

DESEMPEÑO DEL GASTO GUBERNAMENTAL Y CARENCIAS SOCIALES A NIVEL SUBNACIONAL, 2014-2022

Edson Valdés Iglesias

Facultad de Economía, Universidad Veracruzana (México)

Correo electrónico: edvaldes@uv.mx

Christopher Cernichiaro Reyna

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (México)

Marco Antonio Méndez Salazar

Facultad de Economía, Universidad Veracruzana (México)

Recibido el 20 de agosto de 2024; aceptado el 10 de diciembre de 2024.

RESUMEN

Parte de la literatura empírica señala que la provisión gubernamental de salud, educación e infraestructura básica tienen efectos positivos para la reducción de las carencias sociales; pero es necesario analizar la eficiencia con la que se consigue tal propósito. Por ello, el objetivo de esta investigación es determinar si los recursos humanos en los sectores educativo y sanitario, y el gasto público destinado a infraestructura social, educación y salud han reducido eficientemente la vulnerabilidad por carencias sociales a nivel subnacional durante el periodo 2014 a 2022 en México. Se utilizaron análisis evolvente con productos indeseables y una medida de eficiencia basada en holguras para caracterizar niveles de eficiencia, exhibiendo diferencias regionales y temporales. Además, se analizó la importancia de cada rubro de gasto gubernamental y de recursos humanos mediante una red neuronal, resultando que los recursos destinados a la educación media y superior son los más importantes para determinar la eficiencia estatal al reducir las carencias sociales.

Palabras clave: eficiencia, gasto público, carencias sociales, análisis envolvente, red neuronal.

Clasificación JEL: C45, D61, I14, I24.

<http://dx.doi.org/10.22201/fe.01851667p.2025.331.89280>

© 2025 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

GOVERNMENT SPENDING PERFORMANCE AND SOCIAL DEPRIVATION
AT THE SUBNATIONAL LEVEL, 2014-2022

ABSTRACT

Part of the empirical literature indicates that government provision of health, education and basic infrastructure have positive effects on social deprivation reduction; however, there is a need to analyze the efficiency in the achievement of this purpose. Therefore, the objective of this research is to determine whether human resources in the education and health sectors, and public spending on social infrastructure, education and health have efficiently reduced vulnerability due to social deprivation at the subnational level from 2014 to 2022 in Mexico. Data envelopment analysis with undesirable products and a slack-based efficiency measure were used to characterize efficiency levels, both showed regional and temporal differences. Additionally, the importance of each category of government spending and human resources was determined through a neural network, concluding that the resources allocated to secondary and higher education are the most important in determining state-level efficiency when the aim is to reduce social deprivation.

Keywords: Efficiency, public spending, social deprivation, data envelopment analysis, neural network.

JEL Classification: C45, D61, I14, I24.

1. INTRODUCCIÓN

El gasto público constituye uno de los mecanismos fundamentales de la política fiscal que permiten la intervención del Estado en la economía (Galí *et al.*, 2007). Mediante este mecanismo, los gobiernos pueden generar y adquirir bienes y servicios con el fin de alcanzar objetivos tales como la provisión de bienes públicos y la redistribución de recursos; la relevancia del gasto público reside en su capacidad para mejorar el bienestar social, al armonizar las demandas sociales con la provisión necesaria de bienes y servicios públicos. De ahí que se torne relevante evaluar la eficiencia del desempeño gubernamental; es decir, el esfuerzo de los gobiernos para cumplir sus funciones y elevar la calidad del gasto público, así como la eficacia en el uso de los recursos (Afonso

y Baquero, 2024) para proveer servicios y bienes públicos para fines sociales (Gupta y Verhoeven, 2001).

En este contexto, la descentralización fiscal se presenta como un mecanismo para mejorar la eficiencia en la asignación de los recursos públicos. Este proceso implica la transferencia de responsabilidades y recursos financieros del gobierno central a los niveles subnacionales (Oates, 1972). Estudios recientes han demostrado que la descentralización fiscal puede ser una herramienta efectiva para reducir carencias sociales, especialmente cuando se implementa con una estructura adecuada de asignación y supervisión de recursos. Por ejemplo, la descentralización permite a los gobiernos locales y estatales atender de manera más directa las necesidades específicas de sus comunidades, optimizando la provisión de servicios públicos esenciales como educación, salud e infraestructura básica (Hung y Thanh, 2022; Jin y Rider, 2022). Además, la descentralización fiscal puede fomentar la responsabilidad gubernamental y la transparencia, incentivando a los gobiernos subnacionales a utilizar los recursos de manera eficiente para atender las prioridades locales. Sin embargo, su éxito depende de la capacidad institucional de los gobiernos subnacionales y de un marco normativo claro que asegure el cumplimiento de objetivos redistributivos y de equidad (Shah, 2006).

El objetivo de esta investigación es determinar el nivel de eficiencia del desempeño del gasto gubernamental para reducir la población vulnerable por carencias sociales¹ (rezago educativo, acceso a la salud, seguridad social, alimentación, vivienda, y servicios básicos), una de las dimensiones consideradas por Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2019) para la medición de la pobreza multidimensional, a nivel subnacional en México de 2014 a 2022. Este periodo es relevante porque la Ciudad de México comenzó a recibir recursos del FAIS en 2014, con lo que las 32 entidades federativas pasaron a ser beneficiarias de este fondo. Esto permite analizar su impacto en la atención de carencias sociales bajo un esquema de cobertura nacional.

¹ Según CONEVAL (2019), la población en situación de pobreza multidimensional surge de la conjunción de dos dimensiones: la del espacio del bienestar económico (ingreso corriente per cápita) y la de los derechos sociales (es decir, la educación, la salud, la seguridad social, la alimentación nutritiva y de calidad, la vivienda y sus servicios). La segunda dimensión se mide a través de seis indicadores de carencia social.

Abatir las carencias sociales es fundamental porque afectan diversas dimensiones esenciales para el bienestar humano. El rezago educativo limita el desarrollo de habilidades, conocimientos y valores éticos necesarios para mejorar las condiciones de vida. Garantizar el acceso a servicios de salud contribuye al adecuado funcionamiento físico y mental, permitiendo que las personas se desempeñen mejor laboral y profesionalmente, incrementando su productividad. Asimismo, fortalecer la seguridad social es indispensable para garantizar medios de subsistencia frente a eventualidades o imprevistos. La calidad de la vivienda y sus espacios adecuados generan entornos de convivencia más agradables y funcionales, especialmente cuando cuentan con equipamiento y servicios necesarios, lo que fortalece las expectativas de una mejor calidad de vida. Finalmente, el acceso a una alimentación adecuada es crucial para elevar el grado de satisfacción y promover un desarrollo social integral (Varela y Ocegueda, 2020).

Si bien no hay consenso sobre los determinantes de las carencias sociales, o sobre la importancia del desempeño del gasto gubernamental para mejorar el bienestar de la población, se pueden identificar ciertos patrones en las investigaciones empíricas que permiten establecer la importancia y pertinencia de cada uno. En países con alta desigualdad, es complejo, ya que depende de la capacidad de los países para adaptar sus políticas a las particularidades de la desigualdad (Thorbecke, 2013; Fosu, 2017). Factores macroeconómicos como la inflación y el desempleo dificultan el ahorro y la inversión en los hogares de bajos ingresos, limitando su acceso a servicios financieros, lo que disminuye su capacidad de obtener servicios como la educación y atención médica (Mutascu *et al.*, 2024). Además, el retraso en la inversión en infraestructura básica afecta de manera significativa las carencias sociales (Alkire y Fang, 2019), situaciones que se observan en mayor medida en países en desarrollo, con programas sociales mal focalizados (Borga y D'Ambrosio, 2021).

En lo referente a los efectos del gasto público, se ha identificado que el gasto destinado a infraestructura, saneamiento básico, telecomunicaciones, transporte y electricidad, es un factor clave para disminuir las carencias sociales en los hogares (Fan *et al.*, 2000; Chotia y Rao, 2017; Niu y Xu, 2023). Además, la seguridad, junto con la educación y la atención médica, tanto en el corto como en el largo plazo, son relevantes para aumentar la movilidad del ingreso intergeneracional (Asghar *et al.*, 2012;

Celikay y Gumus, 2017). Con todo, es necesario evaluar la eficiencia del gasto, ya que altos niveles de gasto no se asocian de manera generalizada con mejores niveles de bienestar, debido a la no-linealidad de la relación (Cyrek, 2019; Valls *et al.*, 2020; Popova, 2023). De hecho, se podrían obtener los mismos resultados con menos gasto y un desempeño más eficiente (Afonso *et al.*, 2010).

Lo expuesto anteriormente destaca la necesidad de analizar y construir una medida de eficiencia (denominada desempeño del gasto gubernamental) que de manera conjunta evalúe la incidencia del gasto público destinado a la educación, salud e infraestructura social (estatal y municipal), así como los recursos humanos (profesores de distintos niveles educativos, médicos, enfermeras) utilizados para la provisión de estos servicios, para aminorar las carencias sociales, a nivel subnacional.

La presente investigación se estructuró en tres secciones. En la primera, se analiza la literatura sobre los vínculos entre factores económicos, institucionales, el gasto público y las carencias sociales. En la segunda sección, se exponen el modelo de holguras (SBM) y el análisis envolvente (DEA) con productos indeseables, utilizados para calcular los niveles de eficiencia; asimismo, se explica el entrenamiento de una red neuronal multicapa para la identificación de patrones de comportamiento. En la tercera sección, se presenta la evidencia empírica obtenida a nivel subnacional en el periodo 2014-2022. Finalmente, en la última parte, se presentan las conclusiones que podemos inferir a partir de la evidencia empírica obtenida, y sus limitantes.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La reducción de las carencias sociales que integradas a la dimensión de ingresos constituyen la pobreza multidimensional es uno de los principales desafíos a los que se enfrentan los países. Aunque es verdad que no existe consenso generalizado sobre los factores económicos, políticos, institucionales y sociales, ni acerca del papel que juegan la provisión de bienes públicos y el desempeño gubernamental al enfrentar ese desafío, se han establecido algunas regularidades empíricas en la literatura acerca de la importancia y pertinencia de algunos de estos determinantes.

En primer lugar, la combinación de bajo crecimiento y alta desigualdad actúa como un obstáculo para mejorar el acceso a la educación y salud de

la población más desfavorecida (Thorbecke, 2013), existiendo diferencias en las capacidades de respuesta de los países debido a los perfiles particulares de desigualdad (Fosu, 2017). En este contexto, la descentralización fiscal se ha posicionado como una estrategia clave para mitigar las carencias sociales, al permitir que los gobiernos subnacionales diseñen y ejecuten políticas públicas más alineadas con las necesidades locales. Estudios como el de Hanif *et al.* (2020) han encontrado que la descentralización fiscal puede mejorar el desempeño de los gobiernos locales, facilitando la provisión de bienes públicos esenciales como educación, salud e infraestructura básica. Sin embargo, su efectividad depende de la adecuada transferencia de recursos y de un marco institucional sólido que garantice una asignación eficiente y transparente.

Para países en desarrollo, como es el caso de México, Becerra y Nuñez (2019) señalan que el gasto descentralizado puede contribuir significativamente a mejorar la eficiencia en la provisión de servicios públicos si se evita la fragmentación administrativa y se diseñan mecanismos efectivos de rendición de cuentas. Además, la descentralización fiscal también puede fomentar la equidad al reducir las disparidades regionales en la provisión de servicios básicos, siempre y cuando los recursos transferidos sean suficientes y se asignen de acuerdo con indicadores de vulnerabilidad social.

Sima *et al.* (2023) destacan que, en contextos de descentralización fiscal, los efectos sobre las carencias sociales pueden ser heterogéneos, dependiendo de las condiciones económicas y políticas de las regiones. En países africanos, encontraron que la descentralización promovió una mejora en el acceso a servicios esenciales, especialmente en áreas rurales, pero también evidenciaron que una mala distribución de los recursos puede exacerbar las desigualdades interregionales. Este hallazgo es relevante para México, donde las diferencias regionales en infraestructura básica y acceso a servicios públicos son significativas y persisten como un desafío importante.

Hung y Thanh (2022) complementan estos hallazgos al analizar cómo la descentralización fiscal no solo puede reducir carencias sociales, sino también fomentar el desarrollo humano y el crecimiento económico. Argumentan que la descentralización eficiente permite a los gobiernos subnacionales dirigir recursos hacia sectores prioritarios, como la educación y la salud, y adaptar las políticas públicas a las necesidades

específicas de cada región, generando efectos positivos tanto a corto como a largo plazo.

Para la región de África subsahariana en el periodo de 1997 a 2019, Mutascu *et al.* (2024) encuentran que la inflación dificultó el ahorro y la inversión en los hogares de bajos ingresos, reduciendo su acceso a los servicios financieros, lo que disminuyó su capacidad de adquirir bienes y servicios esenciales como la educación y atención médica. Cao *et al.* (2016) identificaron, para una prefectura autónoma en China, que el número de integrantes que trabajan en el hogar, la educación de los trabajadores, el número de miembros del hogar, el valor de la vivienda y los costos de las enfermedades son factores significativos para explicar la vulnerabilidad de los hogares a carencias sociales.

Shalini *et al.* (2009) demostraron, para los países del África subsahariana en el periodo 1980-2000, que el ritmo de urbanización en grandes áreas como la migración de la población rural hacia estas zonas, han incrementado las carencias sociales. Chotia y Rao (2017) consideran la población que no tiene acceso a saneamiento, agua potable, electrificación y transporte para construir un índice de desarrollo de infraestructura para los BRICS de 1991 a 2014, encontrando que el crecimiento económico tiene efectos tanto a corto como a largo plazo sobre esta medida de carencias. Alkire y Fang (2019), considerando el periodo 1989-2011, identificaron que las carencias en materia de saneamiento y agua potable son mayores en las zonas rurales de China que en las zonas urbanas, lo que se debe en gran medida a los retrasos en la construcción de infraestructura básica, el deterioro de la educación y la desnutrición.

Niu y Xu (2023) caracterizan los efectos de la integración urbano-rural en China a través de un panel de provincias de 2012 a 2019. Sus estimaciones sugieren efectos heterogéneos debido al crecimiento de la población urbana y los sistemas de seguridad social mínimos garantizados; la creación de vías de comunicación favorece la movilidad laboral entre el medio urbano y el rural, pero los mejores resultados serán para el entorno que reciba la mano de obra mejor calificada. Battiston *et al.* (2013) señalan que gran parte de los países latinoamericanos entre 1990 y 2006 se concentraron en disminuir las carencias sociales en las áreas urbanas, con el establecimiento de programas sociales y la expansión de infraestructura básica; sin embargo, las mayores privaciones sociales están en las zonas rurales y es necesario adaptar las políticas conside-

rando las particularidades de las regiones. Pham *et al.* (2020) señalan que los proyectos gubernamentales relacionados con el financiamiento en salud lograron disminuir las carencias sociales en Vietnam, pero los efectos fueron diferenciados a nivel regional. Borga y D'Ambrosio (2021) consideran los casos de Etiopía, India y Perú, identificando que los programas de empleo en obras públicas durante un periodo prolongado permitieron a los beneficiarios acumular activos y realizar inversiones productivas, hecho que redujo de manera significativa las privaciones sociales que experimentaron de 2002 a 2016.

Angulo *et al.* (2016) encuentran que la implementación de políticas públicas encaminadas a incrementar la cobertura en todos los niveles de educación, el acceso a los servicios de cuidado infantil y la ampliación de la cobertura del seguro de salud provocaron una disminución en las carencias sociales en Colombia en el periodo 1998-2028. Medeiros *et al.* (2021), analizando el caso de Brasil, encuentran que el bienestar de los hogares mejora si las políticas públicas están dirigidas a disminuir las desigualdades en el acceso a infraestructura de saneamiento, telecomunicaciones, transporte y electricidad, aunque los efectos son heterogéneos a nivel regional.

En cuanto al gasto público de carácter social, Deaton (2016) enfatiza que la provisión estatal de educación y salud contribuye a mejorar el nivel de vida de la población. López y Galinato (2007) identifican que, en las zonas rurales de 15 países latinoamericanos entre 1985 y 2011, la provisión pública de educación y atención médica mostró altos retornos para la sociedad a largo plazo y aumentó la movilidad del ingreso intergeneracional. Estos resultados coinciden de manera parcial con los de Hidalgo e Iturbe (2018). Afonso *et al.* (2010) revelan que, en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), una distribución del ingreso menos desigual no depende de un mayor gasto social, ya que es posible disminuir la desigualdad a través del uso eficiente de los recursos.

Davoodi *et al.* (2010) examinan la incidencia de los beneficios de distintos programas sociales en 56 países de 1960 a 2000, encontrando que el gasto en educación básica tiende a favorecer a la población más pobre; sin embargo, en regiones como África subsahariana, los recursos están mal focalizados, al ser capturados los beneficios por la clase media. Fan *et al.* (2000) encontraron que, a fin de que existan incrementos en

la productividad y los salarios en zonas rurales de la India, es necesario priorizar el gasto gubernamental en infraestructura para caminos rurales, investigación agrícola y educación.

Hong y Ahmed (2009), con un panel de 14 estados de la India de 1990 a 2002, estiman que el gasto en bienes públicos sociales aumenta el bienestar de la población. Asghar *et al.* (2012) evalúan el impacto del gasto público en las capacidades, habilidades y la productividad de la población en Pakistán para el periodo 1972-2008, identificando que el gasto público en educación y seguridad ha contribuido significativamente a mejorar el bienestar.

Celikay y Gumus (2017), utilizando un panel autorregresivo con rezagos distribuidos, determinaron que el gasto público en seguridad y asistencia social tiene efectos a corto plazo sobre el bienestar; pero estos se difuminan a largo plazo, siendo el gasto en educación el único que tiene efectos de corto y largo plazo en 26 regiones de Turquía. Cyrek (2019) cuantifica la eficiencia de los países de la Unión Europea para mejorar las condiciones de vida de la población y disminuir la desigualdad de los ingresos a partir del gasto gubernamental destinado a asistencia social, educación y salud. Sus hallazgos destacan las diferencias en las políticas implementadas por cada país; por ejemplo, Grecia fue eficiente para limitar la desigualdad, pero ineficiente para mejorar el bienestar.

Valls *et al.* (2020) estimaron la eficiencia del gasto social para mejorar las condiciones de vida de la población en 28 países de la Unión Europea de 2007 a 2015. Concluyen que Francia, Alemania, Finlandia, Suecia y Dinamarca, países con niveles de gasto social superiores al 30% del producto interno bruto (PIB), tienen una eficiencia superior al promedio de la UE; aun así, la República Checa, con un gasto en protección social por debajo del promedio europeo, fue el más eficiente, situación que emana de la orientación de la política social hacia grupos sociales vulnerables.

Popova (2023) encontró que una mayor proporción del gasto en protección social destinada al quintil de menor ingreso ayudó a mejorar el bienestar de la población y redujo la desigualdad en 70 países de ingresos bajos y medios de 1998 a 2017. Afonso y Baquero (2024) evalúan los niveles de eficiencia del gasto público en siete áreas primordiales (administración, educación, salud, infraestructura, distribución de ingresos, desarrollo económico y estabilidad) en 20 países latinoamericanos en-

tre 2000 y 2019. Sus estimaciones indican que, en promedio, los países podrían haber utilizado un 27% menos de gasto para lograr los mismos niveles de desempeño.

Para México, Cárdenas (2009) comparó el comportamiento del gasto gubernamental destinado a programas sociales con el enfocado en incrementar la competitividad económica de 1950 a 2007, concluyendo que es necesario un equilibrio entre ambas políticas. Si se priorizan gastos en infraestructura como carreteras, puentes, represas y centrales eléctricas, se aumentarían la productividad económica y la competitividad, pero el costo de oportunidad sería un gasto insuficiente en educación, salud y otros programas sociales de reducción de las carencias sociales. Sánchez (2021) encuentra que la mayoría de las entidades federativas no generaron un mejor acceso a servicios de salud, educación y ausencia de trabajo infantil; aunque el gasto público destinado a estos rubros entre 2005 - 2014 presentó un crecimiento superior a la tasa de crecimiento promedio anual de la población nacional.

Consecuentemente, la presente investigación se inserta en un amplio y diverso cuerpo de literatura que examina los determinantes de la vulnerabilidad por carencias sociales. El análisis, realizado en diversos contextos geográficos y económicos dentro de México, proporciona una evaluación integral y actualizada de la eficiencia del gasto público en diversos sectores en términos de su impacto en la mitigación de las carencias sociales a nivel subnacional. Incorporando una variedad de elementos metodológicos y ofrece una perspectiva detallada y matizada que enriquece el entendimiento de las estrategias efectivas para combatir la vulnerabilidad por carencias sociales y mejorar el bienestar social.

3. METODOLOGÍA

La búsqueda de regularidades empíricas acerca de la eficiencia en el uso de recursos públicos para reducir la población vulnerable por carencias sociales se abordó mediante el enfoque de eficiencia basada en holguras (SBM) propuesto por Tone (2001), y contrastado con el análisis envolvente con productos indeseables (DEA-U) de Färe y Grosskopf (2004). En paralelo, se elaboró un modelo de redes neuronales que permite evaluar el rendimiento del gasto público en las entidades federativas, determinando cuáles insumos son más relevantes para explicarlo.

Para la construcción del modelo SBM, Tone (2001) considera n agentes dotados con m insumos $X = [x_{ij}] \in \mathbb{R}^{m \times n}$ para producir s bienes $Y = [y_{rj}] \in \mathbb{R}^{s \times n}$. Un agente (x_o, y_o) puede expresarse como $x_o = X\lambda + s^-$, $y_o = Y\lambda - s^+$, donde $s^- \in \mathbb{R}_+^m$ representa un excedente de insumos y $s^+ \in \mathbb{R}_+^s$ representa un déficit de producción. Dichas holguras, junto con el n -vector λ , se determinarán como solución del problema de programación fraccional-lineal.

$$\min_{s^-, s^+, \lambda} p = \frac{1 - (1/m) \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{io}}{1 + (1/s) \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{ro}} \quad [1]$$

$$\text{sujeito a } y_o = Y\lambda - s^+, x_o = X\lambda + s^-, s^- \geq 0, s^+ \geq 0, \lambda \geq 0$$

La transformación propuesta por Charnes y Cooper (1962) permite resolver este programa no-lineal a través un programa lineal equivalente, conduciendo a una implementación computacional directa. Un tomador de decisiones será ineficiente cuando existan otros que sean capaces de producir más a partir de la misma dotación de insumos; lo cual se manifestará con un valor óptimo $p^* < 1$ al resolver [1] para dicho agente. Empero, un agente será eficiente cuando exhiba $p^* = 1$.

De acuerdo con Hua y Bian (2007), el modelo DEA-U permite analizar la eficiencia en procesos productivos que inherentemente dan lugar a subproductos indeseables. En un contexto de desechabilidad débil de tales productos (existen costos asociados con su eliminación), dados n n -agentes que utilizan los insumos $X = [x_{ij}] \in \mathbb{R}^{m \times n}$ para producir los bienes $Y = [y_{rj}] \in \mathbb{R}^{s \times n}$, sin poder evitar los productos indeseables (males) $B = [b_{tj}] \in \mathbb{R}^{k \times n}$, el conjunto de producción puede describirse como:

$$P^w(x) = \left\{ (x, y, b) \mid \sum_{j=1}^n \eta_j x_{ij} \leq x_i, \sum_{j=1}^n \eta_j y_{rj} \geq y_r, \sum_{j=1}^n \eta_j b_{tj} = b_t, \eta_j \geq 0, j = 1, \dots, n \right\}$$

Se impone una condición para expresar la inevitabilidad de los outputs indeseables: $b_{tj} > 0$ ($t = 1, \dots, k; j = 1, \dots, n$). La idea de Färe y Grosskopf (2004) es introducir un vector direccional $v = (v_y, -v_b)$ el cual caracteriza la tasa a la que se producen los outputs indeseables como consecuencia de la producción de bienes, y permitirá tomar en cuenta simultáneamente el objetivo de reducir la producción de los primeros proporcionalmente

al incremento deseado en los segundos. Se construye una medida de eficiencia como la solución óptima del siguiente problema:

$$\begin{aligned} \bar{D}_o(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{b}; \mathbf{v}) &= \max \beta \\ \text{sujeto a } (y + \beta v_y, b - \beta v_b) &\in P^w(x) \end{aligned} \quad [2]$$

Así, fijos el vector direccional \mathbf{v} y la dotación de insumos \mathbf{x} del agente analizado, la solución de este problema indica la máxima cuantía en que se pueden incrementar los productos deseables, mientras se reducen proporcionalmente los indeseables, sin salir del conjunto de producción $P^w = \mathbf{x}$. En consecuencia, cuando ocurra $\bar{D}_o(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{b}; \mathbf{v}) = 0$, la unidad evaluada será eficiente; pero será ineficiente cuando $\bar{D}_o(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{b}; \mathbf{v}) > 0$. En este trabajo se preferirá trasladar la solución de [2], reportando $\bar{D}_o(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{b}; \mathbf{v}) + 1$.

El funcionamiento de una red neuronal básica, siguiendo a Aggarwal (2018), se puede representar mediante una capa de entrada y un nodo de salida. Cada instancia de entrenamiento dentro del conjunto de datos D tendrá la forma (\bar{X}, y) , donde $\bar{X} = [x_1, x_2, \dots, x_d]$ está conformado por d -variables que expresan características de la entrada, mientras que $y \in \{-1, +1\}$ contiene los valores observados de una variable binaria clasificadora. El objetivo es predecir la variable clasificadora para los casos en los que no sea observada. La capa de entrada está compuesta por d nodos que transmiten las características en X a través de los pesos $\bar{W} = [w_1, w_2, \dots, w_d]$ al nodo de salida, ya que la capa de entrada no realiza operación alguna por ella misma. En el nodo de salida se calcula la función lineal:

$$\bar{W} \cdot \bar{X} = \sum_{i=1}^d w_i x_i$$

y la predicción para la variable clasificadora será $\hat{y} = \Phi\{\bar{W} \cdot \bar{X}\}$, donde $\Phi\{x\} = +1$ si $x \geq 0$ pero $\Phi\{x\} = -1$ si $x < 0$. Dependiendo del objetivo del análisis y de la naturaleza de los datos, la función de activación Φ podría ser distinta. Si la predicción contiene una parte invariante (o sesgo), $\hat{y} = \Phi\{\bar{W} \cdot \bar{X} + b\}$, tal rasgo puede incorporarse en la arquitectura de la red neuronal como un nodo adicional que transmite la constante $+1$ hacia el nodo de salida, y cuyo peso es igual a b . El error de predicción se expresa como $E(\bar{X}) = y - \hat{y}$. El algoritmo de entrenamiento de la red neuronal alimenta a los nodos de entrada con las características \bar{X} de

una instancia de entrenamiento elegida aleatoriamente en D , y transfiera dicha información al nodo de salida junto con los pesos vigentes \bar{W} , para el cálculo de la predicción \hat{y} junto con el error $E(\bar{X})$; si este último resulta no nulo, se actualizan los pesos según la regla $\bar{W} \leftarrow \bar{W} + \alpha \cdot (y - \hat{y}) \cdot \bar{X}$, donde el escalar α regula la tasa de aprendizaje de la red. Se repite el ciclo sobre todos los datos de entrenamiento en D , tomados en orden aleatorio, y en donde un elemento específico (\bar{X}, y) puede ser elegido varias veces, hasta alcanzar convergencia. Este algoritmo puede ser considerado como un método de descenso de gradiente estocástico, que implícitamente minimiza la función de pérdida:

$$\min_{\bar{W}} L = \sum_{(\bar{X}, y) \in D} (y - \hat{y})^2 \quad [3]$$

Esta red neuronal básica es conocida como perceptrón con una sola capa (la capa de entrada no se toma en consideración debido a que los cálculos se realizan únicamente en la capa de salida; únicamente se cuentan las capas computacionales, determinando así la profundidad de la red).

Goodfellow *et al.* (2016) señalan que un perceptrón multicapa es también conocido como una red neuronal *feedforward*, ya que la información de entrenamiento fluye hacia adelante desde la capa de entrada hasta la capa de salida, pasando por cierto número finito de capas intermedias, las cuales se consideran ocultas puesto que las salidas de los cálculos que realizan no se muestran explícitamente. Aggarwal (2018) modela dicho flujo de información mediante las ecuaciones recursivas:

$$\bar{h}_1 = \Phi(W_1^T \bar{x}) \quad [4]$$

$$\bar{h}_{p+1} = \Phi(W_{p+1}^T \bar{h}_p) \text{ para } p = 1, \dots, k-1 \quad [5]$$

$$\bar{o} = \Phi(W_{k+1}^T \bar{h}_k) \quad [6]$$

donde k es la profundidad de la red neuronal, y las dimensiones de las matrices de pesos W_p dependen de la amplitud de cada par de capas consecutivas. El entrenamiento de la red multicapa basado en un conjunto de datos D requerirá la especificación de una función de pérdida L y la

resolución de un problema de optimización similar a [3]. Goodfellow *et al.* (2016) señalan que la no-linealidad típica de las redes neuronales provoca que este tipo de problemas resulten no-convexos para la mayoría de las funciones de pérdida interesantes; sin embargo, el uso del algoritmo de *back-propagation* para el cálculo del gradiente de la función de pérdida permitirá resolverlos como problemas de descenso gradiente. Los mismos autores señalan que, entre los modelos de aprendizaje profundo, los perceptrones multicapa (MLP) son de los que cuentan con mejor desempeño, al permitir identificar y clasificar patrones complejos que nunca les han sido presentados.

4. ALGUNAS REGULARIDADES EMPÍRICAS

Se utilizaron los datos publicados en las Estadísticas de las Finanzas Públicas Estatales y Municipales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para el periodo 2014-2022, junto con los presupuestos de egresos estatales (PEE) para distintos ejercicios fiscales, con la finalidad de determinar los montos estatales destinados a educación, salud e infraestructura social, en los ámbitos estatal y municipal. Los datos del sector educativo (profesores de primaria, secundaria, media superior y superior, así como las escuelas por cada grado, a nivel estatal) provienen de la información publicada por el Sistema de Estadísticas Continuas de Educación de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Para los recursos del sector salud (camas disponibles, médicos, enfermeras), se utiliza la información publicada por la Dirección General de Información en Salud de la Secretaría de Salud (SSA). El porcentaje de la población que es vulnerable por carencias sociales y la población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos son variables publicadas por el CONEVAL. De esta manera, debido a la disponibilidad de la información, se consideran doce variables: número de profesores de primaria y secundaria por cada mil habitantes (B_{it}), número de profesores de media superior y superior por cada mil habitantes (MS_{it}), número de escuelas de primaria y secundaria por cada mil habitantes (EB_{it}), número de escuelas de media superior y superior por cada mil habitantes (ES_{it}), número de médicos por cada mil habitantes (Me_{it}), número de enfermeras por cada mil habitantes (Nu_{it}), número de camas por cada mil habitantes (Be_{it}), porcentaje de la población que es vulnerable por carencias sociales (V_{it}),

porcentaje de la población con ingreso inferior a la línea de pobreza por ingresos (IP_{it}), junto con el gasto² en educación, salud, e infraestructura social estatal y municipal, cada uno en términos per cápita y ajustado a precios constantes de 2013, con frecuencia bianual.

El cuadro 1 presenta las estimaciones de la medida de SBM, con rendimientos variables a escala y orientación a los insumos, según la propuesta de Tone (2001). El objetivo es determinar cuáles estados de la República fueron eficientes en el uso de los recursos públicos para atender las carencias sociales de la población vulnerable; por ello, el output del modelo se define como la población que no es vulnerable por carencias sociales ($1 - V_{it}$), considerando como insumos las variables de cantidad de profesores B_{it} y MS_{it} , escuelas EB_{it} y ES_{it} , personal de salud Me_{it} y Nu_{it} , y camas de hospital Be_{it} , así como las de gasto per cápita en educación, salud e infraestructura social. En la región norte, Baja California (BC), Coahuila (COAH), y Nuevo León (NVOLN) fueron eficientes tanto en 2014 como en 2018 y 2022; en cambio, Sonora (SON) y Tamaulipas (TAM) mostraron mejoría en 2018, pero cayeron nuevamente a la categoría de ineficiencia en 2022. Chihuahua (CHHUA) fue la única entidad de la región norte que mostró ser ineficiente a lo largo de todo el periodo analizado. En el centro-norte del país, solamente Sinaloa (SIN) se mantuvo con un desempeño ineficiente durante todo el periodo; en contraste, cinco entidades resultaron eficientes durante el mismo lapso. En la región central, solo Guanajuato (GTO) e Hidalgo (HGO) fueron continuamente clasificadas como ineficientes. En el sur del país, Guerrero (GRO), Oaxaca (OAX), Tabasco (TAB) y Veracruz (VER) fueron ineficientes a lo largo de todo el periodo; sin embargo, Chiapas (CHIPS) fue una entidad catalogada siempre como eficiente en el uso de recursos para la atención de la población vulnerable por carencias sociales, lo cual resulta disonante por el hecho de registrar al 78.70% de su población con ingreso inferior a la línea de pobreza en 2014, y al 70.03% para 2022.

² Se considera gasto en educación a la suma de los montos que recibieron las entidades del FAEB y FONE del Ramo 33; para el caso de la CDMX, se consideró el Ramo 25 del PEF; como los montos asignados por las entidades federativas en sus presupuestos de egresos para los ejercicios fiscales. Para el gasto en salud, se tomó FASSA del Ramo 33, además de los montos asignados a nivel estatal. El gasto de infraestructura social consiste en los montos FISE y el FAISMUN, que se mantuvieron separados para distinguir los ámbitos estatal y municipal.

Cuadro 1. Nivel de eficiencia (SBM) de las entidades federativas, 2014-2022

Región Norte							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
BC	1.0000	1.0000	1.0000	NVOLN	1.0000	1.0000	1.0000
COAH	1.0000	1.0000	1.0000	SON	0.9168	1.0000	0.9899
CHHUA	0.9812	0.9575	0.9280	TAM	0.9958	1.0000	0.9718
Región Centro Norte							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
AGS	1.0000	1.0000	1.0000	MICH	1.0000	0.8622	0.8423
BCS	1.0000	1.0000	1.0000	NAY	1.0000	1.0000	1.0000
COL	1.0000	1.0000	1.0000	SLP	1.0000	1.0000	1.0000
DUR	1.0000	1.0000	0.9993	SIN	0.9233	0.8989	0.8648
JAL	0.9543	1.0000	1.0000	ZAC	0.9824	1.0000	0.9743
Región Centro							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
CDMX	1.0000	1.0000	1.0000	MOR	1.0000	1.0000	1.0000
EDOMEX	1.0000	1.0000	1.0000	PUE	1.0000	1.0000	1.0000
GTO	0.9683	0.9284	0.9043	QUTRO	1.0000	1.0000	1.0000
HGO	0.9241	0.8732	0.8287	TLAX	1.0000	1.0000	1.0000
Región Sur							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
CAMP	0.9781	1.0000	1.0000	QROO	1.0000	1.0000	1.0000
CHIPS	1.0000	1.0000	1.0000	TAB	0.8235	0.9657	0.8978
GRO	0.9453	0.9671	0.9354	VER	0.9412	0.9792	0.9470
OAX	0.9755	0.9523	0.8960	YUC	1.0000	1.0000	1.0000

Fuente: elaboración propia a partir de la estimación en R del modelo de holguras SBM. Si el valor reportado es 1, la entidad se considera eficiente; si el valor es <1, se la considera ineficiente.

La aparente inverosimilitud de hallazgos como el descrito arriba para el Estado de Chiapas sugiere la construcción de una medida de eficiencia que pondere simultáneamente el desempeño en el combate a la pobreza por ingresos y en la atención a la vulnerabilidad ante carencias sociales. Se recurre por tanto al análisis envolvente con productos indeseables (DEA-U) de Färe y Grosskopf (2004), considerando como producto deseable al porcentaje $1 - V_{it}$ de población no vulnerable, como producto indeseable al porcentaje de población con ingresos IP_{it} por debajo de la línea de pobreza, y con los mismos insumos utilizados en la estimación del modelo SBM. Los resultados se presentan en el cuadro 2, haciendo notar que este modelo difiere en términos de interpretación, ya que las entidades clasificadas ineficientes son las que registran valores superiores a la unidad.

Las interpretaciones obtenidas a partir de los modelos SBM y DEA-U son muy similares. En la región norte, Baja California, Coahuila y Nuevo León se catalogan como eficientes, mientras que Chihuahua es clasificado como ineficiente, por ambas mediciones, durante todo el periodo; la única diferencia observada en esa región es que el SBM clasifica a Sonora como ineficiente pero el DEA-U como eficiente en 2014. En la zona centro-norte, las diferencias son que el modelo DEA-U incorpora como ineficientes en 2022 a Colima y Nayarit, además de las entidades que ya eran consideradas así con la medida SBM (Durango, Michoacán, Sinaloa y Zacatecas). En la región centro, la medición DEA-U incluye entre las entidades ineficientes a Puebla para 2022, además de Guanajuato e Hidalgo que ya eran clasificadas así en el cuadro 1. Para la zona sur, las estimaciones con ambos modelos son idénticas. De esta manera, la medición de eficiencia obtenida por medio del modelo con productos indeseables configura mejor una imagen de una pérdida generalizada de eficiencia para 2022.

Al observar las estimaciones bienales de eficiencia DEA-U de 2014 a 2022, junto con los recursos humanos (profesores, médicos, enfermeras) y de infraestructura (escuelas, camas de hospital) por cada mil habitantes, así como el gasto per cápita en salud, educación e infraestructura social, se identifica que fueron 18 las entidades que mostraron ser eficientes en 2014, y en promedio su gasto per cápita en educación, salud e infraestructura social fueron menores que para las entidades ineficientes, al igual que los recursos humanos y de infraestructura. Para 2016, el número de entidades eficientes aumentó a 23, y se mantuvo la

Cuadro 2. Nivel de eficiencia (DEA-U) de las entidades federativas, 2014-2022

Región Norte							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
BC	1.0000	1.0000	1.0000	NVOLN	1.0000	1.0000	1.0000
COAH	1.0000	1.0000	1.0000	SON	1.0000	1.0000	1.0002
CHHUA	1.0170	1.0375	1.0019	TAM	1.0042	1.0000	1.0196
Región Centro Norte							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
AGS	1.0000	1.0000	1.0000	MICH	1.0000	1.1587	1.1802
BCS	1.0000	1.0000	1.0000	NAY	1.0000	1.0000	1.0030
COL	1.0000	1.0000	1.0103	SLP	1.0000	1.0000	1.0000
DUR	1.0000	1.0000	1.0007	SIN	1.0830	1.0886	1.0768
JAL	1.0479	1.0000	1.0000	ZAC	1.0157	1.0000	1.0264
Región Centro							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
CDMX	1.0000	1.0000	1.0000	MOR	1.0000	1.0000	1.0000
EDOMEX	1.0000	1.0000	1.0000	PUE	1.0000	1.0000	1.0003
GTO	1.0319	1.0747	1.1048	QUTRO	1.0000	1.0000	1.0000
HGO	1.0557	1.1422	1.1869	TLAX	1.0000	1.0000	1.0000
Región Sur							
Entidad federativa	2014	2018	2022	Entidad federativa	2014	2018	2022
CAMP	1.022	1.000	1.0000	QROO	1.0000	1.0000	1.0000
CHIPS	1.0000	1.0000	1.0000	TAB	1.2110	1.0355	1.1071
GRO	1.0761	1.0340	1.0691	VER	1.0525	1.0213	1.0560
OAX	1.0251	1.0501	1.1127	YUC	1.0000	1.0000	1.0000

Fuente: elaboración propia a partir de la estimación en R del modelo DEA-U con productos indeseables. Si el valor reportado es 1, la entidad se considera eficiente; si el valor es >1, se le considera ineficiente.

tendencia a que éstas gastaran menos y utilizarasen menos recursos que las ineficientes; sin embargo, a partir de 2018 comenzó un retroceso en la eficiencia a nivel estatal, culminando en 2022 con el 50% de las entidades del país exhibiendo ineficiencia. En el cuadro 3 se presentan los resultados completos.

Cuadro 3. Valores medios de los insumos por nivel de eficiencia DEA-U, 2014-2022

Año	No entidades	Gasto edu.	Gasto salud	FAISE	FAISM	Prof. Pri y Sec
2014	18 (ef)	2 873.11	1 366.11	44.72	323.65	22.37
	14 (inef)	3 059.01	1 529.09	71.31	510.93	32.92
2016	23 (ef)	3 101.92	1 549.51	45.92	333.02	24.24
	9 (inef)	3 300.08	1 532.12	74.89	539.85	33.42
2018	21 (ef)	2 833.44	1 527.55	48.27	349.33	24.24
	11 (inef)	3 077.6	1 650.39	73.85	525.72	30.67
2020	21 (ef)	2 695.77	1 585.38	48.83	363.76	24.31
	11 (inef)	3 159.88	1 644.14	84.11	609.83	30.19
2022	16 (ef)	2 510.22	1 579.35	50.30	363.28	25.97
	16 (inef)	2 905.83	1 582.95	70.05	507.75	27.23
Año	Prof.M. Sup y Sup	Méd.	Enfe.	Esc. Pri y Sec	Esc M.Sup y Sup	Cam.
2014	15.46	2.08	3.88	2.95	0.407	1.79
	16.95	2.77	4.94	5.04	0.58	2.33
2016	17.41	2.29	4.46	3.12	0.45	1.89
	19.75	3.01	5.42	5.65	0.62	2.48
2018	17.71	2.47	5.03	3.12	0.47	1.94
	16.36	2.68	4.81	5.11	0.59	2.53
2020	18.15	2.57	5.30	3.08	0.48	2.18
	15.66	2.85	5.2	5.14	0.59	2.28
2022	20.39	2.13	4.84	3.13	0.47	1.63
	14.6	3.21	6.17	4.53	0.57	2.45

Fuente: elaboración propia a partir de la estimación del modelo DEA-U con productos indeseables.

Dado que el modelo con productos indeseables DEA-U logró capturar mejor los cambios en la eficiencia del uso de recursos para mitigar la vulnerabilidad y la pobreza por ingresos en la segunda mitad del periodo de análisis, se utilizaron sus resultados para construir un modelo de redes neuronales con dos fines primordiales: primero, establecer cuáles insumos entre los analizados tienen mayor relevancia al explicar las variaciones en la eficiencia del desempeño gubernamental para aminorar la población vulnerable por carencias sociales y la pobreza por ingresos; segundo, determinar el rendimiento de esta metodología para predecir la eficiencia de las entidades federativas. Se obtuvo un total de 160 observaciones,³ de las cuales se eligieron de manera aleatoria 96 (equivalentes al 60%) para entrenar al algoritmo de la red neuronal, 20% para validarlo, y los datos restantes (32 observaciones) para evaluar su rendimiento. El propósito del perceptrón multicapa es la clasificación de una entidad federativa en términos del uso de recursos y gasto público en educación, salud e infraestructura. A fin de evitar problemas de sobreponderación, las 11 variables que alimentan la capa de entrada fueron normalizadas. Para elegir la estructura de las capas ocultas se evaluaron 150 posibilidades, utilizando 700 iteraciones del ciclo de entrenamiento completo. En el cuadro 4 se presentan los resultados de las 12 estructuras con mejor desempeño, basado en el área bajo la curva operativa característica (AUC), entre las combinaciones probadas. La red que mostró los mejores resultados tiene 3 capas ocultas con 10 neuronas en cada capa.

La evaluación del perceptrón multicapa (MLP) se basó en la comparación de resultados de las predicciones para los datos que se establecieron para entrenamiento, validación, y los que se utilizaron para testear el desempeño. En el cuadro 5 se presentan las métricas obtenidas para los tres conjuntos de datos: el área AUC, el área bajo la curva de recuperación de precisión (AUCPR), la pérdida logarítmica (log loss) y el índice de Gini; este último mide la desigualdad en la distribución: si su valor se acerca a 0, la clasificación binaria no es útil, ya que todas las instancias son clasificadas igual, pero si tiende hacia 1 entonces la clasificación mejora.

³ 99 fueron eficientes y 61 ineficientes de acuerdo con el modelo DEA-U con productos indeseables.

Cuadro 4. Desempeño en el entrenamiento de las distintas capas ocultas de las redes neuronales

Capas	Entrenamiento (AUC)	Capas	Entrenamiento (AUC)
[10, 10, 10]	0.9145455	[50, 50]	0.8818182
[20, 20, 20]	0.9045455	[5, 5]	0.8727273
[50]	0.8954545	[100, 100]	0.8636364
[20, 20]	0.8954545	[20]	0.8545455
[10]	0.8909091	[100]	0.8500000
[10, 10]	0.8863636	[5]	0.8090909

Fuente: elaboración propia utilizando Python y H2O.

Cuadro 5. Métricas para el modelo MLP

	Entrenamiento	Validación	Prueba
Gini	0.775000	0.809091	0.740260
AUC	0.887500	0.904546	0.870130
AUCPR	0.835554	0.821485	0.807258
Log loss	0.456485	0.495156	0.491320

Fuente: elaboración propia con Python y H2O.

En el cuadro 6 se presentan las matrices de confusión del MLP con 3 capas ocultas y 10 neuronas en cada. Para el conjunto de los datos de validación, de las 22 entidades que fueron eficientes en diferentes años del periodo analizado, el perceptrón logra identificar a 17; mientras que logra identificar perfectamente a las 10 ineficientes. Así, la tasa de clasificación general es de 84.38% en la etapa de validación. Al valorar el desempeño, logra clasificar correctamente a 16 de 21 instancias eficientes y a 10 de 11 ineficientes, con un desempeño global del 81.25%.

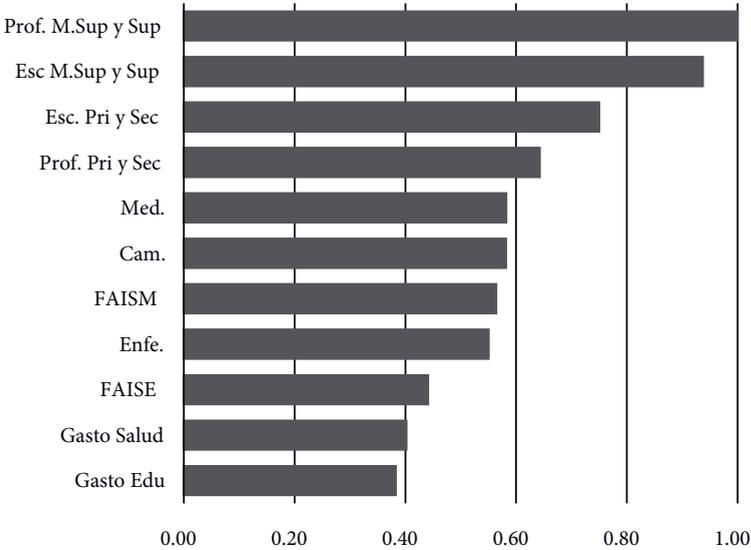
Egmont-Petersen *et al.* (1998) establecen métricas para determinar la contribución individual de una característica al comportamiento del clasificador MLP. De acuerdo con los resultados obtenidos a partir de los datos de entrenamiento y validación, mismos que se exhiben en la gráfica 1, las tres variables más importantes para predecir la eficiencia de las entidades federativas son: los profesores de educación media superior

Cuadro 6. Matriz de confusión del modelo MLP

Predicción	Validación		Prueba	
	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente
Eficiente	17	0	16	1
Ineficiente	5	10	5	10
Tasa clasificación	77.27%	100.00%	76.19%	90.91%
Tasa clasificación general	84.38%		81.25%	

Fuente: elaboración propia con Python y H2O.

Gráfica 1. Importancia característica de las entradas del perceptrón multicapa



Fuente: elaboración propia.

y superior, las escuelas de educación media superior, y las instalaciones de educación primaria y secundaria. Así, la evidencia empírica sugiere que las instituciones de educación primaria, secundaria, media superior y superior, junto con los recursos humanos con los que se cuenta para tales niveles educativos, son de la mayor importancia para explicar la eficiencia en el uso de los recursos para atender a la población vulnerable

por carencias sociales; al tratarse de servicios descentralizados, estas variables muestran de manera indirecta el desempeño de los gobiernos locales en el uso de los recursos de salud e infraestructura social.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio ha proporcionado una evaluación detallada sobre la eficiencia del gasto público destinado a infraestructura social, educación y salud, así como sobre el desempeño de los recursos humanos en el sector salud y educativo para reducir la vulnerabilidad por carencias sociales a nivel subnacional en México durante el periodo 2014-2022. Estos hallazgos son importantes para entender cómo se gestionan estos recursos a nivel estatal y municipal y su impacto en la población.

Los resultados han destacado que los recursos asignados a la educación media y superior juegan un papel crucial en la mejora de la eficiencia estatal para reducir la vulnerabilidad por carencias sociales. Estos recursos no solo facilitan el acceso a una educación de calidad, sino que también fortalecen la movilidad social de las futuras generaciones. La eficiencia en la gestión del gasto público en salud e infraestructura social es fundamental para asegurar un acceso equitativo a servicios básicos como la atención médica y condiciones de vida dignas. Estados como Baja California, Coahuila y Nuevo León han demostrado ser consistentemente eficientes en estos aspectos, mientras que otros han mostrado fluctuaciones significativas a lo largo del periodo estudiado.

La optimización del gasto público en estos sectores no solo mejora directamente la calidad de vida de los ciudadanos al proporcionar mejores servicios educativos y de salud, sino que también fomenta un entorno propicio para el desarrollo personal y profesional. La inversión eficiente en infraestructura social contribuye a reducir las disparidades regionales y a promover la inclusión social, mejorando así las oportunidades de empleo y el bienestar general de la población.

Evaluar la eficiencia del gasto público es crucial para identificar áreas de mejora en la asignación de recursos limitados, lo cual es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo de las finanzas públicas. La gestión eficiente del presupuesto en educación, salud e infraestructura social ayuda a prevenir déficits innecesarios y a garantizar una administración financiera responsable. Esto, a su vez, fortalece la estabilidad económica

regional y nacional, creando condiciones favorables para un desarrollo socioeconómico sostenible y duradero.

En conclusión, los resultados de esta investigación subrayan la importancia crítica de una gestión eficiente del gasto público no solo para mejorar el bienestar social y económico de los ciudadanos, sino también para asegurar la sostenibilidad financiera del Estado. Las políticas basadas en estos hallazgos pueden orientarse hacia una mayor equidad en el acceso a servicios esenciales y hacia una administración más efectiva de los recursos públicos, beneficiando así a toda la sociedad a largo plazo.

De acuerdo con la investigación presentada, algunas debilidades potenciales incluyen las limitaciones inherentes a los modelos utilizados, como el SBM, DEA-U y redes neuronales. Cada uno de estos métodos, aunque útiles, está sujeto a supuestos y condiciones que podrían no capturar completamente la complejidad del contexto real y las variaciones a nivel subnacional.

Además, la dependencia de datos disponibles y accesibles, como los proporcionados por INEGI, CONEVAL y otras instituciones, podría haber limitado el alcance y la precisión de las conclusiones. El enfoque a nivel estatal también podría haber pasado por alto variaciones significativas dentro de los estados o municipios, afectando la representatividad de los resultados. ◀

REFERENCIAS

- Afonso, A. y 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. y 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>
- Aggarwal, C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning*. Springer.
- Angulo, R., Díaz, Y., y Pardo, R. (2016). The Colombian multidimensional poverty index: Measuring poverty in a public policy context. *Social Indicators Research*, 127, 1-38. <https://doi.org/10.1007/s11205-015-0964-z>
- Alkire, S. y Fang, Y. (2019). Dynamics of multidimensional poverty and uni-dimensional income poverty: An evidence of stability analysis from China. *Social Indicators Research*, 142, 25-64. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1895-2>

- Asghar, N., Hussain, Z. y Rehman, H.U. (2012). The impact of government spending on poverty reduction: Evidence from Pakistan 1972 to 2008. *African Journal of Business Management*, 6(3), 845.
- Battiston, D., Cruces, G., Lopez-Calva, L.F., Lugo, M.A. y Santos, M.E. (2013). Income and beyond: Multidimensional poverty in six Latin American countries. *Social Indicators Research*, 112, 291-314. <https://doi.org/10.1007/s11205-013-0249-3>
- Becerra, A. y Nuñez, H. (2019). The technical efficiency of local economies in Mexico: A failure of decentralized public spending. *The Annals of Regional Science*, 62(2), 247-264. <https://doi.org/10.1007/s00168-018-0894-1>
- Borga, L.G. y D'Ambrosio, C. (2021). Social protection and multidimensional poverty: Lessons from Ethiopia, India and Peru. *World Development*, 147, 105634. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105634>
- Cao, M., Xu, D., Xie, F., Liu, E. y Liu, S. (2016). The influence factors analysis of households' poverty vulnerability in southwest ethnic areas of China based on the hierarchical linear model: A case study of Liangshan Yi autonomous prefecture. *Applied Geography*, 66, 144-152. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.11.016>
- Cárdenas, O. (2009). Poverty reduction approaches in Mexico since 1950: Public spending for social programs and economic competitiveness programs. *Journal of Business Ethics*, 88, 269-281. <https://doi.org/10.1007/s10551-009-0289-4>
- Celikay, F. y Gumus, E. (2017). The effect of social spending on reducing poverty. *International Journal of Social Economics*, 44(5), 620-632. <https://doi.org/10.1108/ijse-10-2015-0274>
- Charnes, A. y Cooper, W.W. (1962). Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Quarterly*, 9(3-4), 333-334. <https://doi.org/10.1002/nav.3800090303>
- Chotia, V. y Rao, N. (2017). Investigating the interlinkages between infrastructure development, poverty and rural-urban income inequality: Evidence from BRICS nations. *Studies in Economics and Finance*, 34(4), 466-484. <https://doi.org/10.1108/sef-07-2016-0159>
- CONEVAL (2019). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).
- Cyrek, M. (2019). Government social spending in the EU countries: Efficiency in poverty and income inequality reduction. *Equilibrium. Quarterly Journal*

- of *Economics and Economic Policy*, 14(3), 405-424. <https://doi.org/10.24136/eq.2019.019>
- Davoodi, H., Tiongson, E. y 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>
- Deaton, A. (2016). Measuring and understanding behavior, welfare, and poverty. *American Economic Review*, 106(6), 1221-1243. <http://doi.org/10.1257/aer.106.6.1221>
- Egmont-Petersen, M., Talmon, J.L., Hasman, A. y Ambergen, A.W. (1998). Assessing the importance of features for multi-layer perceptrons. *Neural Networks*, 11(4), 623-635. [https://doi.org/10.1016/S0893-6080\(98\)00031-8](https://doi.org/10.1016/S0893-6080(98)00031-8)
- Fan, S., Hazell, P. y Thorat, S. (2000). Government spending, growth and poverty in rural India. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4), 1038-1051. <https://doi.org/10.1111/0002-9092.00101>
- Färe, R. y Grosskopf, S. (2004). Modeling undesirable factors in efficiency evaluation: Comment. *European Journal of Operational Research*, 157(1), 242-245. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00191-7](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00191-7)
- Fosu, A. (2017). Growth, inequality, and poverty reduction in developing countries: Recent global evidence. *Research in Economics*, 71(2), 306-336. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2016.05.005>
- Galí, J., López-Salido, J.D. y Vallés, J. (2007). Understanding the effects of government spending on consumption. *Journal of the European Economic Association*, 5(1), 227-270. <https://doi.org/10.1162/JEEA.2007.5.1.227>
- Goodfellow, I., Bengio, Y. y Courville, A. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press.
- Gupta, S. y Verhoeven, M. (2001). The efficiency of government expenditure: experiences from Africa. *Journal of Policy Modeling*, 23(4), 433-467. [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(00\)00036-3](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(00)00036-3)
- Hanif, I., Wallace, S. y Gago-de-Santos, P. (2020). Economic growth by means of fiscal decentralization: An empirical study for federal developing countries. *Sage Open*, 10(4), 2158244020968088. <https://doi.org/10.1177/2158244020968088>
- Hidalgo, M. y Iturbe, I. (2018). Long-run effects of public expenditure on poverty. *The Journal of Economic Inequality*, 16, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10888-017-9360-z>
- Hong, H. y Ahmed, S. (2009). Government spending on public goods: Evidence on growth and poverty. *Economic and Political Weekly*, 44(31), 102-108. <http://www.jstor.com/stable/25663397>

- Hua, Z. y Bian, Y. (2007). DEA with undesirable factors. En: J. Zhu y W. Cook (eds). *Modeling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis* (pp. 103-121). Springer, Boston. https://doi.org/10.1007/978-0-387-71607-7_6
- Hung, N.T. y Thanh, S.D. (2022). Fiscal decentralization, economic growth, and human development: Empirical evidence. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2109279. <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2109279>
- Jin, Y., y Rider, M. (2022). Does fiscal decentralization promote economic growth? An empirical approach to the study of China and India. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 34(6), 146-167. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-11-2019-0174>
- López, R. y Galinato, G.I. (2007). Should governments stop subsidies to private goods? Evidence from rural Latin America. *Journal of Public Economics*, 91(5-6), 1071-1094. <https://doi.org/10.1016/j.jpube.2006.10.004>
- Medeiros, V., Marques, R. y Vasconcelos, P. (2021). Infrastructure and household poverty in Brazil: A regional approach using multilevel models. *World Development*, 137, 105118. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105118>
- Mutascu, M., Lessoua A. y Ianc, N.B. (2024). The impact of inflation on inequality in the CEMAC and UEMOA zones of Sub-Saharan Africa. *International Journal of Finance & Economics*, 1-22. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2993>
- Niu, K. y Xu, H. (2023). Urban-rural integration and poverty: Different roles of urban-rural integration in reducing rural and urban poverty in China. *Social Indicators Research*, 165(3), 737-757. <https://doi.org/10.1007/s11205-022-03042-0>
- Oates, W. (1972). *Fiscal Federalism*. Harcourt Brace Jovanovich.
- Pham, A.T.Q., Mukhopadhyaya, P. y Vu, H. (2020). Targeting administrative regions for multidimensional poverty alleviation: A study on Vietnam. *Social Indicators Research*, 150(1), 143-189. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02285-z>
- Popova, D. (2023). Impact of equity in social protection spending on income poverty and inequality. *Social Indicators Research*, 169(1), 697-721. <https://doi.org/10.1007/s11205-023-03167-w>
- Sánchez, I. (2021). Gasto público, índice de competitividad y política social en México. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 49(192). <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.192.5891>
- Shalini, R.T., Boopen, S. y Rojid, S. (2009). Urban infrastructure and poverty alleviation in Africa. *IUP Journal of Infrastructure*, 7(2), 7-26.

- Shah, A. (2006). *A practitioner's guide to intergovernmental fiscal transfers*. [en línea] Disponible en: <<https://documents1.worldbank.org/curated/en/216941468339553694/pdf/wps4039.pdf>>.
- Sima, M., Liang, P. y Qingjie, Z. (2023). The impact of fiscal decentralization on economic growth: A comparative analysis of selected African and OECD countries. *Heliyon*, 9(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19520>
- Thorbecke, E. (2013). The interrelationship linking growth, inequality and poverty in Sub-Saharan Africa. *Journal of African Economies*, 22(suppl_1), i15-i48. <https://doi.org/10.1093/jae/ejs028>
- 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](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00407-5)
- Valls, F., Belzunegui, Á. y De Andrés, J. (2020). Efficiency of social expenditure levels in reducing poverty risk in the EU-28. *Poverty & Public Policy*, 12(1), 43-62. <https://doi.org/10.1002/pop4.267>
- Varela, R. y Ocegueda, J.M. (2020). Pobreza multidimensional y mercado laboral en México. *Cuadernos de Economía*, 39(79), 139-165. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v39n79.71201>