las plataformas como variable de entrada genera salidas significativas (participación, asistencia y evaluación), es decir, mejor rendimiento. Para este caso el promedio de entradas es de 11.44 y el promedio de salidas correspondiente a participación es de 85.14, el promedio de la asistencia es de 84.14, para calificaciones 8.5, así como un promedio de eficiencia de 0.69.



Gráfica 5. Eficiencia por disciplina de Físico-matemática.

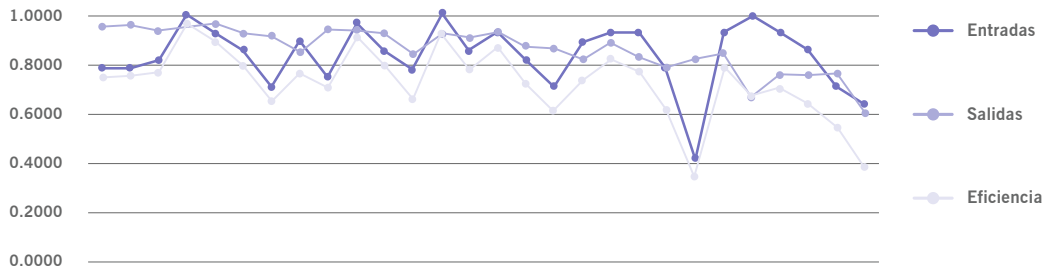
Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.

⁵ Ubicadas en los estados de Durango, Puebla, Sonora, Tabasco, Veracruz, Tamaulipas, Campeche, Coahuila, Michoacán, Durango y Nayarit.

⁶ Ubicadas en el Estado de México, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Nuevo León, Jalisco, Tamaulipas, Campeche, Tlaxcala, Tabasco, Coahuila, Michoacán, Durango y Nayarit.

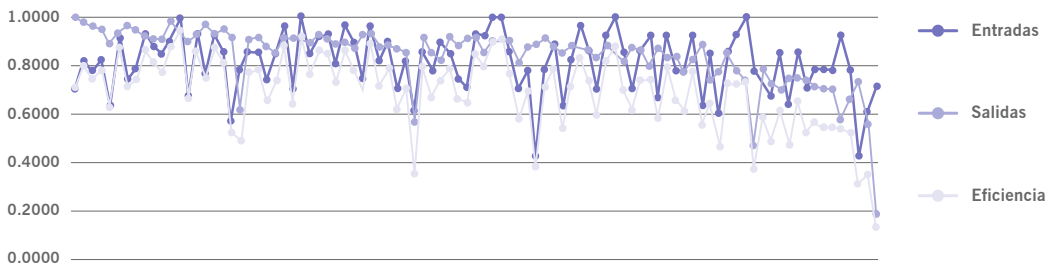
⁷ La muestra abarca universidades en toda la república a excepción de Colima, Ciudad de México, Guanajuato, Hidalgo, Nayarit y Querétaro.



Gráfica 6. Eficiencia por disciplina de Química, biología y ciencias del mar.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.



Gráfica 7. Eficiencia por disciplina de Económico-administrativas y turismo.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.

Ingeniería e informática

La muestra concerniente a la disciplina de Ingeniería e informática es de 116 instituciones de educación superior e incluye universidades tecnológicas, politécnicas, estatales y autónomas.⁸ Los resultados se visualizan en la gráfica 8.

En este caso hay una relación significativa entre los valores de entrada y salida analizados: mejores plataformas, mejor participación, asistencia y promedio de calificaciones. En esta área académica el promedio general es el siguiente: participación 84.90, asistencia 82.40, calificaciones 8.2 y características de la plataforma educativa 11.53; el valor de eficiencia en promedio es de 0.68.

Pedagogía, psicología y comunicación

La última área académica a estudiar es Pedagogía, psicología y comunicación, con una muestra de once instituciones de educación superior en sus componentes de universidades tecnológicas, pedagógicas, estatales e interculturales.⁹ La gráfica 9 muestra las relaciones en donde el promedio general de participación es de 82.45, para asistencia es de 87.62, el promedio de calificaciones es de 8.95 y utilizan en promedio 11.54 de las características tecnológicas consideradas; el valor más eficiente es de 0.72.

Resalta que en todos los casos existe una baja implementación de bibliotecas digitales

⁸ La muestra abarca todos los estados a excepción de Aguascalientes, Ciudad de México, Hidalgo y Querétaro.

⁹ Localizadas en los estados de Puebla, Nuevo León, Baja California, Sinaloa, Campeche, Estado de México, Coahuila, Tabasco y Nayarit.

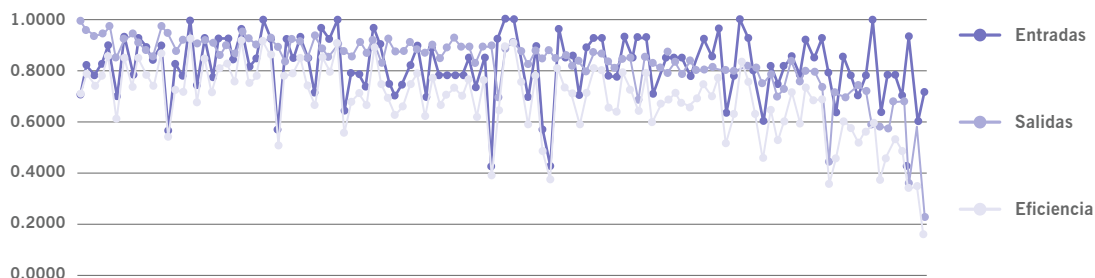


Gráfico 8. Eficiencia por disciplina de Ingeniería e informática.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.

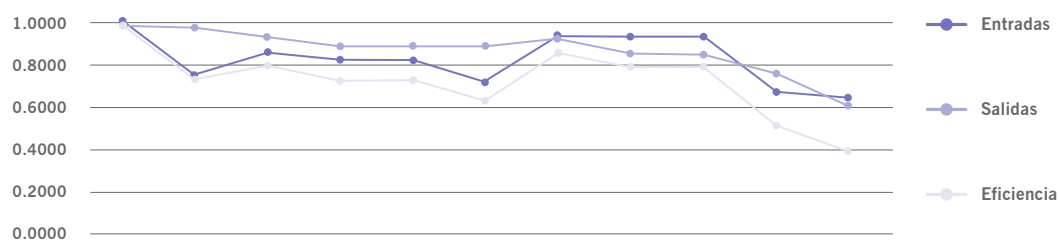


Gráfico 9. Eficiencia por disciplina de Pedagogía, psicología y comunicación.

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Nota: en las abscisas se reflejan las instituciones.

dentro de las plataformas, poca accesibilidad para los estudiantes con discapacidad, baja capacidad de reconocer patrones, ausencia de elementos para evitar el plagio o el remplazo

de identidad, así como pocos espacios digitales para las mentorías sincrónicas y retroalimentaciones remotas. Los valores totales se desglosan en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados finales

DISCIPLINA	PROMEDIO DE PARTICIPACIÓN	PROMEDIO DE ASISTENCIA	PROMEDIO DE CALIFICACIONES	PROMEDIO DE CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS	PROMEDIO DE EFICIENCIA
	$\bar{X}P = \Sigma P/n$	$\bar{X}A = \Sigma A/n$	$\bar{X}C = \Sigma C/n$	$\bar{X}E = \Sigma E/n$	$\bar{X}Ef = \Sigma Ef/n$
Artes, diseño y arquitectura	93.03	89.43	8.35	11.50	0.79
Ciencias sociales, humanidades y derecho	84.60	82.74	8.48	11.70	0.71
Salud, enfermería, optometría, deporte y nutrición	79.44	79.38	8.49	11.30	0.68
Agronomía y zootecnia	79.96	76.91	8.24	11.39	0.67
Físico-matemáticas	83.04	80.69	8.28	12.23	0.73

DISCIPLINA	PROMEDIO DE PARTICIPACIÓN	PROMEDIO DE ASISTENCIA	PROMEDIO DE CALIFICACIONES	PROMEDIO DE CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS	PROMEDIO DE EFICIENCIA
	$\bar{X}P = \Sigma P/n$	$\bar{X}A = \Sigma A/n$	$\bar{X}C = \Sigma C/n$	$\bar{X}E = \Sigma E/n$	$\bar{X}Ef = \Sigma Ef/n$
Química, biología y ciencias del mar	86.04	82.40	8.38	11.75	0.72
Económico-administrativas y turismo	85.14	84.14	8.50	11.44	0.69
Ingeniería e informática	84.90	82.40	8.20	11.53	0.68
Pedagogía, psicología y comunicación	82.42	81.05	8.68	11.54	0.72

Fuente: elaboración propia con información de la muestra recolectada.

Hallazgos

Con relación a las variables estudiadas en sus componentes de entradas y salidas, se observa:

- 1) Mayores características tecnológicas, mayores niveles de asistencia y participación, donde valores iguales o mayores a 11.40 logran un promedio mayor a 80% de asistencia y participación.
- 2) Menos características tecnológicas, menos niveles de asistencia y participación, donde valores de 11.30 reflejan un promedio de asistencia y participación menor a 80%.
- 3) Se puede afirmar que la cantidad de características tecnológicas de las plataformas influye de manera directa en el promedio de asistencia y participación.
- 4) Las características tecnológicas de las plataformas no influyen de manera directa en el promedio de calificaciones por disciplina, ya que se identificó que:
 - a) El área de Físico-matemáticas tiene el promedio más alto de entradas o características tecnológicas, y cuenta con el tercer promedio más bajo de calificaciones.
 - b) El área de Salud, enfermería, optometría, deporte y nutrición cuenta con un promedio bajo de entradas, y tiene el tercer mejor promedio de calificaciones.
- 5) Las disciplinas de Salud, enfermería, optometría, deporte y nutrición, así como las de Agronomía y zootecnia, tienen variaciones similares, con promedios menores a 80% en participación y asistencia, y calificaciones con valores mayores a 80%, lo que implica que para estas disciplinas la participación y la asistencia no influye de manera directa en la calificación.
- 6) El mayor grado de eficiencia lo alcanza las disciplinas de Artes, diseño y arquitectura, con los mejores promedios de asistencia y participación, y con el segundo promedio más bajo.
- 7) El menor grado de eficiencia lo obtiene Agronomía y zootecnia, con el promedio más bajo de asistencia y participación.
- 8) Las disciplinas de Artes, diseño y arquitectura, Ciencias sociales, humanidades y derecho, Química, biología y ciencias del mar, Económico-administrativas y turismo, Ingeniería e informática, así como Pedagogía, psicología y comunicación, confirman la hipótesis de que, a mayor cantidad de características añadidas a las plataformas digitales, son mejores los niveles de participación, asistencia y evaluación de los alumnos.
- 9) Las disciplinas de Salud, enfermería, optometría, deporte y nutrición, Agronomía y zootecnia, así como Físico-matemáticas, rechazan la hipótesis propuesta.

CONCLUSIONES

Por medio de un DEA esta investigación logró medir la eficiencia de las plataformas educativas a nivel superior en México por área académica durante la pandemia provocada por la covid-19. Se obtuvieron los promedios de participación, asistencia, calificación y características tecnológicas, así como los resultados de eficiencia por disciplina académica, lo que permitió identificar en qué área académica se materializa la hipótesis de que a mayor cantidad de características añadidas a las plataformas digitales se mejoran los niveles de rendimiento estudiantil (hallazgo 8) y en cuáles casos esta relación se rechaza (hallazgo 9).

En cuanto a la contribución teórica y práctica, la literatura estudiada permitió identificar cómo las plataformas digitales promueven la producción de contenidos académicos y sirven como instrumentos de migración para brindar servicios efectivos a los docentes y estudiantes, por ejemplo: videoconferencias, foro de dudas, espacios para el envío de tareas, portafolio digital, retroalimentación remota, sesiones teóricas pregrabadas por el docente y mentorías sincrónicas, lo que incentiva la participación, asistencia y evaluación a los alumnos. La metodología consintió en realizar un modelo matemático ajustado a la teoría estudiada, que mide varias entradas y salidas.

Respecto a las limitaciones de la investigación, esta se vio circunscrita por la cantidad de datos a analizar, ya que, aunque se solicitó a 338 instituciones de educación superior información relativa a las variables estudiadas, no todas dieron respuesta, además de que cada universidad, atendiendo a las características de la disciplina a impartir, utiliza diferentes medios de evaluación, por lo que las variables de salida se consideraron únicamente de acuerdo con la escala de evaluación empleada. Por último, y al tomar en cuenta futuras líneas de investigación, se recomienda analizar los diversos métodos de evaluación digital: portafolio digital y retroalimentación, para incluirlos como variables

La literatura estudiada permitió identificar cómo las plataformas digitales promueven la producción de contenidos académicos y sirven como instrumentos de migración para brindar servicios efectivos a los docentes y estudiantes

de salida en virtud de la relación calificación-plataforma digital. *a*

REFERENCIAS

- Agamben, G.; Žižek, S.; Luc Nancy, J.; “Bifo” Berardi, F.; López Petit, S.; Butler, J.; Badiou, A.; Harvey, D.; Han, B.-C.; Zibechi, R.; Galindo, M.; Gabriel, M.; Yañez González, G.; Manrique, P. y Preciado, P. B. (2020). *Sopa de Wuhan*. ASPO (Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio). <http://iips.usac.edu.gt/wp-content/uploads/2020/03/Sopa-de-Wuhan-ASPO.pdf>
- Aguilar Villanueva, L. F. (1992). *La hechura de las políticas*. Porrúa.
- Aguilar Villanueva, L. F. (2013). *El estudio de las políticas públicas*. Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Alfonso, A.; Mendoza, M.; Alberto, D.; Cadavid, V.; José, T. y Herrera, F. (2013). Propuesta para la medición del rendimiento académico de los estudiantes de las universidades utilizando análisis envolvente de datos (DEA). *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1446>
- Almazán, O. M. y Cárdenas López, M. G. (2012). Educación a distancia: nueva modalidad, nuevos alumnos. Perfiles de alumnos de Psicología en México. *Perfiles Educativos*, 34(136), 118-136. <https://doi.org/10.22201/IIISUE.24486167E.2012.136.31767>
- Andersen, C. L. y West, R. E. (2020). Mejorando la mentoría en la educación universitaria y explorando las implicaciones para el

- aprendizaje en línea. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(64), 30-39. <https://doi.org/10.6018/RED.408671>
- Area-Moreira, M.; Bethencourt-Aguilar, A.; Martín-Gómez, S. y Nicolás-Santos, M. A. B. S. (2021). Análisis de las políticas de enseñanza universitaria en España en tiempos de covid-19. La presencialidad adaptada. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(65). <https://doi.org/10.6018/RED.450461>
- Bracho González, T. (2011). *Innovación en la Política Educativa. Escuelas de Calidad*. Flacso.
- Carrasco, S. N.; Castellanos-Ramírez, J. C. y Espinosa, F. P. (2021). Contraste de experiencias de estudiantes universitarios en dos escenarios educativos: enseñanza en línea vs. enseñanza remota de emergencia. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(65). <https://doi.org/10.6018/RED.440731>
- Carrillo, C. & Flores, M. A. (2020). Covid-19 and teacher education: a literature review of online teaching and learning practices. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 466-487. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1821184>
- Chanto Espinoza, C. L. y Loáiciga Gutiérrez, J. L. (2022). La conectividad y la educación superior en el contexto de la pandemia covid-19, percepciones por estudiantes de universidades públicas (UNA - UCR - UNED - UTN). *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 33(1), 155-180. <https://doi.org/10.15359/rdh.33-1.9>
- Chávez, J. C. L. N.; Monge, R. G. y Hernández, Z. T. (2016). Las universidades en México: una medida de su eficiencia a través del análisis de la envolvente de datos con *bootstrap*. *Acta Universitaria*, 26(6), 60-69. <https://doi.org/10.15174/AU.2016.911>
- Coria, E. G. C. y Monge, R. G. (2022). Conectividad en la educación superior, desde la perspectiva de igualdad. El caso de las universidades en México durante la pandemia de covid-19. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 33(1), 157-175. <https://doi.org/10.15359/RLDH.33-1.8>
- Deeley, S. J. (2018). Using technology to facilitate effective assessment for learning and feedback in higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(3), 439-448. <https://doi.org/10.1080/02602938.2017.1356906>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. (2021). Artículo 3, Fracción VII. <https://www.diputados.gob.mx/Leyes-Biblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Henderson, M.; Ryan, T. & Phillips, M. (2019). The challenges of feedback in higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 44(8), 1237-1252. <https://doi.org/10.1080/02602938.2019.1599815>
- Jordan, K.; David, R.; Phillips, T. y Pellini, A. (2021). Educación durante la crisis de covid-19: oportunidades y limitaciones del uso de tecnología educativa en países de bajos ingresos. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(65). <https://doi.org/10.6018/RED.453621>
- Marinho, P.; Fernandes, P. & Pimentel, F. (2021). The digital portfolio as an assessment strategy for learning in higher education. *Distance Education*, 42(2), 1-15. <https://doi.org/10.1080/01587919.2021.1911628>
- Mejías Padilla, V. y Badilla Sánchez, E. (2022). Educación a distancia: discriminación en el acceso a internet y la tecnología de estudiantes de I y II ciclos de la educación general básica. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 33(1), 71-84. <https://doi.org/10.15359/rdh.33-1.4>
- Miriam, G.; Fernández, Q.; Roxana, W. & Minaya, J. (2017). Measurement of Technical Efficiency in the Autonomous Universities of the Bolivian University System: Enforcement of Enveloping Data Analysis (DEA). *Espacios*, 38(45). <https://www.revistaespacios.com/a17v38n45/a17v38n45p03.pdf>
- Moreno Rodríguez, R. (2020). Reflexiones en torno al impacto del covid-19 sobre la educación universitaria: aspectos a considerar acerca de los estudiantes con discapacidad. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 9(3e). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7523245>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2020). *Informe de políticas: La educación durante la covid-19 y después de ella*. ONU.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2020). *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717/PDF/373717eng.pdf.multi>
- Pardo Kuklinski, H. y Cobo, C. (2020). Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia. Outliers School. Barcelona. https://outliersschool.net/wp-content/uploads/2020/05/Expandir_la_universidad.pdf
- Pino-Mejías, J. L.; Solís-Cabrera, F. M.; Delgado-Fernández, M. y Barea-Barrera, R. (2010). Evaluación de la eficiencia de grupos de investigación mediante análisis envolvente de datos (DEA). *Profesional de la Información*, 19(2), 160-167. <https://doi.org/10.3145/EPI.2010.MAR.06>
- Portillo Peñuelas, S.; Isabel Castellanos Pierra, L.; Ulises Reynoso González, O. y Iván Gavotto Nogaes, O. (2020). Enseñanza remota de emergencia ante la pandemia covid-19 en educación

- media superior y educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 8, SPE(3), e589. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8nSPE3.589>
- Quesada-Ibargüen, V. M. (2003). Estimación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos (DEA). *Panorama Económico*, 11, 7-33. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/3182>
- Ramírez, P. E. y Alfaro, J. L. (2013). Evaluación de la eficiencia de las universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas: Resultados de un análisis envolvente de datos. *Formación Universitaria*, 6(3), 31-38. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062013000300005>
- Ramirez Valdez, W. y Barajas Villarruel, J. I. (2017). Uso de las plataformas educativas y su impacto en la práctica pedagógica en instituciones de educación superior de San Luis Potosí. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 60, a360-a360. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.60.798>
- San Martín Gutiérrez, S.; Jiménez Torres, N. & Jerónimo Sánchez-Beato, E. (2016). La evaluación del alumnado universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Aula Abierta*, 44(1), 7-14. <https://doi.org/10.1016/J.AULA.2015.03.003>
- Torres Hernández, Z.; Lenin Navarro Chávez, J. C. y Gómez Monge, R. (2010). El sector bancario en México: un análisis a través de la envolvente de datos (DEA). *Investigación Administrativa*, 39(106), 97-113. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-76782010000200097&script=sci_arttext
- Villarreal, F. & Tohmé, F. (2017). Data envelopment analysis. A case study for one Argentinian university. *Estudios Gerenciales*, 33(144), 302-308. <https://doi.org/10.1016/J.ESTGER.2017.06.004>
- Wong, R. (2020). When no one can go to school: does online learning meet students' basic learning needs? *Interactive Learning Environments*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1789672>



Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Castro Coria, Eva Grissel y Gómez Monge, Rodrigo. (2022). Análisis envolvente de datos de las plataformas educativas por área académica. *Apertura*, 14(2), pp. 92-109. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v14n2.2199>