https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2025v40n105/Cernchiaro

Evaluación de la inversión pública estatal en México: un enfoque de datos de panel

Evaluation of public investment in Mexico: a panel data approach

Christopher Cernichiaro Reyna*, Karina Galván Zavala** y Artemio Jiménez Rico***

*Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Departamento de producción económica. Correo electrónico: ccernichiaro@correo.xoc.uam.mx. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1956-5231

**Universidad de Guanajuato. Departamento de Gestión y Dirección de empresas. Correo electrónico: k.galvan@ugto.mx. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5759-8814

***Universidad de Guanajuato. Departamento de Gestión y Dirección de empresas. Correo electrónico: a.jimenezrico@ugto.mx. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9069-6483

RESUMEN

Este artículo examina los determinantes de la inversión pública estatal en México durante el período de 2011 a 2018, con un enfoque particular en la influencia de la deuda pública y las transferencias federales, incluyendo participaciones y aportaciones para infraestructura social. Utilizando datos de panel de 32 estados mexicanos, se aplicaron modelos de regresión agrupada y de efectos fijos para evaluar el impacto de estas variables sobre la inversión pública física. Los resultados revelan que, aunque la deuda pública estatal tiene una relación positiva y estadísticamente significativa con la inversión física, las participaciones y las aportaciones para infraestructura social no muestran una relación significativa en este aspecto. La investigación contribuye al entendimiento de cómo los estados mexicanos financian sus proyectos de infraestructura y destaca el papel de la deuda como fuente de recursos para la inversión física. Sin embargo, las limitaciones incluyen la posible falta de precisión en la asignación de los recursos de las aportaciones y la dificultad para captar todas las variables relevantes en el análisis. Futuros estudios podrían explorar la eficiencia en la ejecución de proyectos financiados por deuda y la gestión de las transferencias federales para mejorar su impacto en la inversión pública física.

ABSTRACT

This paper examines the determinants of state public investment in Mexico from 2011 to 2018, with a particular focus on the influence of public debt and federal transfers, including participations and contributions for social infrastructure. Using panel data from 32 Mexican states, pooled regression and fixed effects models were applied to assess the impact of these variables on physical public investment. The results reveal that, while state public debt has a positive and statistically significant relationship with physical investment, participations contributions for social infrastructure do not show a significant relationship in this regard. The research contributes to understanding how Mexican states finance infrastructure projects and highlights the role of debt as a source of resources for physical investment. However, limitations include the potential lack of precision in the allocation of contribution resources and the difficulty in capturing all relevant variables in the analysis. Future studies could explore the efficiency in the execution of debt-financed projects and the management of federal transfers to improve their impact on physical public investment.

Recibido: 28/agosto/2024 Aceptado: 03/febrero/2025 Publicado: 01/septiembre/2025

Palabras clave:

| Inversión física pública | | Participaciones | | Aportaciones | | Regresión agrupada | | Efectos fijos |

Keywords:

| Physical public investment | | Non-ear-marked federal | government transfers | | Ear-marked federal | government transfers | | Pooled regression | | Fixed effects |

> Clasificación JEL | JEL Classification | H5, H70, H60, O43



Esta obra está protegida bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

Las inversiones físicas, que se enfocan en la adquisición de bienes o activos productivos para la generación de otros bienes y servicios, están intrínsecamente ligadas al concepto de infraestructura. Este término engloba una amplia gama de sistemas esenciales que sostienen las sociedades y economías modernas, incluyendo caminos, puentes, vías férreas, puertos, aeropuertos, plantas generadoras de energía, redes de distribución, sistemas de drenaje y purificación de agua, así como viviendas, escuelas y hospitales (Prud'Homme, 2005; Carse, 2016). El desarrollo de infraestructura no solo impulsa el desempeño económico, sino que también mejora la equidad y aborda dimensiones fundamentales para el desarrollo humano. Una infraestructura adecuada promueve la productividad, reduce los costos económicos y facilita la apertura comercial y la reducción de la pobreza (Banco Mundial, 1994). Además, los proyectos de infraestructura contribuyen al desarrollo sostenible y a la mitigación de impactos ambientales negativos, subrayando su importancia, tanto para la economía, como para el bienestar social.

La literatura existente proporciona una perspectiva amplia sobre los factores que afectan la inversión pública en infraestructura. Randolph *et al.* (1996) exploran cómo el nivel de desarrollo, la urbanización y la participación laboral, junto con otros factores, como los desequilibrios regionales y la orientación económica exterior, influyen en la inversión en transporte y comunicaciones en 27 economías durante 1980-1986. Este enfoque destaca cómo las condiciones socioeconómicas y la estructura económica impactan en la asignación de recursos para infraestructura. Ametepey *et al.* (2022) amplían esta discusión al centrarse en la implementación de proyectos de infraestructura vial sostenible en países en desarrollo, subrayando la relevancia de la gestión de partes interesadas y la adecuada utilización de recursos para el éxito de estos proyectos.

Por su parte, Dao (2008) analiza los determinantes de los indicadores de infraestructura en países en desarrollo, revelando que el gasto en pensiones, educación, salud y otros componentes del gasto público son claves para entender las variaciones en los indicadores de infraestructura, especialmente en telecomunicaciones. En el contexto estadounidense, Nukpezah y Ahmadu (2024) investigan los factores que determinan el gasto en infraestructura estatal, encontrando que eventos de desastres y vulnerabilidad social influyen en el gasto en carreteras y sistemas de transporte, aunque estos efectos son variados según la categoría de infraestructura.

El estudio de Buchheim y Fretz (2020) aporta una dimensión política al análisis, demostrando que los gobiernos divididos tienden a incrementar el gasto en infraestructura, particularmente en transporte, en comparación con gobiernos unificados, reflejando cómo las dinámicas políticas pueden afectar la asignación de recursos. Complementando este análisis, Yu et al. (2011) investigan la influencia de la descentralización fiscal en China, evidenciando que la reducción del gasto en infraestructura por parte de los gobiernos municipales puede ser una respuesta a aumentos en el gasto en ciudades vecinas.

En América Latina, Jiménez, *et al.* (2018) revelan que la disponibilidad de recursos financieros, las transferencias relacionadas con recursos naturales, y las capacidades administrativas son factores cruciales para la inversión pública local en Perú. Finalmente, en el contexto de México, Torres y Gómez (2019) evidencian que, además de la matrícula y el abandono escolar, los aspectos políticos también juegan un rol importante en la asignación de recursos para infraestructura educativa en México.

En este contexto de literatura diversa, el presente artículo se enfoca en los determinantes específicos de la inversión pública estatal en México durante el periodo de 2011 a 2018. Al analizar la influencia de la deuda pública y las transferencias federales, como participaciones y aportaciones, este estudio busca contribuir a la comprensión de cómo se financian los proyectos de infraestructura en México. Los hallazgos resaltan la importancia de la deuda pública como una fuente clave de financiamiento para la inversión física, en contraste

con la falta de significancia de las transferencias federales en este aspecto. Esta investigación no solo amplía el entendimiento de las dinámicas fiscales en México, sino que también sugiere nuevas direcciones para la investigación futura, enfocándose en la eficiencia en el uso de la deuda y la gestión de recursos federales para mejorar la inversión en infraestructura estatal.

El artículo se organiza de la siguiente manera: primero, se realiza una revisión de la literatura relevante. Luego, se presentan las fuentes de datos utilizadas en las estimaciones, junto con sus justificaciones. A continuación, se describe la metodología aplicada en el estudio. Posteriormente, se exponen las estimaciones calculadas y se discuten sus implicaciones. Finalmente, se presentan las conclusiones derivadas de los resultados, se identifican las limitaciones del estudio y se proponen posibles direcciones para futuras investigaciones.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

En esta revisión de literatura, se examinan estudios que han analizado las determinantes de la inversión pública en infraestructura en diferentes contextos geográficos y económicos. A través de un análisis de investigaciones previas, se identifican los factores clave que influyen en la inversión en infraestructura, abarcando desde el impacto de las características económicas internas y la asistencia externa, hasta la influencia de la competencia intergubernamental y los efectos del ciclo político. Asimismo, se exploran estudios que abordan la distribución del gasto en infraestructura escolar y vial, así como la dinámica de la inversión en infraestructura en economías en desarrollo y en estados subnacionales de países como Estados Unidos, China y Perú. Este análisis proporciona una base empírica para comprender los elementos que deben considerarse al evaluar la inversión pública física en los 32 estados mexicanos durante periodos de estabilidad económica.

En la literatura existente sobre los determinantes de la inversión pública en infraestructura, Randolph *et al.* (1996) examinan los factores que influyen en la inversión en transporte y comunicaciones en 27 economías durante el periodo de 1980 a 1986. Identifican que el gasto en infraestructura está determinado principalmente por el nivel de desarrollo, la urbanización y la participación laboral, además de factores como la presencia de grandes sectores extranjeros, los desequilibrios entre áreas rurales y urbanas, y la orientación económica hacia el exterior. Siguiendo esta línea de investigación, Ametepey *et al.* (2022) se centran en los factores que afectan la implementación de proyectos de infraestructura vial sostenible en países en desarrollo, resaltando la importancia de la gestión de partes interesadas, la participación pública, la gestión de proyectos, y la adecuada utilización y gestión de recursos para asegurar el éxito de estos proyectos.

Por otro lado, Dao (2008) explora los determinantes de los indicadores de infraestructura en países en desarrollo utilizando datos del Banco Mundial y una regresión lineal multivariante. Sus hallazgos muestran que el gasto público en pensiones, educación, salud, ahorro público y salarios del servicio civil en relación con el PIB o el gasto gubernamental son factores significativos para explicar las variaciones en los indicadores de infraestructura, con un enfoque particular en las telecomunicaciones. En el contexto de Estados Unidos, Nukpezah y Ahmadu (2024) investigan los determinantes del gasto en infraestructura estatal, especialmente en carreteras, autopistas y sistemas de transporte. Utilizando datos de panel equilibrado y regresiones de efectos fijos, concluyen que el gasto en infraestructura estatal está influenciado por eventos de desastres y factores de vulnerabilidad social, aunque estos efectos varían según la categoría de infraestructura.

Además, Buchheim y Fretz (2020) analizan el impacto de los partidos políticos y los gobiernos divididos en el gasto en infraestructura para transporte, educación y servicios sociales en Estados Unidos. Empleando datos a nivel estatal entre 1970 y 2008, encuentran que los gobiernos divididos aumentan significativamente el gasto en estas áreas, particularmente en transporte, en comparación con gobiernos unificados demócratas, y en

educación y servicios sociales en comparación con gobiernos unificados republicanos. En un contexto diferente, Yu *et al.* (2011) investigan cómo la descentralización fiscal en China afecta la inversión pública en 242 ciudades chinas en 2005. Sus resultados indican que los gobiernos municipales tienden a reducir su gasto en infraestructura en respuesta al aumento del gasto en ciudades vecinas, evidenciando efectos de spillover positivos.

En América Latina, Jiménez, *et al.* (2018) estudian los determinantes de la inversión pública local en el Perú a través de un modelo de datos de panel dinámico aplicado a 1622 gobiernos locales entre 2010 y 2017. Sus resultados revelan que la disponibilidad de recursos financieros, especialmente las transferencias relacionadas con recursos naturales, las capacidades administrativas de los gobiernos locales y los efectos del ciclo político son factores clave para la inversión pública local, con variaciones según el tamaño económico de los gobiernos.

En México, la inversión en infraestructura pública ha experimentado transformaciones significativas impulsadas por diversos factores. La creciente integración económica con Estados Unidos, a partir del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, ha impactado estos cambios. Zaldivar y Zaldívar (2024) documentan que esta integración ha modificado de manera heterogénea las estructuras económicas de los estados mexicanos, alterando tanto la naturaleza como el grado de sincronización económica entre ellos. Probablemente, esta transformación ha influido en la asignación de recursos para inversión física, ya que las economías estatales más integradas tienden a mostrar una mayor sincronización en su desarrollo económico.

Adicionalmente, la asignación de recursos para infraestructura en México está condicionada por una variedad de factores que van más allá de la integración económica. Según Torres y Gómez (2019), aspectos políticos y sociales, como la matrícula escolar y el abandono escolar, desempeñan un papel importante en la determinación de estos recursos en el ámbito de la infraestructura educativa. En este contexto, Iglesias (2023) muestra que la política fiscal en México ha sido procíclica, con ingresos excedentes destinados a reducir la deuda en periodos de auge y la adopción de medidas contracíclicas en tiempos de contracción económica. Así, la inversión física pública en México se ve influenciada por una interacción compleja de factores económicos, políticos y sociales, que afectan su distribución y eficacia.

Este cuerpo de literatura ofrece un panorama amplio y variado sobre los factores que influyen en la inversión pública en infraestructura, abarcando desde contextos de desarrollo económico hasta influencias políticas y sociales en diferentes regiones y niveles de gobierno. En este contexto, la investigación presentada contribuye a la revisión de literatura existente al proporcionar evidencia empírica sobre los determinantes específicos de la inversión pública estatal en México durante un periodo de estabilidad económica (2011-2018).

Mientras que estudios previos han explorado diversos factores que influyen en la inversión en infraestructura en contextos internacionales, esta investigación se enfoca en el papel de la deuda pública y las transferencias federales, como participaciones y aportaciones, en el contexto mexicano. Los hallazgos resaltan la relevancia de la deuda pública como una fuente clave de financiamiento para la inversión física, diferenciándose de otros estudios que subrayan la importancia de factores económicos internos o la competencia intergubernamental. Al identificar la falta de significancia de las participaciones y aportaciones en la inversión física, este estudio amplía el entendimiento de las dinámicas fiscales en México y sugiere nuevas direcciones para la investigación futura, particularmente en la eficiencia del uso de la deuda y la gestión de recursos federales en la infraestructura estatal.

II. DATOS

Se utiliza un conjunto de datos de panel de 2011 a 2018 para las 32 entidades federativas de México. El análisis se limita a 2018 para evitar la inclusión de años con crecimiento económico negativo, como en 2019, cuando el PIB nacional cayó 0.3% (FMI, 2024). La Tabla 1 detalla las variables seleccionadas y sus respectivas fuentes de información.

Tabla 1 Datos y fuentes

Variables	Fuente			
Inversión pública física* (y _{i,t})	Presidencia de la República (2019)			
Participaciones federales $(x_{1,i})$	Estadísticas Oportunas de SHCP (2024)			
Aportaciones federales sin aportaciones para infraestructura social $(x_{2,i})$	Estadísticas Oportunas de SHCP (2024)			
Aportaciones para infraestructura social estatal $(x_{3,i})$	Estadísticas Oportunas de SHCP (2024)			
Aportaciones para infraestructura social municipal $(x_{4,i})$	Estadísticas Oportunas de SHCP (2024)			
Convenios de descentralización y de reasignación y subsidios $(x_{5,i})$	Estadísticas Oportunas de SHCP (2024)			
Recaudación local $(x_{6,i})$	Transparencia de SHCP (2024)			
Deuda pública estatal $(x_{7,i})$	Presidencia de la República (2019)			
Producto Interno Bruto $(x_{8,i})$	Producto Interno Bruto por Entidad Federativas de INEGI (2024)			
Salario del sector formal $(x_{9,i})$	Presidencia de la República (2019)			
Tasa de desocupación $(x_{10,i})$	Banco de Información Económica del INEGI (2024)			
Inversión Extranjera Directa $(x_{11,it})$	Presidencia de la República (2019)			
Población** $(x_{12,i})$	Proyecciones de población de CONAPO (2024)			
Índice de Precios al Consumidor** $(x_{13,i})$	Banco de Información Económica del INEGI (2024)			
*Variable dependiente. ** Variables de control				

Fuente: elaboración propia.

La inversión pública física $(y_{i,t})$ está conformada por las erogaciones para obra pública y adquisiciones por parte de las dependencias y entidades del sector público (SHCP, sin año; ASF, 2014a, b). para aproximar el gasto público en infraestructura. En este artículo se usa la inversión física para aproximar al gasto público en infraestructura. Esto se debe a que la inversión física puede incluir la adquisición, construcción y mantenimiento de activos tangibles como carreteras, puentes, edificios públicos, sistemas de transporte, entre otros.

Las participaciones federales $(x_{1,i})$, son transferencias de la federación a las entidades federativas, proporcionan a los estados recursos de libre disposición. Esto permite que los gobiernos subnacionales asignen estos fondos según sus prioridades, por lo que es posible que destinen una parte de las participaciones a la inversión física.

Es posible que las aportaciones federales incrementen el gasto público en inversión física. Aunque muchas aportaciones están destinadas a fines específicos establecidos en la Ley de Coordinación Fiscal (LCF) (2018), algunas tienen componentes dirigidos a infraestructura, como el Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social (FAIS) y el Fondo de Aportaciones Múltiples (FAM). Adicionalmente, las aportaciones no específicas pueden liberar recursos locales que también pueden ser destinados a inversión pública. Así, para un análisis detallado, se distinguen las aportaciones en tres categorías: las destinadas a infraestructura social para estados y municipios FAIS transferido a los estados y municipios $(x_{3,it}, x_{4,it})$ y las restantes $(x_{2,it})$. El FAM no se separa debido a que, aunque incluye recursos para infraestructura educativa, también se destina a asistencia social.

Las transferencias federales distintas de aportaciones y participaciones consisten en subsidios, convenios de descentralización y reasignación y subsidios $(x_{5,i})$, en conjunto aproximan una décima parte del gasto federalizado. Es posible que estos recursos influyan en el gasto público en inversión física. Aunque estos recursos no están exclusivamente destinados a infraestructura, pueden ser utilizados para proyectos físicos si se dirigen a áreas relacionadas con el desarrollo regional o local. Los subsidios ofrecen flexibilidad en su uso, y los convenios permiten a los gobiernos subnacionales asignar recursos para infraestructura según sus necesidades.

La recaudación local $(x_{6,it})$ son los ingresos propios de los estados. Los ingresos provenientes de impuestos, derechos, productos, aprovechamientos y contribuciones para mejoras tienen el potencial de financiar proyectos de infraestructura, como carreteras y edificios públicos. Al contar con mayores recursos locales, los estados pueden aumentar su inversión en infraestructura.

La deuda pública estatal ($x_{7,i}$) puede influir en el gasto público en inversión física estatal. Cuando los gobiernos estatales contratan deuda, los recursos obtenidos se destinan a proyectos de infraestructura, como la construcción de carreteras y edificios públicos, que de otro modo podrían no ser financiados solo con ingresos corrientes. La Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios (LDF) (2016) regula que uno delos fines principales de la deuda sea la inversión física. Esta ley busca garantizar que la deuda se utilice de manera responsable y sostenible, para que los estados puedan financiar inversiones necesarias sin comprometer su estabilidad financiera a largo plazo.

Un mayor PIB $(x_{8,i})$ puede estar vinculado con un incremento en el gasto público en inversión física. Un aumento en el PIB real refleja una mayor capacidad de producción y crecimiento económico, lo que puede resultar en mayores ingresos fiscales para los gobiernos. Los gobiernos estatales pueden estar más inclinados a financiar proyectos productivos, incluidos aquellos relacionados con infraestructura, cuando la actividad económica es alta (Jiménez y Ruelas, 2016, Pérez *et al.*, 2024).

Además, se propone que un aumento de los salarios del sector formal $(x_{9,i})$, puede incrementar los ingresos fiscales mediante impuestos y contribuciones a la seguridad social, proporcionando más recursos públicos. Además, un sector formal más robusto y con salarios más altos puede estimular el crecimiento económico y la estabilidad fiscal, lo que facilita una mayor capacidad para llevar a cabo inversiones públicas efectivas. Aunado a lo anterior, con una tasa de desocupación $(x_{10,i})$ baja, la economía está generalmente en mejor estado, lo que puede incrementar los ingresos fiscales del gobierno, debido a mayores niveles de empleo y actividad económica.

La inversión realizada por empresas extranjeras en activos productivos en otro país, como fábricas o infraestructura es conocida como Inversión Extranjera Directa $(x_{11,i})$. Cuando ésta aumenta, es posible que los gobiernos destinen más recursos a proyectos de infraestructura para atraer y a los inversores.

Finalmente, se ajustan las variaciones de precios utilizando el Índice Nacional de Precios al Consumidor $(x_{12,i})$ y se consideran los cambios en la población $(x_{13,i})$ de los estados a través de proyecciones. Estos ajustes

permiten analizar las fluctuaciones en el gasto público en inversión física en respuesta a cambios en las variables explicativas, mientras se mantienen constantes los efectos de los precios y la población.

III. METODOLOGÍA

Los datos panel son una combinación de datos de corte transversal y de series de tiempo. Estos datos se obtienen repitiendo una encuesta con el mismo conjunto de unidades de muestra sobre cuestiones similares a lo largo del tiempo; es decir, se realiza un seguimiento de las mismas unidades (por ejemplo, individuos, empresas o territorios) durante varios periodos, lo que genera un conjunto de datos longitudinales. Cuando las unidades de corte transversal son unidades grandes como países, se les denomina "panel macro". Estos paneles se caracterizan por tener una dimensión temporal grande en comparación con la dimensión de corte transversal. Dependiendo de si se tiene información para todas las unidades en todos los puntos de tiempo, el panel puede ser equilibrado o no equilibrado (Das, 2019).

Un modelo de regresión agrupada asume que las relaciones entre las variables independientes y dependientes son las mismas para todas las unidades de corte transversal en el panel, sin tener en cuenta las diferencias entre estas unidades. Esto implica que todos los interceptos y pendientes son idénticos, lo que podría llevar a una pérdida de información relevante si hay heterogeneidad entre las unidades observadas (Stock y Watson, 2020).

Por otro lado, un modelo de efectos fijos permite tener en cuenta las variables omitidas que varían entre las distintas entidades individuales (como los estados) pero que son constantes a lo largo del tiempo. En este modelo, cada entidad individual tiene su propio intercepto, lo que se traduce en la estimación de n interceptos diferentes, uno para cada unidad de corte transversal. Estos interceptos se representan a través de variables binarias que absorben las influencias de las variables omitidas que difieren entre las entidades, pero que no cambian a lo largo del tiempo (Stock y Watson, 2020).

Los modelos de datos panel, y en particular el modelo de efectos fijos, son herramientas cruciales para analizar la inversión física pública en las 32 entidades federativas mexicanas debido a su capacidad para detectar y, en caso de existir, manejar la heterogeneidad no observada entre estas entidades. Dado que las variables omitidas que pueden afectar la inversión pública varían entre los estados, pero no cambian significativamente con el tiempo, el modelo de efectos fijos permite controlar estos factores, proporcionando estimaciones más precisas y confiables (Stock y Watson, 2020). Además, los datos panel ofrecen mayor variabilidad y grados de libertad al aumentar el número total de observaciones, lo que mejora la eficiencia de las estimaciones econométricas (Das, 2019). Esto es especialmente relevante cuando se busca identificar las variables determinantes de la inversión pública, ya que permite un análisis más robusto de las dinámicas Inter temporales y las diferencias entre los estados.

En la siguiente sección se expone la especificación utilizada para el análisis, los resultados de las pruebas estadísticas que respaldan la fiabilidad de las estimaciones obtenidos, así como los propios resultados.

IV. RESULTADOS

De acuerdo con la estructura de las finanzas públicas estatales mexicanas, y con la revisión de literatura referenciada, se construyó la siguiente función:

$$\Delta lny_{i,t} = \beta_0 + \sum_{j=1}^{13} \beta_j \Delta lnx_{j,it} + \sum_{i=1}^{32} \delta_i CFE_{dum_{-}i} + \varepsilon_{i,t}$$

Donde Δ es la primera diferencia, ln es el logaritmo, $y_{i,t}$ es la inversión física pública estatal, i es la entidad federativa, t el año, β_0 es el intercepto, $x_{j,it}$ las variables explicativas para j = 1, ..., 13, β_j el coeficiente de la variable explicativa j, $CFE_{dum j}$ es la variable dicotómica de efectos fijos, δ_i es el coeficiente de la variable dicotómica estatal de efectos fijos.

Exceptuando la variable de población, que resultó no estacionaria, la prueba de Im *et al.* (2003) indica que todas las demás variables, transformadas a la primera diferencia de su logaritmo o a la primera diferencia de su nivel, son estacionarias. Esto se demuestra por un valor p inferior a 0.05, lo que permite rechazar la hipótesis nula de que los paneles tienen una raíz unitaria.

Siguiendo a Das (2019) y a Stock y Watson (2020), se realizaron regresiones agrupadas bajo el supuesto de homogeneidad en la relación analizada entre las 32 entidades federativas. Además, se estimó un modelo de efectos fijos que propone una hipótesis alternativa: que la relación estudiada varía en al menos una de las entidades. La tabla 2 presenta los modelos estimados. En el modelo 1 (M1) se incluyeron todos los componentes de los presupuestos públicos subnacionales: participaciones, aportaciones no destinadas específicamente a infraestructura, aportaciones exclusivamente para infraestructura, recursos propios y deuda pública estatal. Como muestra en la Tabla 2, en el modelo 2 (M2) se añadió la tasa de desocupación para controlar características internas de las economías estatales. Posteriormente, en el modelo 3 (M3), se incorporó un elemento del sector externo, la inversión extranjera directa captada por cada estado, completando así el conjunto de variables explicativas. Finalmente, en el modelo 4 (M4), se estimó la misma relación del modelo 3, pero con efectos fijos, considerando posibles diferencias en la relación entre las variables explicativas y la variable dependiente según el territorio.

Tabla 2
Estimaciones de modelos de regresiones agrupadas y de efectos fijos

	Regresiones agru		Efectos fijos	
	Modelo 1 (M2)	Modelo 2 (M2)	Modelo 3 (M3)	Modelo 4 (M4)
Participaciones federales	.0151304	.26691415	.03092897	4100408
Aportaciones federales sin infraestructura social	17720986	02606008	.00161878	.40536286
Aportaciones para infraestructura social para gobiernos estatales	.83692624	.88883322	.87814934	.99943058
Aportaciones para infraestructura social para gobiernos municipales	26622643	39787128	39787128	33572952
Subsidios, convenios de descentralización y de reasignación	04573694	0461242	0429749	05800596
Recaudación local	.03664488	.07032134	028748	09708505
Deuda pública estatal	.4556495*	.42835698	.45333964*	.736519*
PIB	.41530521	.46927814	.49679134	.27504543
Salario del sector formal	1.6430946	1.879863	1.9373696	1.9154979
Tasa de desocupación	-	.06233556	.05462594	.05647488
Inversión Extranjera Directa	-	-	00425518	00073053

	Regresiones agri	egresiones agrupadas				
	Modelo 1 (M2)	Modelo 2 (M2)	Modelo 3 (M3)	Modelo 4 (M4)		
Índice de Precios al Consumidor	5.6937422	5.4566892	6.4833877	6.6536516		
Población	4.3385394	4.3308044	4.4292925	-3.9269056		
Intercepto	46469868*	4765948*	49712365*	39289208		

^{*} p valor < 0.05

Los modelos se estimaron con la primera diferencia de la tasa de desocupación, mientras que el resto las variables están expresadas como la primera diferencia de su logaritmo.

Fuente: estimaciones propias.

Los resultados principales indican que ninguno de los componentes de ingresos públicos estatales ni las características de las economías estatales muestra una relación estadísticamente significativa con la inversión pública física. La única variable que presenta consistentemente una relación positiva y estadísticamente significativa es la deuda pública estatal, lo cual se discutirá más a fondo en la sección de discusión. Este hallazgo sugiere que los estados destinan el endeudamiento a financiar inversión pública, en línea con los mandatos de la LDF (2016).

Otro resultado relevante es que tanto los modelos de regresión agrupada como los de efectos fijos coinciden en que la deuda es la única variable significativamente relacionada con la inversión pública, aunque difieren en la magnitud de este vínculo. El modelo 6, el más completo entre las regresiones agrupadas, indica que un aumento del 10% en la deuda pública se asocia con un incremento del 4.5% en la inversión pública física, mientras que el modelo de efectos fijos sugiere un aumento del 7.3%. Sin embargo, la prueba de Wald señala que los efectos fijos no son estadísticamente significativos, con un p-valor de 0.46, por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula de ausencia de efectos fijos. Por lo tanto, se consideran los resultados del modelo 6 como los más sólidos entre las estimaciones realizadas.

V. DISCUSIÓN

A continuación, se analizan los resultados obtenidos, enfocándose en las razones detrás de las relaciones encontradas, o la ausencia de ellas, entre las principales variables estudiadas y la inversión pública física en los estados mexicanos durante el periodo 2011-2018. Se discuten los factores que explican la relación positiva entre la deuda pública estatal y la inversión pública física; las causas por las cuales las participaciones y las aportaciones federales no muestran una relación positiva y estadísticamente significativa con la inversión física pública. Estas explicaciones se basan en un marco teórico y normativo, apoyado por evidencia empírica y referencias bibliográficas relevantes, para ofrecer una comprensión más profunda de los patrones observados en los datos.

Deuda pública estatal

La relación positiva y estadísticamente significativa entre la deuda pública estatal y la inversión pública física puede explicarse considerando que los estados recurren al endeudamiento para financiar proyectos de inversión que no pueden cubrirse con los ingresos corrientes, como las participaciones y aportaciones federales. Estos proyectos suelen estar relacionados con infraestructura y otros activos físicos que requieren una inversión inicial considerable, pero que pueden generar rendimientos económicos o sociales a largo plazo.

Según los preceptos establecidos por la LDF, los estados están incentivados a utilizar el endeudamiento de manera responsable, priorizando proyectos de inversión que generen retornos y que contribuyan al desarrollo económico y social. Esto se alinea con los hallazgos de García (2019), quien argumenta que una parte de la deuda estatal se destina a proyectos de inversión de carácter público. Asimismo, Astudillo y Porras (2018) sugieren que una porción de la deuda de la Ciudad de México se utiliza para financiar proyectos de inversión pública, lo cual refuerza la idea de que el endeudamiento puede ser una herramienta efectiva para impulsar la inversión física cuando se utiliza adecuadamente.

Por otro lado, es importante considerar que la deuda no siempre se destina a fines productivos, como indican Barcelata y Vela (2019) y reportes de la Auditoría Superior de la Federación (ASF) (2014a, b). Sin embargo, en los casos donde se observa una relación positiva y significativa, es probable que los estados estén utilizando la deuda para financiar proyectos que tienen un impacto tangible en la infraestructura, justificando así el endeudamiento como un medio para incrementar la inversión pública física.

Participaciones y aportaciones distintas de infraestructura social

Las participaciones y las aportaciones distintas de infraestructura social no muestran una relación positiva y estadísticamente significativa con la inversión pública física por varios motivos:

Libertad de disposición de las participaciones: Las participaciones son recursos de libre disposición, lo que significa que los estados y municipios tienen autonomía para decidir en qué usarlos. Esta flexibilidad permite que se destinen a diversas necesidades, muchas de las cuales no están relacionadas con la inversión en infraestructura física, como salarios, compensaciones y otros gastos corrientes (ASF, 2015; 2017a, 2017b; 2018a, 2018b). Esto limita la cantidad de recursos que se canalizan hacia proyectos de inversión pública física.

Destino específico de las aportaciones: Las aportaciones, a diferencia de las participaciones, tienen un destino parcialmente definido en la LCF (2018); sin embargo, muchas de estas aportaciones están destinadas a cubrir gastos recurrentes como la nómina educativa, asistencia social y otros rubros que no implican necesariamente una inversión en infraestructura física (LCF, 2018). Por ejemplo, gran parte de las aportaciones se destina a servicios personales, lo que no contribuye directamente a la inversión física pública (ASF, 2015; 2017a, 2017b; 2018a, 2018b).

Enfoque en gasto corriente: Tanto las participaciones como muchas de las aportaciones se utilizan principalmente para cubrir gastos corrientes. Esto incluye salarios, bonos, viáticos y otros costos operativos que no están relacionados con la inversión en infraestructura física (ASF, 2018a, 2018b). Como resultado, hay menos recursos disponibles para la inversión en proyectos físicos.

Capacidad administrativa limitada: Los estados y municipios a menudo enfrentan desafíos en la gestión y ejecución de proyectos de inversión, debido a limitaciones en su capacidad administrativa (Bodman y Ford, 2006). La falta de personal calificado, la alta rotación de empleados y la insuficiente planificación pueden dificultar la ejecución efectiva de proyectos de infraestructura, reduciendo así el impacto potencial de las participaciones y las aportaciones en la inversión pública física.

Normatividad y transparencia limitadas: La falta de normativas claras y la opacidad en el manejo de los recursos de las participaciones y algunas aportaciones pueden contribuir a un uso ineficiente de estos fondos. Esta situación afecta la capacidad de los gobiernos subnacionales para destinar recursos a proyectos de inversión física, reduciendo aún más la posibilidad de que estos recursos tengan un impacto significativo en la inversión pública física (ASF, 2015; 2017a, 2017b; 2018a, 2018b).

Aportaciones para infraestructura social

Las aportaciones para infraestructura social no muestran una relación positiva y estadísticamente significativa con la inversión pública física debido a varias razones:

Diversidad en la aplicación de recursos: Las aportaciones para infraestructura social, aunque están etiquetadas para proyectos específicos, abarcan una amplia gama de obras, desde celdas solares hasta unidades de salud o educativas. Esta diversidad puede diluir el impacto de los recursos en la inversión física pública, ya que los fondos se distribuyen en múltiples proyectos con distintos objetivos, lo que dificulta que se refleje una relación clara con la inversión física pública en general (LCF, 2018).

Capacidad administrativa limitada: La gestión y ejecución de proyectos de infraestructura pueden verse obstaculizadas por la limitada capacidad administrativa en los estados y municipios. La falta de personal calificado y la alta rotación en los gobiernos subnacionales pueden impedir una ejecución efectiva de los proyectos de infraestructura social, lo que reduce el impacto potencial de estas aportaciones en la inversión física pública (Bodman y Ford, 2006).

Opacidad y desvío de recursos: La ASF ha señalado que, en algunos casos, parte de los recursos etiquetados para infraestructura social se destinan a rubros distintos a los previstos originalmente, y en otros casos, los gobiernos subnacionales no proporcionan los comprobantes del gasto de las transferencias federales. Esta falta de transparencia y desviación de recursos puede reducir la eficacia de las aportaciones para infraestructura social en la inversión física pública (ASF, 2018a, 2018b).

Enfoque en gasto corriente: A pesar de estar destinadas a infraestructura, las aportaciones pueden terminar financiando otros tipos de gastos, como la adquisición de materiales y suministros, o incluso remuneraciones para personal. Esto disminuye la cantidad de recursos que se destina directamente a la inversión en infraestructura física (ASF, 2017b, 2018a).

CONCLUSIONES

Esta investigación ha analizado las determinantes de la inversión pública estatal en los 32 estados de México durante el periodo de 2011 a 2018, utilizando modelos de regresiones agrupadas y de efectos fijos con datos panel. Los resultados obtenidos aportan varias contribuciones significativas al entendimiento de la relación entre los recursos federales y la inversión pública física en el contexto mexicano.

En primer lugar, este estudio confirma una relación positiva y estadísticamente significativa entre la deuda pública estatal y la inversión pública física. Los hallazgos sugieren que los estados utilizan el endeudamiento como una herramienta para financiar proyectos de inversión que no pueden ser cubiertos con los ingresos corrientes. Este resultado apoya la visión de que la deuda puede ser una fuente crucial para la inversión en infraestructura cuando se gestiona de manera responsable y dirigida hacia proyectos con alto potencial de retorno económico y social, en línea con los preceptos de la LDF y algunas investigaciones académicas previas.

Por otro lado, la investigación revela que las participaciones y muchas de las aportaciones distintas de infraestructura social no muestran una relación positiva y estadísticamente significativa con la inversión pública física. Esto se debe a la flexibilidad de las participaciones para ser utilizadas en diversos gastos corrientes y la aplicación diversificada y a veces ineficiente de las aportaciones, como lo evidencian las limitaciones en la capacidad administrativa y la falta de transparencia en el uso de los recursos (ASF, 2018a, 2018b). Además, las aportaciones específicamente destinadas a infraestructura social tampoco mostraron un

efecto significativo en la inversión pública física. Esta falta de impacto puede ser atribuida a la amplia gama de proyectos y a la posibilidad de desvío de recursos, que diluye la relación entre estos fondos y la inversión en infraestructura física.

A pesar de las contribuciones de este estudio, existen algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, aunque los modelos de regresiones agrupadas y de efectos fijos proporcionan una visión detallada del impacto de las variables estudiadas, podrían no capturar completamente todas las dinámicas regionales y temporales específicas. La heterogeneidad no observada y las posibles omisiones en los datos podrían influir en los resultados. Además, la información sobre el destino exacto de las participaciones y las aportaciones puede ser imprecisa o incompleta, lo que limita la capacidad de evaluar su impacto en la inversión física pública.

Para avanzar en la comprensión de la inversión pública estatal y su relación con los recursos federales, se recomienda realizar estudios con datos más desagregados, incluyendo información más detallada sobre el uso de los recursos en proyectos específicos, para proporcionar una visión más precisa de cómo las distintas categorías de recursos afectan la inversión física. Asimismo, investigar casos específicos de estados con características particulares podría revelar diferencias en la eficacia del uso de los recursos y proporcionar recomendaciones más concretas para mejorar la asignación y utilización de fondos. Finalmente, incluir variables adicionales, como la inversión privada y el impacto de ciclos electorales, podría enriquecer el análisis y permitir una comprensión más completa de los factores que influyen en la inversión pública estatal.

REFERENCIAS

- Ametepey, S. O., Aigbavboa, C., y Thwala, W. D. (2022). Determinants of sustainable road infrastructure project implementation outcomes in developing countries. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, 7(3), 239-251. https://doi.org/10.1080/23789689.2020.1777926
- Auditoria Superior de la Federación (ASF) (2014a). Auditoría de inversiones físicas de programas y fondos federales, Gobierno del Distrito Federal. Cuenta Pública 2014. México: Cámara de Diputados.
- ASF (2014b). Auditoría de inversiones físicas de programas y fondos federales, Gobierno del Estado de México. Cuenta Pública 2014. México: Cámara de Diputados.
- ASF (2015). Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de los Municipios y de las Demarcaciones Territoriales del Distrito Federal, Cuenta Pública 2015. México: Cámara de Diputados.
- ASF (2017a). Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas, Cuenta Pública 2017. México: Cámara de Diputados.
- ASF (2017b). Fondo de Aportaciones para los Servicios de Salud, Cuenta Pública 2017. México: Cámara de Diputados.
- ASF (2018a). Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social, Cuenta Pública 2018. México: Cámara de Diputados.
- ASF (2018b). Participaciones Federales a entidades Federativas y Municipios, Cuenta Pública 2018. México: Cámara de Diputados.
- Astudillo, M., y Porras, R. (2018). Rendición de cuentas y destino de la deuda pública del Gobierno de la Ciudad de México. *Problemas del desarrollo*, 49(194), 31-60. https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.194.62935

- Banco Mundial (1994). World development report 1994. June 1994, 13-36.
- Barcelata Chávez, H., y Vela Martínez, R. (2019). Deuda pública subnacional y desarrollo económico local. *Economía: teoría y práctica*, (51), 165-199. https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/512019/barcelata
- Bodman, P., y Ford, K. (2006). Fiscal federalism and economic growth in the OECD. *MRG@ UQ discussion paper*, no. 7. https://www.semanticscholar.org/paper/Fiscal-Federalism-and-Economic-Growth-in-the-OECD-Bodman-Ford/718673b5ea34abccc7f8b6a48d3dd54ca739f152
- Buchheim, L., y Fretz, S. (2020). Parties, divided government, and infrastructure expenditures: Evidence from US states. *European Journal of Political Economy*, 61, 101817. https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2019.101817
- Carse, A. (2016). Keyword: Infrastructure: How a humble French engineering term shaped the modern world. In *Infrastructures and social complexity* (pp. 45-57). Routledge.
- Dao, M. Q. (2008). The determinants of infrastructure development in developing countries. *Studies in Economics and Econometrics*, 32(3), 43-54. https://doi.org/10.1080/10800379.2008.12106456
- Das, P. (2019). Econometrics in Theory and Practice Analysis of Cross Section, Time Series and Panel Data with Stata 15.1. Springer.
- Iglesias, E. V. (2023). El ciclo económico y la política fiscal en un modelo DSGE con canal endógeno: El caso de México. *Paradigma económico*, 15(2), 199-229. https://doi.org/10.36677/paradigmaeconomico.v15i2.19723
- García Meza, M. A. (2019). Efectos de la deuda pública subnacional en la inversión pública productiva en México. *Análisis económico*, 34(87), 199-222. https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2019v34n87/García
- Jiménez, A., Merino, C., y Sosa, J. C. (2018). Determinantes de la inversión pública de los gobiernos locales del Perú. *Documento de Investigación del Consejo Fiscal*, 1.
- Jiménez, J. P., y Ruelas, I. (2016). El endeudamiento de los gobiernos subnacionales en América Latina: evolución, institucionalidad y desafíos. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/41007
- Nukpezah, J. A., y Ahmadu, A. S. (2024). Determinants of State Infrastructure Spending: Testing Punctuated Equilibrium and Social Vulnerability Theories. *The American Review of Public Administration*, 02750740241231250. https://doi.org/10.1177/02750740241231250
- Prud'Homme, R. (2005). Infrastructure and development. In *Annual World Bank Conference on Development Economics* (pp. 153–189). https://documents1.worldbank.org/curated/en/698521468762373585/pdf/28975.pdf
- Randolph, S., Hefley, D., y Bogetic, Z. (1996). *Determinants of public expenditure on infrastructure:* transportation and communication. World Bank Publications. https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/117111468766218333/determinants-of-public-expenditure-on-infrastructure-transportation-and-communication
- SHCP (sin año). *Glosario de términos de PIDIREGAS*. Disponible en https://www.apartados.hacienda.gob.mx/pipp/pidiregas/glosario.pdf Consultado por última vez el 28 de agosto de 2024.
- Stock, W., y Watson, W. (2020). *Introduction to Econometrics–Global Edition* (4th ed.). Harlow: Pearson Education.
- Torres, E. D. C. A., y Gómez, M. (2019). El gasto para infraestructura de educación básica en Michoacán y sus determinantes, 2017. *Revista mexicana de investigación educativa*, 24(82), 719-743. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662019000300719&script=sci_abstract

- Yu, Y., Zhang, L., Li, F., y Zheng, X. (2011). On the determinants of public infrastructure spending in Chinese cities: A spatial econometric perspective. *The Social Science Journal*, 48(3), 458-467. https://doi.org/10.1016/j.soscij.2011.05.006
- Zaldivar, M. G., y Zaldívar, F. G. (2024). Estructura económica y sincronización de los ciclos económicos: Evidencia de los estados de México. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, (58), 163-177. https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.24.007

Bases de datos

- Todos los hipervínculos fueron consultados por última vez el 28 de agosto de 2024.
- Consejo Nacional de Población (2024). *Proyecciones de población*. Disponible en https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2020-2070
- Fondo Monetario internacional (FMI) (2024). *Data Mapper*. Disponible en https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024). *Banco de Información Económica*. Disponible en https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa*. Disponible en https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/
- Presidencia de la República Mexicana (2019). Anexo estadístico del Informe Gobierno.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2024). *Transparencia Presupuestaria*. Disponible en https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) (2024). *Estadísticas Oportunas del Sector Público*. Disponible en http://presto.hacienda.gob.mx/EstoporLayout/

Leyes

- LCF (2018). Última reforma publicada en el diario oficial de la Federación el 30 de enero de 2018. Cámara de Diputados. Disponible en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lcf.htm
- LDF (2016). Última reforma publicada en el diario oficial de la Federación el 10 de mayo de 2022. Cámara de Diputados. Disponible en https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LDFEFM.pdf

https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2025v40n105/Valdes

La eficiencia de los recursos públicos en el sistema educativo a nivel estatal The efficiency of public resources in the educational system at the state level

Edson Valdés Iglesias*, Marco Antonio Méndez Salazar**
y Rogelio Javier Rendón Hernández***

*Universidad Veracruzana. Correo electrónico: edvaldes@uv.mx. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5851-3149

**Universidad Veracruzana. Correo electrónico: marcomendez@uv.mx.
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-7091-7617

***Universidad Veracruzana. Correo electrónico: rrendon@uv.mx.
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2171-294X

RESUMEN

La presente investigación tiene objetivo determinar la eficiencia en el uso de los recursos públicos destinados al sector educativo a nivel subnacional en México durante el período de 2008 a 2022. Se ejecutó un análisis jerárquico de clúster para capturar las similitudes de las entidades federativas en términos del uso de recursos públicos y la producción obtenida, observando una relación inversa entre el porcentaje del PIB estatal destinado a educación y el grado de escolaridad promedio de la población de 15 años y más; asimismo, se evidencia la posibilidad de obtener una mayor escolaridad promedio con menos recursos humanos e infraestructura. La comparación de la medida de eficiencia basada en holguras (Tone, 2001) al principio y al final del período permite detectar tres estados que se mantuvieron en la frontera eficiente; los restantes registraron disminuciones de eficiencia, o bien, incrementos marginales que no los alejaron de la región de ineficiencia. Para las entidades ineficientes, el análisis de las holguras asociadas con cada insumo del sector educativo permite detectar áreas de oportunidad. La descomposición del índice de Hicks-Moorsteen en una medida de variación de la eficiencia y otra de cambio tecnológico (O'Donnell, 2010) configura una situación generalizada de pérdida de la eficiencia y estancamiento tecnológico a lo largo del período de análisis. Baja California Sur es la entidad con mejores resultados en las tres medidas estimadas en este trabajo.

ABSTRACT

This research aims to determine whether the utilization of public resources allocated to the education sector at the subnational level in Mexico from 2008 to 2022 was efficient. Hierarchical cluster analysis was used to search for similarities between states regarding the use of public resources and the achieved production. We found an inverse relationship between public spending (as a percentage of state GDP) and the average level of schooling of the population aged 15 years and older; evidence is shown that it is possible to obtain higher average schooling with fewer human resources and infrastructure. The comparison of the slacksbased measure of efficiency (Tone, 2001) at the beginning and the end of the period showed that only three states remained on the efficient frontier; the rest of them registered decreases in efficiency, or marginal increases that did not move them away from the inefficiency region. The analysis of the slacks associated with each input in the education sector makes it possible to find areas of opportunity. The decomposition of the Hicks-Moorsteen index into a measure of efficiency variation and another of technological change (O'Donnell, 2010) exhibited a generalized loss of efficiency and a technological stagnation throughout the period of analysis. Baja California Sur is the entity with the best performance in every efficiency measure considered within this research.

Recibido: 16/agosto/2024 Aceptado: 29/enero/2025 Publicado: 01/septiembre/2025

Palabras clave:

| Educación | Eficiencia | | Gasto público | | Recursos humanos | | Infraestructura |

Keywords:

| Education | Efficiency | | Public spending | | Human resources | | Infrastructure |

> Clasificación JEL | JEL Classification | D61, H52, H75



Esta obra está protegida bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico es objetivo prioritario de todo país, ya que mejora la calidad de vida e iguala oportunidades. Mungaray *et al.* (2021) resaltan la importancia de la educación como impulsor del desarrollo mediante el aumento de la productividad laboral, la producción de conocimiento y su difusión. Además, la escolaridad promedio de la población incide positivamente en el crecimiento económico porque los trabajadores con cierto nivel de educación formal son capaces de incorporar tecnologías, resultando en un aumento de la productividad de la fuerza laboral (Barro, 2013; Hanushek y Woessmann, 2011). Trabajos como el de Mungaray y Torres (2010) resultan en una relación positiva entre los incrementos de matrícula y el producto interno bruto (PIB). Por consiguiente, los diferentes gobiernos tienen la responsabilidad de asignar recursos para procurar educación en todos los niveles; además, en un contexto de crecientes restricciones presupuestarias y déficit público, utilizar tales recursos de manera eficiente. Se deriva la pertinencia de medir qué tan eficiente es el uso de los recursos públicos destinados al sector educativo en México.

La calidad de la educación se asocia con el desempeño en pruebas estandarizadas a nivel internacional (Afonso y St. Aubyn, 2005; Hanushek y Woessmann, 2011; Barra y Boccia, 2022), así como en ciencias y matemáticas (Giménez et al., 2007). En cambio, la eficiencia en el sector educativo ocurre cuando los mismos resultados se alcanzan con el mínimo nivel de recursos, los cuales pueden ser financieros, humanos, infraestructura, o la habilidad innata de los estudiantes (Johnes et al., 2017). Para que el gasto público destinado a educación sea eficiente, autores como Davoodi et al. (2010) consideran que es necesario que las asignaciones intrasectoriales se focalicen en grupos vulnerables; mientras que Giménez et al. (2007) o Johnson y Ruggiero (2014) ponen énfasis en las características socioeconómicas de los estudiantes. Al igual que otros programas de política social de transferencias, el gasto en educación tiene un impacto directo en la población y su bienestar; pero a diferencia de aquellos, sus efectos son de mediano y largo plazo (Busemeyer, 2007), y el grado de eficiencia se verá influenciado por factores institucionales, económicos y culturales, además del grado de corrupción (Fonchamnyo y Sama, 2016; Fomba et al., 2023). Las diferencias regionales condicionan los resultados de las políticas que los gobiernos pudieran implementar (Sibiano y Agasisti, 2013; Mou et al., 2019) en términos del funcionamiento de los diferentes mercados; además, existen disparidades regionales en la asignación de recursos que también condicionan los resultados (Grosskopf et al., 2014). Por ello, es relevante comparar la eficiencia del gasto público del sector educativo en las entidades federativas para caracterizar los efectos de diferencias en infraestructura o en recursos humanos y técnicos.

Se debe observar que mayor gasto no necesariamente asegura mayores rendimientos educativos (Afonso *et al.*, 2010) pero también que una situación de gasto por debajo de ciertos umbrales podría poner en peligro la calidad de la educación (Azar, 2016); por tanto, el análisis de la eficiencia requiere la ponderación de una frontera de producción que exprese los productos asequibles dada una dotación de recursos bajo condiciones de optimalidad. La literatura empírica suele distinguir los productos por nivel educativo y, si bien es verdad que cada nivel tiene una problemática propia, existe una brecha de investigación en la medición de la eficiencia del sistema educativo en su conjunto. En concordancia con Azar (2016), en este trabajo se propone la escolaridad promedio de la población de 15 años y más como una medida del capital educativo producido por el sistema en su conjunto, constituyendo un criterio de análisis —no el único posible— de la eficiencia en las entidades federativas, pues acumula los resultados de todos los niveles educativos. La tasa de alfabetización representa la cuantificación de la más elemental competencia provista por el sistema educativo que, en la realidad, no siempre se consigue en el nivel básico. Así, las variables de producción consideradas no están asociados con un nivel educativo en particular, mientras que las variables de insumo representan la conversión en capacidades humanas (Guarini *et al.*, 2020) de la totalidad de recursos públicos asignados al sector educativo.

Esta investigación propone una caracterización de la heterogeneidad regional en el uso de recursos públicos para producir capital educativo a nivel subnacional en México durante el período 2008-2022. Mediante una medida de eficiencia basada en holguras —que aporta una perspectiva conjunta de las ineficiencias relativas en uso de los insumos y déficits de producción— y una descomposición del índice de Hicks-Moorsteen —que captura los cambios de eficiencia y tecnología a lo largo del tiempo— se demuestra que la gran mayoría de las entidades federativas de México perdieron eficiencia y experimentaron estancamiento tecnológico durante el período de análisis. Para ello, en la primera sección se revisa la literatura respecto a la medición de la eficiencia del uso del gasto público en el sector educativo; en la siguiente, se describe la metodología que se utilizó para caracterizar los cambios en productividad y eficiencia técnica; en la tercera se presentan, analizan y discuten los resultados empíricos obtenidos. Finalmente, se ofrecen conclusiones.

I. LA EFICIENCIA DEL GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN: UN PANORAMA DE LA LITERATURA EMPÍRICA

Se presenta una revisión de la literatura empírica acerca de la eficiencia en el sector educativo, poniendo énfasis en la diversidad de métodos utilizados y los resultados obtenidos.

Afonso y St. Aubyn (2005) compararon dos enfoques para medir eficiencia, el análisis envolvente de datos (DEA) y el modelo *free disposal hull* (FDH), para 17 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Corea, Japón, Finlandia y Suecia resultaron eficientes independientemente del enfoque utilizado, y las discrepancias entre ambos modelos se presentaron en las puntuaciones de los países ineficientes y el ordenamiento que inducen. En una investigación posterior, los mismos autores asociaron resultados en la prueba PISA con los recursos empleados (profesores por estudiante, tiempo de permanencia en la escuela) para una muestra de 25 países. Obtuvieron el nivel de eficiencia mediante DEA, y determinaron que los países ineficientes son aquellos con menores niveles de PIB *per cápita* y con bajo nivel educativo de la población adulta, como España y Portugal (Afonso y St. Aubyn, 2006). Una cantidad considerable de trabajos más recientes desarrollan una línea similar, utilizando análisis envolvente de datos para realizar comparaciones entre países:

- Dutu y Sicari (2020) midieron la eficiencia del gasto público en educación y salud, ajustado por población en edad de trabajar, en 29 países de la OCDE entre 2009 y 2012; hallando gran variabilidad de eficiencia. Descubrieron que algunos países nórdicos, así como Suiza y Estados Unidos, podrían mejorar sus resultados en PISA mientras reducen su gasto per cápita en educación; por el contrario, países con menores recursos destinados al gasto social (México, Polonia, Estonia, Eslovaquia y Chile) fueron relativamente eficientes en su uso.
- Delprato y Antequera (2021) evidenciaron, para Ecuador, Guatemala, Honduras y Paraguay en 2017, que las escuelas privadas mostraron mayor eficiencia técnica que las públicas con respecto al desempeño en PISA; además, la brecha en los niveles de eficiencia fue mayor en las escuelas públicas.
- Aparicio et al. (2022) hallaron un incremento de eficiencia de 2006 a 2018 en seis países de América
 Latina. Aunque las diferencias fueron relativamente pequeñas en la muestra, países como México y
 Colombia lograron mejores resultados con menos recursos que los demás.
- Elshani y Pula (2022) compararon la eficiencia del gasto público en educación en Kosovo contra los países balcánicos occidentales. En promedio, los países considerados podrían lograr los mismos resultados educativos con una reducción de 23.3% en el gasto; para Kosovo el ahorro podría llegar al 60%, desvelando menor eficiencia.

- Sikayena *et al.* (2022) analizaron el gasto público en salud y educación en el continente africano de 2006 a 2017, encontrando ineficiencia en ambos, pero más acentuada en el ámbito educativo. Hallaron una relación inversa entre el tamaño del gobierno y la eficiencia en el gasto.
- Afonso y Baquero (2024) analizaron la eficiencia del gasto público en 20 países de América Latina de 2000 a 2019. Construyeron un indicador compuesto de desempeño público basado en siete áreas de actividad gubernamental (administración, educación, salud, infraestructura, distribución del ingreso, resultados económicos y estabilidad). Usaron dicho indicador como la variable de producción, y como insumos las fracciones gasto público contra PIB en cada una de las siete actividades. Sus estimaciones sugieren que los gobiernos podrían haber utilizado un 27% menos de gasto sin detrimento en el desempeño.

Otras metodologías han sido empleadas para hacer comparaciones de eficiencia en el sector educativo a escala internacional. Agasisti (2014) construyó un índice de Malmquist para la Unión Europea, período 2006-2009, observando un ligero detrimento de la eficiencia del gasto público, excepto en Finlandia y Suecia; sin embargo, el lapso analizado es corto y no se pueden identificar tendencias de largo plazo. Iqbal y Kiendrebeogo (2015) evidenciaron que Oriente Medio y África del Norte han mejorado su desempeño educativo a un ritmo más rápido que otras regiones, consecuencia del pobre nivel inicial y las altas asignaciones de gasto gubernamental; sin embargo, dicho gasto no ha sido eficiente. Barra y Boccia (2022) estimaron regresiones multivariadas para mostrar que el rendimiento en PISA se relaciona positivamente con las tarifas cobradas a los estudiantes, la presencia de niñas, el nivel educativo de la madre, y alfabetización digital, tanto para miembros de la OCDE como para otros países en la muestra. Cordero *et al.* (2022) emplearon regresiones no-paramétricas para evaluar el rendimiento de una muestra de escuelas secundarias de 35 países de la OCDE, clasificando la eficiencia en términos de promedios en la prueba PISA y recursos utilizados. Al equiparar las condiciones de operación, algunos países con malos resultados en la prueba (p. ej., Eslovenia y Grecia) deben ser considerados entre los más eficientes. El análisis DEA también ha sido utilizado para realizar comparaciones a escala subnacional:

- Sibiano y Agasisti (2013) evaluaron el sistema educativo italiano a nivel regional, confirmando que los recursos no se distribuyen uniformemente. Los resultados de eficiencia discrepan entre el norte más eficiente y el sur del país. Se encontró evidencia de que el PIB per cápita es el principal determinante de la eficiencia.
- Mou et al. (2019) relacionaron desempeño en PISA con gasto público en educación primaria y secundaria en diez provincias de Canadá de 2000 a 2015; identificando una tendencia a asignar recursos de manera ineficiente, sin responder a criterios de mejora en el desempeño académico, ignorando cambios de productividad, y con marcada dependencia respecto a montos asignados en ejercicios previos.
- Hammes *et al.* (2020) demostraron ineficiencia en el uso y asignación del gasto público en la mayor parte de cincuenta universidades federales en Brasil de 2013 a 2015.
- Agasisti *et al.* (2021) identificaron que el nivel de eficiencia de los sistemas regionales de educación superior en Rusia está relacionado de manera positiva con el crecimiento económico a nivel regional.
- López y Prior (2022) exhibieron que las restricciones presupuestarias originadas por la crisis de 2009 impulsaron un proceso de convergencia en la distribución de la eficiencia educativa a nivel regional en España, reflejando los esfuerzos de las escuelas públicas para hacer un mejor uso de los recursos disponibles.

- Pimienta et al. (2022) estudiaron cómo la eficiencia de la docencia e investigación de 34 universidades públicas estatales en México se ve condicionada, entre 2015 y 2017, por la pobreza, el PIB per cápita y la tasa de migración interestatal. Sus resultados sugieren que la población en condición de pobreza tiene efectos negativos sobre la eficiencia de la docencia, lo mismo que la ubicación en los estados de Oaxaca, Guerrero y Chiapas.
- Kounetas et al. (2023) analizaron 643 escuelas secundarias griegas durante el período 2000-2017, encontrando una relación positiva entre el PIB de la región donde se ubica la escuela y el resultado de eficiencia.
- Delfín *et al.* (2024) estimaron eficiencia en tres modalidades de la educación secundaria (general, técnica y telesecundaria), utilizando como insumos: presupuesto, alumnos, docentes, escuelas y personal administrativo; como productos: número de alumnos en los niveles bueno y excelente de las pruebas ENLACE y PLANEA en las áreas de español y matemáticas. Hallaron un promedio bajo de eficiencia con rendimientos constantes de 0.175, rendimientos variables de 0.27 y eficiencia de escala de 0.63, evidenciando que muy pocas escuelas lograron que sus alumnos desarrollen los aprendizajes máximos esperados. El análisis de holguras reveló que la modalidad de secundaria general fue la que menos aprovechó su dotación de escuelas, alumnos, docentes y presupuesto; por su parte, fue la secundaria técnica la que menos aprovechó a su personal administrativo.
- Quispe et al. (2024) midieron la eficiencia técnica de la inversión pública en educación en el nivel primario y secundario en Perú, 2016-2022, encontrando evidencia de que las regiones ineficientes deberían aumentar sus logros educativos en 51% en el nivel primario y en 62% en el nivel secundario sin incrementar los niveles de gasto.

Otras investigaciones recurrieron al índice de Malmquist y su descomposición en eficiencia técnica y progreso tecnológico para realizar análisis a nivel subnacional. Johnson y Ruggiero (2014) estudiaron 605 distritos escolares de Ohio entre 2006 y 2007; encontraron una disminución general de la eficiencia, pero un aumento en la productividad de las escuelas públicas con menor proporción de estudiantes en situación de pobreza. Margaritis *et al.* (2022) estimaron eficiencia y cambios de productividad en secundarias del centro de Grecia entre 2015 y 2018. Sus resultados sugieren ineficiencia en la mayoría, pero valores que convergen hacia el promedio de las escuelas de la Unión Europea.

Guarini *et al.* (2020) construyeron un modelo de frontera estocástica, determinando que gasto público y calidad de las instituciones fueron determinantes de la eficiencia para mejorar la escolaridad promedio en 19 regiones de Italia de 1993 a 2012.

II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Mediante análisis jerárquico de clúster se exploran las similitudes de las entidades federativas en términos de las variables que capturan los recursos públicos y los productos educativos. Cada entidad se representa mediante un punto en \mathbb{R}^n , el cual contiene los valores observados para las n variables consideradas. Siguiendo a Everitt *et al.* (2011, 77-80), la noción de similitud entre entidades se basa en la distancia euclidiana n-dimensional: dos entidades se consideran menos disímiles cuanto más reducida sea la distancia entre los correspondientes puntos. Se utiliza un algoritmo de aprendizaje no supervisado para generar conglomerados (conjuntos o clústeres) de entidades similares bajo dos criterios: primero, minimizar la distancia entre pares de puntos que pertenecen a un mismo conglomerado; segundo, maximizar la distancia entre los distintos conglomerados. Los resultados del análisis de clúster se comunican visualmente mediante un dendrograma (ver gráfica 1 y gráfica 2), el cual

consiste en un diagrama de árbol cuyas hojas (nodos inferiores) representan entidades individuales. Partiendo de la raíz del árbol (línea horizontal más alta) se observan nodos en los que ocurren ramificaciones que caracterizan conjuntos de objetos con alguna similitud. La longitud de la ramificación (hacia la parte inferior) expresa el grado de similitud entre los elementos agrupados: cuanto mayor sea la similitud, más cercanos estarán los objetos dentro del nodo.

Tone (2001) propuso una medida basada en holguras (SBM) que utilizamos para caracterizar los niveles de eficiencia de las entidades federativas en el uso de los recursos públicos destinados a la educación. Este enfoque toma en cuenta la manera en que las unidades productivas utilizan los insumos para obtener un vector de productos, dando lugar a una frontera de producción eficiente, y permitiendo analizar qué tan lejos de la misma se encuentra una unidad productiva en particular. Su formulación matemática es el siguiente problema de optimización:

Minimizar
$$\rho = \frac{1 - (1/m) \sum_{i=1}^{m} s_{i}^{-} / x_{io}}{1 + (1/s) \sum_{r=1}^{s} s_{r}^{+} / y_{ro}}$$
(1)

sujeto a
$$\mathbf{y}_o = Y\lambda - \mathbf{s}^+,$$
 (2)

$$\mathbf{x}_{o} = X\lambda + \mathbf{s}^{-},\tag{3}$$

con $\lambda \ge 0$, $s^+ \ge 0$. El vector $s^- \in \mathbb{R}^m$ indica un exceso de insumos, y $s^+ \in \mathbb{R}^s$ representa un déficit de producción; estos son denominados holguras. Dado que X > 0 y $\lambda \ge 0$, se cumple $x_0 \ge s^-$. Asimismo, el valor óptimo $\rho \in [0,1]$ será una medida monótona decreciente con respecto a las holguras, que además es invariante con respecto a la escala de medición de los datos. Un valor $\rho = 1$ clasifica como eficiente a una unidad productiva. Las ineficiencias de las unidades productivas (aquellas con $\rho < 1$) se analizan mejor cuando la ecuación (1) se expresa como:

$$\rho = \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} \frac{x_{io} - S_i^{-}}{x_{io}}\right) \left(\frac{1}{s} \sum_{r=1}^{s} \frac{y_{ro} + S_r^{+}}{y_{ro}}\right)^{-1},\tag{4}$$

donde la ratio que se forma con los insumos y su vector de holgura sirve para evaluar la tasa de reducción relativa del *i*-ésimo insumo en correspondencia con la tasa media de reducción de los insumos, mientras que la ratio correspondiente para la producción muestra la tasa de expansión relativa del *r*-ésimo producto; de esta manera logran capturarse las ineficiencias relativas en el uso de los insumos y las carencias de producción. A diferencia del modelo DEA clásico de Charnes *et al.* (1978), que intenta encontrar la máxima ratio hipotética entre producción e insumos, el modelo SBM busca la máxima frontera hipotética de producción.

Adicionalmente, se usa el índice de Hicks-Moorsteen para capturar la dinámica de los cambios en eficiencia y tecnología a lo largo del tiempo. O'Donnell (2010) propuso la construcción del índice a partir de las funciones de distancia para productos e insumos que, respectivamente, se representan por las siguientes ecuaciones:

$$D_0^t(x,q) = \min_{\delta} \left\{ \delta > 0: \left(x, \frac{q}{\delta} \right) \in T^t \right\}, \tag{5}$$

$$D_{1}^{t}(x,q) = \max_{\rho} \left\{ \rho > 0: \left(\frac{x}{\rho}, q \right) \in T^{t} \right\}, \tag{6}$$

donde T' denota el conjunto de posibilidades de producción para el período t. La distancia (5) mide la inversa de la máxima expansión radial del vector de producción que es posible mientras el vector de insumos se mantiene fijo; por su parte, (6) mide la máxima contracción radial del vector de insumos que permite mantener una producción fija. A partir de ellas, y dadas las dotaciones de insumos x y los vectores de productos q para las unidades productivas m-ésima y n-ésima en los períodos t y s, se definen

$$Q_{ms,nt}^{M} = \left(\frac{D_{O}^{t}(x_{nt}, q_{nt})D_{O}^{s}(x_{ms}, q_{nt})}{D_{O}^{t}(x_{nt}, q_{ms})D_{O}^{s}(x_{ms}, q_{ms})}\right)^{1/2},$$
(7)

$$X_{ms,nt}^{\mathrm{M}} = \left(\frac{D_{1}^{t}(x_{nt}, q_{nt})D_{1}^{s}(x_{ms}, q_{nt})}{D_{1}^{t}(x_{nt}, q_{ms})D_{1}^{s}(x_{ms}, q_{ms})}\right)^{1/2}.$$
(8)

Finalmente, el índice de productividad total de los factores atribuido a Hicks (1961) y Moorsten (1961) se define como:

$$TFP_{ms,nt}^{HM} = \frac{Q_{ms,nt}^{M}}{X_{ms,nt}^{M}} \tag{9}$$

De acuerdo con O'Donnell (2010), esta expresión como cociente de la cantidad de producción (7) entre la cantidad de insumos (8) hace al índice de Hicks-Moorsteen multiplicativamente completo, permitiendo su descomposición en una medida de cambio tecnológico (TC) junto con una medida de eficiencia que representa la productividad total de los factores (TFPE).

III. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se utilizaron las Estadísticas de Finanzas Públicas Estatales y Municipales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), junto con los presupuestos de egresos estatales (PEE) de 2008 a 2022, para consolidar el gasto total en educación de cada estado de la República Mexicana, a precios de 2013. Los insumos del sector educativo (profesores de primaria, secundaria, media superior y superior, y número de escuelas por cada nivel de estudios) se obtuvieron del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación de la SEP. Los datos de tasa de alfabetización y escolaridad promedio fueron tomados de INEGI. Así, se construyeron siete variables con frecuencia anual: número de profesores de primaria y secundaria por cada mil habitantes (B_{ii}), número de profesores de educación media superior y superior por cada mil habitantes (B_{ii}), número de escuelas de educación media superior y superior por cada mil habitantes (ES_{ii}), gasto en educación (ES_{ii}) como porcentaje del PIB estatal (PIBE), tasa de alfabetización (A_{ii}), y escolaridad promedio de la población de 15 años y más (ES_{ii}). El subíndice i denota la entidad federativa ($1 \le i \le 32$) y el subíndice t representa el año ($2008 \le t \le 2022$).

^{1.} Se considera gasto total en educación a la suma de los montos que recibieron las entidades federativas del Fondo de Aportaciones para la Educación Básica y Normal (FAEB) y del Fondo de Aportaciones para la Nómina Educativa y Gasto Operativo (FONE) del Ramo 33, además de lo asignado al rubro de educación en el correspondiente PEE para cada ejercicio fiscal. Para la Ciudad de México se consideró el Ramo 25 del Presupuesto de Egresos de la Federación junto con el monto asignado a educación en el presupuesto local.

El análisis de clúster para el año 2009^2 agrupó a las entidades federativas según las características del sector educativo recogidas en las variables TE_{ii} , GE_{ii} , B_{ii} , MS_{ii} , EB_{ii} y ES_{ii} . El dendrograma resultante se presenta en la Gráfica 1, en el que se perciben tres grupos. El conglomerado menos numeroso, conformado únicamente por la Ciudad de México (CDMX) y el Estado de México (EDOMEX), presenta el mayor promedio de escolaridad, con 9.66 años, junto con los máximos en profesores de primaria y secundaria (76.36 por cada mil habitantes), profesores de educación media superior y superior (52.06 para mil habitantes) y escuelas de dicho nivel (0.682); sin embargo, estas fueron las entidades con menor gasto promedio en educación relativo a su PIBE (1.71%). El segundo grupo, formado por Chiapas (CHIPS), Guanajuato (GTO), Guerrero (GRO), Jalisco (JAL), Michoacán (MICH), Nuevo León (NVOLN), Oaxaca (OAX), Puebla (PUE) y Veracruz (VER), corresponde a los estados que tienen en promedio mayor gasto en educación, 3.32% del PIBE, aunque el promedio de escolaridad es el más bajo de los tres grupos (7.597 años). El tercer clúster, que es el más numeroso, también alcanza mayor escolaridad promedio (8.605 años) que el segundo, pero utiliza menos profesores y escuelas en todos los niveles educativos, como puede observarse en el Cuadro 1.

AGS
OROO
NAY
TLAX
MOR
OUTRO
ORO
SON
UNAY
TLAX
MOR
OUTRO
ORO
NAY
SIN
TAM
TAM
TAM
OOR
OOX
NOL
NA

Gráfica 1 Dendrograma del análisis de clúster para las entidades federativas, 2009

Fuente: elaboración propia con Stata.

^{2.} El índice de Hicks-Moorsteen construido para esta investigación (ver cuadros 5 y 6) captura variaciones en el desempeño de una misma entidad federativa de un año al siguiente; por ello, en la ecuación (9) se especifica *m* = *n* (1 ≤ *n* ≤ 32) para elegir una entidad específica, junto con *s* = *t* − 1 (2009 ≤ *t* ≤ 2022) para considerar años consecutivos. Consecuencia de ello, las cifras para el índice de Hicks-Moorsteen se etiquetan a partir del año 2009 (representando el cambio de 2008 a 2009) y, por congruencia, el análisis de clúster y la medida de eficiencia SBM se reportan también con 2009 como año inicial.

Cuadro 1 Análisis de clúster para las entidades federativas, valores medios por grupo, año 2009

Grupo	Entidades Federativas	Escolaridad	Gasto en educación (% PIBE)	Gasto <i>per cápita</i> en educación	Profs. Prim. y Sec.	Profs. Media Sup. y Superior	Escuelas Prim. y Sec.	Escuelas Media Sup. y Superior
1	AGS, BC, BCS, CAMP, COAH, COL, CHHUA, DUR, HGO, MOR, NAY, QUTRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAM, TLAX, YUC, ZAC	8.605	2.58	3294.76	14.60	6.19	2.12	0.180
2	CHIPS, GTO, GRO, JAL, MICH, NVOLN, OAX, PUE, VER	7.597	3.32	2795.36	41.53	13.36	7.07	0.580
3	EDOMEX, CDMX	9.660	1.71	3030.81	76.36	52.06	6.34	0.682

El gasto *per cápita* en educación se expresa en pesos mexicanos a precios constantes de 2013. Las variables de profesores y escuelas se expresan por cada mil habitantes.

Fuente: elaboración propia.

Con el propósito de capturar una primera imagen de la dinámica de la eficiencia en el uso de los recursos, se repite el análisis de clúster para 2022. El dendrograma resultante se muestra en la Gráfica 2. El segundo grupo se mantiene intacto. La composición de los grupos sufrió una única modificación: la Ciudad de México se traslada hacia el grupo más numeroso, mientras que Coahuila (COAH) ahora se agrupa únicamente con el Estado de México. En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio observados para los tres grupos en 2022. Hay un progreso generalizado en escolaridad; el segundo conglomerado es todavía el que exhibe peor resultado, pero experimentó un progreso de casi 1.6 años en promedio. Otro rasgo notable es que, en general, el gasto en educación (como porcentaje del PIBE, y también en términos *per cápita*) disminuyó en todos los grupos, mientras que todas las variables de recursos humanos e infraestructura educativa se incrementaron.

Gráfica 2 Dendrograma del análisis de clúster para las entidades federativas, 2022

Fuente: elaboración propia con Stata.

Respecto a la relación entre uso de los recursos y obtención de resultados educativos, para 2022 se observa que el grupo conformado por el Estado de México y Coahuila tiene el mayor promedio de escolaridad (10.47 años) junto con el menor gasto en educación, como proporción del PIBE (1.41%) y en términos per cápita (\$2,070.17 a precios de 2013); además de presentar las mayores cifras de profesores en todos los niveles educativos, y de escuelas en enseñanza media superior y superior. En cambio, el conglomerado con la peor cifra de escolaridad presenta mayor gasto en educación respecto al PIBE (3.05%). Por su parte, el clúster conformado por Aguascalientes (AGS), Baja California (BC), Baja California Sur (BCS), Campeche (CAMP), Colima (COL), Chihuahua (CHHUA), la Ciudad de México, Durango (DUR), Hidalgo (HGO), Morelos (MOR), Nayarit (NAY), Querétaro (QUTRO), Quintana Roo (QROO), San Luis Potosí (SLP), Sinaloa (SIN), Sonora (SON), Tabasco (TAB), Tamaulipas (TAM), Tlaxcala (TLAX), Yucatán (YUC) y Zacatecas (ZAC) también alcanza una mayor escolaridad promedio (10.236 años) que el segundo grupo (9.17 años), y lo hace con menos profesores y escuelas.

Cuadro 2 Análisis de clúster para las entidades federativas, valores medios por grupo, año 2022

Grupo	Entidades Federativas	Escolaridad	Gasto en educación (% PIBE)	Gasto <i>per cápita</i> en educación	Profs. Prim. y Sec.	Profs. Media Sup. y Superior	Escuelas Prim. y Sec.	Escuelas Media Sup. y Superior
1	AGS, BC, BCS, CAMP, COL, CHHUA, CDMX, DUR, HGO, MOR, NAY, QUTRO, QROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAM, TLAX, YUC, ZAC	10.236	2.168	2823.33	15.17	10.40	2.11	0.290
2	CHIPS, GTO, GRO, JAL, MICH, NVOLN, OAX, PUE, VER	9.170	3.050	2580.72	42.90	20.58	7.28	0.922
3	COAH, EDOMEX	10.470	1.410	2070.17	73.22	78.03	6.37	1.170

El gasto *per cápita* en educación se expresa en pesos mexicanos a precios constantes de 2013. Las variables de profesores y escuelas se expresan por cada mil habitantes.

Fuente: elaboración propia.

El primer resultado relevante que se desprende del análisis jerárquico es que, tanto en 2009 como en 2022, las entidades que destinaron al ramo educativo una fracción mayor de su PIBE lograron el peor resultado en escolaridad, mientras que las que destinaron menor gasto obtuvieron la escolaridad más alta. En segundo lugar, que es posible alcanzar mejores resultados de escolaridad con menos recursos humanos e infraestructura. Se hace patente que existen estados con ineficiencias en el uso de recursos y gasto público en educación.

Cuadro 3
Determinación de insumos y productos para el SBM

Insumos	Productos					
Profesores de primaria y secundaria						
Profesores en media superior y superior	Escolaridad promedio de la población de 15 años y más					
Escuelas primaria y secundaria						
Escuelas media superior y superior	Tasa de alfabetización					
Gasto en educación como % del PIB estatal						
Las variables de profesores y escuelas se expresan por cada mil habitantes.						

Fuente: elaboración propia.

Para dilucidar qué tan eficientes son las entidades en el uso de recursos públicos para generar capital educativo de manera conjunta en todo el sistema educativo, se estima la medida SBM de Tone (2001) con los insumos y productos descritos en el Cuadro 3. Las estimaciones para 2009 y 2022 se presentan en el Cuadro 4, junto con las holguras que permiten aquilatar las modificaciones necesarias para que las entidades alcancen la frontera de eficiencia. En 2009, Baja California, Baja California Sur, Coahuila, la Ciudad de México y Nuevo León fueron las entidades eficientes (SBM=1); las nueve entidades menos eficientes fueron

el Estado de México (SBM = 0.084), Veracruz (0.102), Puebla (0.130), Jalisco (0.139), Chiapas (0.142), Oaxaca (0.158), Michoacán (0.169), Guanajuato (0.177) y Guerrero (0.197). Para 2022, únicamente Baja California Sur, la Ciudad de México y Nuevo León se mantuvieron eficientes. Tres estados exhibieron una disminución notable en la medida de eficiencia SBM de 2009 a 2022: Baja California, Coahuila y Colima. Las entidades federativas con mayores ineficiencias al inicio del período se mantuvieron así al final.

Los demás estados tuvieron modificaciones marginales que los mantuvieron dentro de la región ineficiente.

Este análisis hace ver que es difícil mantenerse en la frontera de eficiencia; sin embargo, es aún más difícil alejarse de la región de ineficiencia. La determinación de las causas de la ineficiencia y su persistencia a lo largo del tiempo supera el ámbito de la presente investigación; sin embargo, algunas posibilidades sugeridas por la literatura son: niveles de PIB *per cápita* (Afonso y St. Aubyn, 2006; Sibiano y Agasisti, 2013; Kounetas *et al.*, 2023), pobreza y migración interestatal (Pimienta *et al.*, 2022), nivel educativo de la población adulta (Afonso y St. Aubyn, 2006), inercias en la asignación presupuestaria (Mou *et al.*, 2019), tamaño del gobierno (Sikayena *et al.*, 2022), corrupción (Fonchamnyo y Sama, 2016; Fomba *et al.*, 2023).

Cuadro 4 Medida de eficiencia SBM y holguras de los insumos a nivel estatal, 2009 y 2022

	_	encia BM		Prim. y Idaria		Media y Sup.		Prim. y Idaria		Media y Sup.		Educ. IBE)
Entidad Federativa	2009	2022	2009	2022	2009	2022	2009	2022	2009	2022	2009	2022
AGS	0.531	0.567	-2.53	-2.44	-1.40	-1.04	-0.43	-0.39	-0.03	-0.07	-1.82	-1.22
BC	1.000	0.279	0.00	-8.08	0.00	-5.93	0.00	-1.21	0.00	-0.11	0.00	-5.56
BCS	1.000	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAMP	0.713	0.773	-0.54	-0.27	-0.35	-0.39	-0.51	-0.51	-0.05	0.00	-0.07	-0.59
COAH	1.000	0.263	0.00	-19.9	0.00	-50.6	0.00	-2.17	0.00	-0.31	0.00	-0.06
COL	0.746	0.293	-0.95	-7.09	-0.31	-5.08	-0.08	-1.51	-0.02	-0.29	-2.29	-1.71
CHIPS	0.142	0.159	-10.9	-12.5	-2.44	-3.02	-9.70	-10.3	-0.60	-0.88	-4.96	-4.58
CHHUA	0.223	0.259	-6.46	-6.93	-5.36	-6.59	-2.77	-2.80	-0.23	-0.33	-1.26	-0.84
CDMX	1.000	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DUR	0.299	0.336	-4.41	-4.47	-1.54	-2.09	-2.92	-2.83	-0.11	-0.17	-2.57	-1.96
GTO	0.177	0.193	-12.1	-13.4	-3.42	-5.40	-5.25	-5.02	-0.38	-0.73	-1.58	-0.90
GRO	0.197	0.213	-9.35	-9.75	-1.28	-1.54	-5.77	-5.73	-0.26	-0.69	-5.70	-5.34
HGO	0.237	0.241	-6.17	-6.63	-2.56	-3.30	-3.63	-3.61	-0.14	-0.31	-3.61	-2.91
JAL	0.139	0.172	-18.5	-21.5	-8.31	-12.1	-6.49	-6.29	-0.50	-0.60	-0.96	-0.54
EDOMEX	0.084	0.092	-36.2	-37.4	-16.1	-23.5	-9.25	-9.50	-0.92	-1.74	-1.55	-1.23
MICH	0.169	0.188	-9.94	-10.0	-3.99	-5.40	-5.96	-5.80	-0.22	-0.45	-3.03	-2.25
MOR	0.421	0.482	-2.50	-2.58	-1.39	-2.83	-0.66	-0.64	-0.06	-0.01	-2.43	-2.36
NAY	0.455	0.512	-3.13	-2.74	-0.51	-0.56	-1.16	-1.22	-0.08	-0.07	-3.64	-2.68

	Eficiencia SBM		Profs. Prim. y Secundaria		Profs. Media Sup. y Sup.		Escs. Prim. y Secundaria		Escs. Media Sup. y Sup.		Gasto Educ. (% PIBE)	
Entidad Federativa	2009	2022	2009	2022	2009	2022	2009	2022	2009	2022	2009	2022
NVOLN	1.000	1.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
OAX	0.158	0.185	-10.2	-10.4	-2.19	-2.73	-7.04	-7.27	-0.52	-0.62	-5.46	-5.40
PUE	0.130	0.158	-13.4	-14.9	-5.24	-6.50	-5.44	-5.80	-0.93	-1.31	-2.13	-1.62
QUTRO	0.428	0.488	-1.69	-2.38	-1.95	-4.24	-1.17	-1.23	-0.07	-0.06	-0.97	-0.45
QROO	0.571	0.497	-2.64	-3.13	-0.28	-0.93	-0.50	-0.64	-0.02	-0.09	-1.37	-1.12
SLP	0.225	0.354	-7.78	-7.55	-1.83	-2.34	-4.24	-3.98	-0.27	-0.08	-2.67	-1.57
SIN	0.211	0.230	-8.58	-9.55	-4.06	-6.68	-2.94	-2.77	-0.22	-0.39	-1.63	-1.52
SON	0.446	0.398	-3.33	-4.80	-3.31	-5.72	-1.22	-1.61	-0.13	-0.18	-1.07	-0.12
TAB	0.285	0.357	-4.50	-3.87	-2.55	-2.69	-2.22	-2.23	-0.18	-0.18	-1.02	-0.78
TAM	0.245	0.296	-7.42	-7.22	-3.28	-3.82	-2.33	-2.14	-0.15	-0.14	-1.54	-1.23
TLAX	0.499	0.538	-1.85	-2.40	-0.59	-1.43	-0.46	-0.46	-0.05	-0.02	-3.69	-3.33
VER	0.102	0.115	-18.3	-20.1	-5.56	-7.63	-11.5	-11.9	-1.31	-1.47	-2.24	-2.18
YUC	0.357	0.368	-5.53	-5.91	-1.08	-1.96	-1.21	-1.26	-0.08	-0.23	-1.95	-1.17
ZAC	0.330	0.405	-3.40	-2.97	-1.67	-1.47	-2.53	-2.30	-0.12	-0.15	-3.90	-2.45

Fuente: elaboración propia a partir de la estimación en R del modelo SBM.

Las holguras calculadas para 2009 indican que, si el Estado de México hubiese operado eficientemente, habría obtenido los mismos resultados de escolaridad y alfabetización con un gasto menor en 1.55 puntos porcentuales del PIBE, y reduciendo los recursos utilizados por cada mil habitantes: 36.2 profesores de primaria y secundaria, 16.1 profesores de nivel medio y superior, 9.25 escuelas primarias y secundarias, 0.92 escuelas de nivel medio y superior. De esta manera, es posible ubicar las áreas de oportunidad en que las diferentes entidades deberían buscar ahorros para lograr la eficiencia, tanto como la cuantía de estos. Por ejemplo, Baja California en 2022 debería reducir en 5.56 puntos porcentuales del PIBE su gasto, así como disminuir los profesores en todos los niveles educativos; Coahuila debería centrar su atención en una operación más eficiente de los profesores en todos los niveles educativos, y Colima debería mejorar simultáneamente en todos los aspectos.

Entre las nueve entidades más ineficientes al inicio del período se observa que todas presentaron incrementos negligibles de eficiencia para 2022, de manera que no lograron mejorar su posición; adicionalmente, sus medidas de holgura tampoco exhibieron cambios importantes, indicando que ninguna de estas entidades presentó mejorías en ningún aspecto específico. Esto podría indicar la existencia de inercias y rigideces institucionales que dificultan la búsqueda de la eficiencia.

Cuadro 5 Variaciones de eficiencia (TFPE) en el sector educativo por entidad federativa, 2009-2022

Entidad Federativa	Media	Máx.	Mín.	Entidad Federativa	Media	Máx.	Mín.				
			Regio	ón Norte							
BC	0.4256	0.5745	0.2248	NVOLN	0.4632	0.6516	0.1809				
СОАН	0.3607	0.4466	0.2537	SON	0.3603	0.4652	0.2404				
СННИА	0.3383	0.4023	0.2575	TAM	0.4243	0.5192	0.2991				
Región Centro Norte											
AGS	0.6743	0.7451	0.5732	MICH	0.2394	0.2980	0.1795				
BCS	0.9979	1.0000	0.9806	NAY	0.6732	0.5593	0.7532				
COL	0.5999	0.2876	0.9926	SLP	0.5093	0.2655	0.6313				
DUR	0.4540	0.5335	0.3595	SIN	0.2593	0.2774	0.2124				
JAL	0.4196	0.4992	0.3025	ZAC	0.5386	0.6104	0.4388				
			Regió	n Centro							
CDMX	0.5050	0.9785	0.1156	MOR	0.7577	0.9280	0.5551				
EDOMEX	0.2718	0.3223	0.2185	PUE	0.2117	0.2485	0.1630				
GTO	0.3086	0.3625	0.2134	QUTRO	0.6141	0.7478	0.4708				
HGO	0.2946	0.3291	0.2412	TLAX	0.7349	0.4545	0.8966				
			Reg	ión Sur							
CAMP	0.8916	0.9749	0.7912	QROO	0.7042	0.9122	0.5167				
CHIPS	0.2926	0.3491	0.1947	TAB	0.3883	0.4474	0.3173				
GRO	0.4470	0.5320	0.3108	VER	0.1750	0.2017	0.1416				
OAX	0.3306	0.4255	0.2373	YUC	0.4811	0.4021	0.5669				
Si TFPE > 1, existe un	aumento o	le eficienc	ia; si TFPE	< 1, se pierde eficiencia.							

Fuente: elaboración propia a partir de la descomposición del índice de Hicks-Moorsteen estimado en R.

Un análisis auténticamente dinámico de la eficiencia a lo largo del período de estudio requiere la descomposición del índice de Hicks-Moorsteen propuesta por O'Donnell (2010) para realizar comparaciones interanuales de eficiencia (TFPE) y de cambio tecnológico (TC). Se utilizaron los insumos y productos enlistados en el Cuadro 3. Los resultados de variación de eficiencia se resumen en el Cuadro 5 en términos de la regionalización propuesta por Banxico. La región norte presenta una pérdida generalizada de eficiencia a lo largo del período de estudio. Nuevo León es la entidad con menor pérdida promedio de eficiencia, seguida por Baja California y Tamaulipas; en cambio, el estado que presenta mayores pérdidas anuales de eficiencia es Chihuahua. En la región centro-norte, Baja California Sur prácticamente mantiene constante su eficiencia a lo largo del período (con una disminución promedio de tan solo 0.21% anual, equivalente

^{3.} Un valor TFPE más cercano a cero indica una mayor pérdida de eficiencia. La pérdida de eficiencia se puede cuantificar en términos porcentuales como el complemento a 1 del valor TFPE.

a un decremento acumulado de 2.9% en los 14 años considerados); en contraste, Michoacán exhibe graves disminuciones de eficiencia año con año. En el centro del país todos los estados presentaron un deterioro de la eficiencia, siendo Tlaxcala y Morelos las que presentaron menores pérdidas. En la región sur, Veracruz fue la entidad con las mayores pérdidas anuales de eficiencia.

En el Cuadro 6 se visualizan las cifras representativas para el cambio tecnológico derivado del índice de Hicks-Moorsteen. Todos los estados del país presentan resultados que implican progreso tecnológico en al menos un año dentro del período considerado. Por ejemplo, en la región norte, Nuevo León registra un incremento de 17.52% en 2012, Chihuahua 9.04% en 2021, Tamaulipas 3.29% en 2022 y Coahuila 8.35% en 2021; no obstante, ningún estado de dicha región presenta un promedio superior a 1 que permita deducir un progreso tecnológico sostenido a lo largo de todo el período. Baja California Sur es la única entidad en el país que registró progreso tecnológico sostenido desde 2008 hasta 2022; en contraste, el resto de las entidades de la región centro-norte presentan solamente expansiones temporales (la mayoría en 2012, Zacatecas en 2020, Aguascalientes y Colima en 2022), pero promedios por debajo de la unidad que indican retrocesos en la mayoría de los años. En el centro de la República Mexicana, solamente Puebla muestra un promedio por arriba de la unidad, evidenciando progreso tecnológico en la mayoría de los años del período, aun cuando exhibe retroceso por lo menos en una medición interanual. En el sur, Veracruz presenta una situación similar a la de Puebla, con una expansión tecnológica de 1.84% en promedio, pero por lo menos un año de retroceso. En síntesis, la descomposición del índice de Hicks-Moorsteen perfila un panorama general de pérdida de eficiencia y estancamiento tecnológico entre 2008 y 2022.

Estos resultados son similares a los obtenidos mediante el modelo SBM, y los profundizan puesto que se obtiene una visión más precisa del proceso de pérdida de eficiencia, con avances modestos, estancamiento y retrocesos a lo largo del tiempo.

Cuadro 6 Cambio tecnológico (TC) en el sector educativo por entidad federativa, 2009-2022

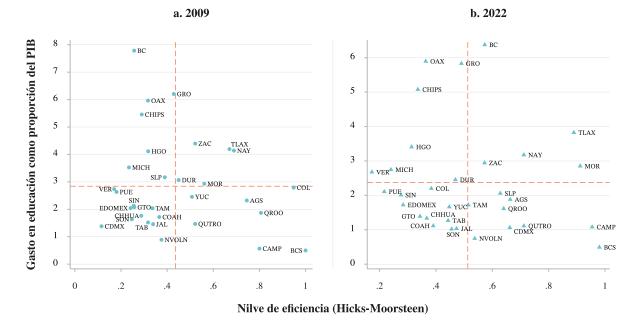
Entidad Federativa	Media	Máx.	Mín.	Entidad Federativa	Media	Máx.	Mín.						
	Región Norte												
ВС	0.9623	1.0329 (2022)	0.8965	NVOLN	0.9942	1.1752 (2012)	0.8244						
СОАН	0.9820	1.0835 (2021)	0.8222	SON	0.9857	1.0836 (2021)	0.8025						
CHHUA	0.9733	1.0940 (2021)	0.7519	TAM	0.9442	1.0329 (2022)	0.7745						
			Región Ce	ntro Norte									
AGS	0.9694	1.017 (2022)	0.8220	MICH	0.9736	1.1711 (2012)	0.6802						
BCS	1.0441	1.1873 (2012)	1.0001	NAY	0.9792	1.1738 (2012)	0.8219						
COL	0.9688	1.0384 (2022)	0.8220	SLP	0.9613	1.1628 (2012)	0.7745						
DUR	0.9738	1.1728 (2012)	0.7745	SIN	0.9659	1.0726 (2012)	0.8220						
JAL	0.9965	1.1284 (2011)	0.7519	ZAC	0.9595	1.1002 (2020)	0.6802						

Entidad Federativa Media		Máx.	Mín.	Entidad Federativa	Media	Máx.	Mín.							
	Región Centro													
CDMX	0.9853	1.056 (2016)	0.8129	MOR	0.9472	1.0319 (2022)	0.7743							
EDOMEX	0.9961	1.1281 (2011)	0.7516	PUE	1.0122	1.0818 (2012)	0.9593							
GTO	0.9814	1.0958 (2012)	0.7519	QUTRO	0.9476	1.0309 (2022)	0.8025							
HGO	0.9693	1.0427 (2019)	0.8025	TLAX	0.9907	1.1805 (2012)	0.9308							
			Regió	n Sur										
CAMP	0.962	1.0597 (2011)	0.815	QROO	0.9772	1.1612 (2012)	0.8220							
CHIPS	0.9864	1.3981 (2012)	0.6805	TAB	0.9662	1.0597 (2011)	0.8056							
GRO	0.9864	1.3641 (2012)	0.6802	VER	1.0184	1.0922 (2012)	0.8714							
OAX	0.9834	1.1778 (2012)	0.8217	YUC	0.9778	1.1603 (2012)	0.7745							
Si TC > 1, existe progr	eso tecnol	ógico; si TC < 1,	hay un ret	roceso.										

Fuente: elaboración propia a partir de la descomposición del índice de Hicks-Moorsteen estimado en R.

La Gráfica 3 presenta diagramas de dispersión que relacionan gasto en educación como porcentaje del PIBE contra nivel de eficiencia de Hicks-Moorsteen, por entidad federativa, para 2009 (panel a) y 2022 (panel b). Las líneas de referencia, que representan el promedio nacional de cada variable para cada año, dividen al plano en cuadrantes. En el primero se ubican entidades como Zacatecas, Nayarit, Tlaxcala y Morelos, que tienen eficiencia y gasto superiores a la media; la medida de eficiencia SBM arroja resultados entre 0.330 y 0.538 para estos cuatro estados. El segundo cuadrante representa la peor situación posible, una combinación de alto nivel de gasto con bajos niveles de eficiencia; en este se encontraron, tanto en 2009 como en 2022, los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Hidalgo y Michoacán, cuyas cifras SBM oscilan entre 0.142 y 0.241. El tercer cuadrante está compuesto por los estados con eficiencia y gasto menores al promedio, como Chihuahua, Coahuila, el Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Puebla, Sinaloa, Sonora y Tabasco, que se ubicaron allí al principio y al final del período, con cifras SBM en un amplio rango desde 0.084 hasta 1. Finalmente, el cuarto cuadrante aglomera a las entidades en la mejor situación posible: altos niveles de eficiencia junto con gasto inferior al promedio nacional. Algunas de las que se ubicaron allí en ambos extremos del período fueron Aguascalientes, Campeche, Querétaro y Quintana Roo, cuyas medidas SBM están entre 0.428 y 0.773. Destaca, por su permanencia en el cuarto cuadrante, el estado de Baja California Sur, que exhibe la mayor medida de eficiencia Hicks-Moorsteen junto con el mínimo gasto en educación a nivel nacional en 2009 y también en 2022; adicionalmente, su medida de eficiencia SBM fue igual a 1 en los dos extremos del período, y es la única entidad que registró progreso tecnológico permanente.

Gráfica 3 Relación del gasto en educación como porcentaje del PIBE con el nivel de eficiencia de Hicks-Moorsteen, años 2009 y 2022



Fuente: elaboración propia a partir de la estimación en R del índice de Hicks-Moorsteen.

La media de la medida de eficiencia Hicks-Moorsteen mostró un incremento de 2009 a 2022, pero el gasto en educación como porcentaje del PIBE se contrajo, hallazgo concordante con los de Aparicio *et al.* (2022) en lo que respecta al hecho que México ha logrado mejores resultados en producción de capital educativo con menor gasto. Si bien algunos estados, como Baja California y San Luis Potosí, para 2022 lograron sobrepasar el promedio nacional de eficiencia; otros, como el caso de Veracruz, mantuvieron un nivel de eficiencia inferior a la media con un gasto público como proporción al PIB mayor al promedio nacional (segundo cuadrante). Entidades como Oaxaca, Chiapas y Guerrero no mostraron una mejoría en el periodo; en este sentido, los resultados de esta investigación van en una línea similar a los reportados por Pimenta *et al.* (2022), quienes señalan que las universidades públicas de estas entidades son ineficientes en las dimensiones de docencia e investigación, lo cual surge del hecho de presentar altos niveles de pobreza.

Las medidas de eficiencia SBM y de Hicks-Moorsteen no conducen a las mismas conclusiones para todos los estados. Son más consistentes en los estados que se ubicaron en el segundo cuadrante en los diagramas de dispersión de la Gráfica 3, los cuales indudablemente son catalogados como ineficientes; asimismo, los estados que se encuentran en el cuarto cuadrante evidentemente son los más eficientes, lo que caracteriza las diferencias a nivel subnacional, resultados semejantes a los observados por Sibiano y Agasisti (2013) para Italia. La medida basada en holguras indica que la mayoría de las entidades adolecen un uso ineficiente de los recursos públicos destinados al sector educativo, lo cual refuerza lo planteado por Afonso y Baquero (2024) en el sentido de que observan una pérdida generalizada de eficiencia en el uso de los recursos en 2019 en Ámerica Latina; sin embargo, existen entidades como Baja California Sur, la Ciudad de México y Nuevo León, que mostraron un uso eficiente de los insumos en 2009 y 2022. En cambio, de acuerdo con la medida TFPE de Hicks-Moorsteen, todos los estados exhibieron pérdidas de eficiencia entre 2009 y 2022.

CONCLUSIONES

La presente investigación ha proporcionado un análisis detallado sobre la eficiencia del gasto, los recursos y la infraestructura públicos asignados al sector educativo a nivel estatal en México, de 2008 a 2022, para la generación de capital educativo medido en términos de tasa de alfabetización y escolaridad promedio de la población con 15 años y más. Con la desconcentración de la prestación de los servicios educativos se busca, de manera generalizada, el incremento en el acceso y la disponibilidad de estos. Si bien cada entidad federativa tiene características que la distinguen de las demás y condicionan su desempeño, las estimaciones de eficiencia basada en holguras arrojan evidencia empírica de que solamente tres (Baja California Sur, la Ciudad de México y Nuevo León) entre las 32 entidades federativas fueron eficientes en el uso de los recursos públicos (gasto, profesores e infraestructura) para incrementar el capital educativo en 2009 y 2022.

El índice de Hicks-Moorsteen proporciona resultados consistentes sobre la existencia de ineficiencias en el uso de los recursos en el sector educativo para un conglomerado de entidades que incluye a Veracruz, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Hidalgo y Michoacán, entre otras, y que permanecieron estancadas durante los 14 años considerados en este estudio; esta situación es similar a la observada por Pimenta *et al.* (2022) para las universidades públicas estatales. También hay estados, como Baja California Sur, la Ciudad de México y Nuevo León, que claramente tienen un desempeño sobresaliente por la forma en que combinan gasto público, recursos e infraestructura para obtener capital educativo. Aunado a esto, se observaron casos, como el de Coahuila y Colima, que iniciaron el período con un desempeño superior, pero se tornaron cada vez más ineficientes. Finalmente, estados como San Luis Potosí, aun cuando no han logrado superar definitivamente sus ineficiencias, mostraron mejorías durante el período analizado.

Para algunas entidades es posible identificar áreas de oportunidad específicas en la asignación de recursos, pero la optimización de gasto y recursos públicos es un problema complejo que requiere de análisis ulteriores. En este sentido, sería relevante analizar a fondo las causales de la ineficiencia. Algunos autores señalan que la influencia de la corrupción (Fonchamnyo y Sama, 2016) y las características socioeconómicas del estudiantado (Johnson y Ruggiero, 2014) son aspectos relevantes para determinar la eficiencia. Otros posibles condicionantes son características económicas e institucionales de la entidad federativa. El enfoque adoptado sobre el capital educativo a nivel estatal podría haber ocultado rasgos específicos de municipios, e incluso localidades, que tengan influencia sobre los resultados de eficiencia, o el desempeño de manera individual en cada nivel educativo, el cual se puede verse distorsionado por las condiciones de pobreza en las que se encuentra su población (Pimenta *et al.*, 2022). A pesar de estas limitaciones, como las que emanan de considerar como criterio de eficiencia la propuesta de Azar (2016) del capital educativo, se esboza el desempeño en el uso de los recursos públicos del sistema de educación de manera conjunta a nivel subnacional.

Finalmente, se destaca el reto de definir otros criterios conjuntos para medir la eficiencia del sistema educativo nacional y estatal, aun cuando el método SBM y el índice de Hicks-Moorsteen ofrecen evidencia consistente, ambas medidas están sujetas a los datos disponibles y accesibles desde fuentes oficiales, lo cual podría limitar el alcance y precisión para caracterizar el contexto regional y las variaciones estatales.

REFERENCIAS

- Afonso, A. & Baquero, G. (2024). Government spending efficiency in Latin America. *Empirica*, 51(1), 127-160. https://doi.org/10.1007/s10663-023-09599-4
- Afonso, A., Schuknecht, L. & Tanzi, V. (2010). Income distribution determinants and public spending efficiency. *The Journal of Economic Inequality*, 8(3), 367-389. https://doi.org/10.1007/s10888-010-9138-z
- Afonso, A. & St. Aubyn, M. (2005). Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries. *Journal of Applied Economics*, 8(2), 227-246. https://doi.org/10.1080/15140326.2005.12040626
- Afonso, A. & St. Aubyn, M. (2006). Cross-country efficiency of secondary education provision: A semi-parametric analysis with non-discretionary inputs. *Economic Modelling*, 23(3), 476-491. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2006.02.003
- Agasisti, T. (2014). The efficiency of public spending on education: An empirical comparison of EU countries. *European Journal of Education*, 49(4), 543-557. https://doi.org/10.1111/ejed.12069
- Agasisti, T., Egorov, A., Zinchenko, D., & Leshukov, O. (2021). Efficiency of regional higher education systems and regional economic short-run growth: empirical evidence from Russia. *Industry and innovation*, 28(4), 507-534. https://doi.org/10.1080/13662716.2020.1738914
- Aparicio, J., Perelman, S. & Santín, D. (2022). Comparing the evolution of productivity and performance gaps in education systems through DEA: an application to Latin American countries. *Operational Research*, 1-35. https://doi.org/10.1007/s12351-020-00578-2
- Azar, P. (2016). The efficiency of public education spending in Latin America: A comparison to high-income countries. *International Journal of Educational Development*, 49, 188-203. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2016.03.005
- Barra, C., & Boccia, M. (2022). What matters in educational performance? Evidence from OECD and non-OECD countries. *Quality & Quantity*, 56(6), 4335-4394. https://doi.org/10.1007/s11135-022-01322-y
- Barro, R. (2013). Education and economic growth. Annals of Economics and Finance, 14(2), 277-304.
- Busemeyer, M. (2007). Determinants of public education spending in 21 OECD democracies, 1980-2001. *Journal of European Public Policy*, 14(4), 582-610. https://doi.org/10.1080/13501760701314417
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8
- Cordero, J. M., Polo, C. & Simancas, R. (2022). Assessing the efficiency of secondary schools: Evidence from OECD countries participating in PISA 2015. *Socio-Economic Planning Sciences*, 81, 100927. https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100927
- Davoodi, H., Tiongson, E. & Asawanuchit, S. (2010). Benefit incidence of public education and health spending worldwide: evidence from a new database. *Poverty & Public Policy*, 2(2), 5-52. https://doi.org/10.2202/1944-2858.1055
- Delfín, O., Navarro, J. y Cardona, G. (2024). Eficiencia de la educación secundaria en México, 2010-2017: Un estudio a nivel municipal a través del análisis de la envolvente de datos. *Perfiles Latinoamericanos*, *32*(63), 1-28. https://doi.org/10.18504/pl3263-003-2024
- Delprato, M., & Antequera, G. (2021). Public and private school efficiency and equity in Latin America: New evidence based on PISA for development. *International Journal of Educational Development*, 84, 102404. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2021.102404
- Dutu, R. & Sicari, P. (2020). Public spending efficiency in the OECD: Benchmarking health care, education, and general administration. *Review of Economic Perspectives*, 20(3), 253-280. https://doi.org/10.2478/revecp-2020-0013

- Elshani, A. & Pula, L. (2022). The efficiency of educational and healthcare public expenditures in Kosovo: A data envelopment analysis technique. *Ekonomika*, 101(2), 92–108. https://doi.org/10.15388/Ekon.2022.101.2.6
- Everitt, B., Landau, S., Leese, M. & Stahl, D. (2011). Cluster Analysis. John Wiley & Sons.
- Fomba, B.K., Talla, D.F. & Ningaye, P. (2023). Institutional quality and education quality in developing countries: Effects and transmission channels. *Journal of the Knowledge Economy*, 14, 86–115. https://doi.org/10.1007/s13132-021-00869-9
- Fonchamnyo, D. & Sama, M. (2016). Determinants of public spending efficiency in education and health: evidence from selected CEMAC countries. *Journal of Economics and Finance*, 40, 199-210. https://doi.org/10.1007/s12197-014-9310-6
- Giménez, V., Prior, D. & Thieme, C. (2007). Technical efficiency, managerial efficiency and objective-setting in the educational system: an international comparison. *Journal of the Operational Research Society*, *58*(8), 996-1007. https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602213
- Grosskopf, S., Hayes, K. J. & Taylor, L. L. (2014). Efficiency in education: research and implications. *Applied Economic Perspectives and Policy*, *36*(2), 175-210. https://doi.org/10.1093/aepp/ppu007
- Guarini, G., Laureti, T., & Garofalo, G. (2020). Socio-institutional determinants of educational resource efficiency according to the capability approach: An endogenous stochastic frontier analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 71, 100835. https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100835
- Hanushek, E. A. & Woessmann, L. (2011). How much do educational outcomes matter in OECD countries? *Economic Policy*, 26(67), 427-491. https://doi.org/10.1111/j.1468-0327.2011.00265.x
- Hammes, D., Flach, L., & Mattos, L. (2020). The efficiency of public expenditure on Higher Education: a study with Brazilian Federal Universities. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28(109), 1076-1097. https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802573
- Hicks, J. R. (1961). The Measurement of Capital in Relation to the Measurement of Other Economic Aggregates. En D. C. Hague (Ed.), *The Theory of Capital* (pp. 18–31). London: Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-1-349-08452-4_2
- Iqbal, F. & Kiendrebeogo, Y. (2015). Public spending and education attainment in the Middle East and North Africa. *Review of Middle East Economics and Finance*, 11(2), 99-118. https://doi.org/10.1515/rmeef-2015-0020
- Johnes, J., Portela, M. & Thanassoulis, E. (2017). Efficiency in education. *Journal of the Operational Research Society*, 68, 331-338. https://doi.org/10.1057/s41274-016-0109-z
- Johnson, A. L. & Ruggiero, J. (2014). Nonparametric measurement of productivity and efficiency in education. *Annals of Operations Research*, 221, 197-210. https://doi.org/10.1007/s10479-011-0880-9
- Kounetas, K., Androulakis, G., Kaisari, M. & Manousakis, G. (2023). Educational reforms and secondary school's efficiency performance in Greece: A bootstrap DEA and multilevel approach. *Operational Research International Journal*, 23(1), 9. https://doi.org/10.1007/s12351-023-00764-y
- López, L. & Prior, D. (2022). Long-term efficiency of public service provision in a context of budget restrictions. An application to the education sector. *Socio-Economic Planning Sciences*, 81, 100946. https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100946
- Margaritis, S. G., Tsamadias, C. P. & Argyropoulos, E. E. (2022). Investigating the relative efficiency and productivity change of upper secondary schools: The case of schools in the region of Central Greece. *Journal of the Knowledge Economy*, 13, 128-160. https://doi.org/10.1007/s13132-020-00698-2
- Moorsteen, R. H. (1961). On measuring productive potential and relative efficiency. *The Quarterly Journal of Economics*, 73(3), 151-167. https://doi.org/10.2307/1885133

- Mou, H., Atkinson, M. & Marshall, J. (2019). Budgeting for efficiency? A case study of the public K-12 education systems of Canada. *Applied Economics*, 51(34), 3740-3757. https://doi.org/10.1080/0003684 6.2019.1584380
- Mungaray, A., Pimienta, R. & Ocegueda, M. (2021). Educación superior, productividad y crecimiento económico en México entre 2004 y 2015. *Perfiles Latinoamericanos*, 29(58). https://doi.org/10.18504/pl2958-014-2021
- Mungaray, A. & Torres, V. (2010). Actividad económica y educación superior en México. *Revista de la Educación Superior*, 39(156), 7-18.
- O'Donnell, C. J. (2010). Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 54(4), 527-560. https://doi.org/10.1111/j.1467-8489.2010.00512.x
- Pimienta, R., Mungaray, A., y Ocegueda, M. (2022). Eficiencia del gasto público entre las universidades mexicanas y sus determinantes: Análisis Envolvente de Datos (AED) con aplicación de modelos semiparamétricos en dos etapas. *Economía: Teoría y Práctica*, 57(2), 95-119. http://dx.doi.org/10.24275/etypuam/ne/572022/pimienta
- Quispe, C., Rojas, R. y Blanco, M. (2024). Eficiencia de la inversión pública en educación en el Perú, 2016-2022: Un análisis comparativo por regiones. Comuni@cción: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo, 15(1), 66-78. https://doi.org/10.33595/2226-1478.15.1.989
- Sibiano, P. & Agasisti, T. (2013). Efficiency and heterogeneity of public spending in education among Italian regions. *Journal of Public Affairs*, *13*(1), 12-22. https://doi.org/10.1002/pa.1404
- Sikayena, I., Bentum-Ennin, I., Andoh, F. & Asravor, R. (2022). Efficiency of public spending on human capital in Africa. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2140905. https://doi.org/10.1080/23322039.20 22.2140905
- Tone, K. (2001). A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 130(3), 498-509. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00407-5