

Eficiencia de la inversión educativa provincial en Argentina

Autores:

Ivana Templado (FIEL), **María Sol Alzú** (Argentinos por la Educación) y **Leyre Sáenz Guillén** (Argentinos por la Educación)

Cómo citar:

Templado, I., Alzú, M.S. & Sáenz Guillén, L. (2025). Eficiencia de la inversión educativa provincial en Argentina. Argentinos por la Educación.

—
Hay jurisdicciones que podrían mejorar sus aprendizajes en Lengua y Matemática hasta 52 puntos porcentuales con su nivel de inversión educativa actual.

— Eficiencia de la inversión educativa provincial en Argentina

Ivana Templado (FIEL), María Sol Alzú y Leyre Sáenz Guillén (Argentinos por la Educación)

El contexto

Introducción

La eficiencia en el gasto educativo es un tema central en el debate sobre la calidad y equidad del sistema educativo en Argentina. Con recursos limitados y una creciente demanda por mejorar los resultados del aprendizaje, resulta esencial analizar cuánto asignan las provincias a la educación del total de sus presupuestos y qué resultados se obtienen con dicha inversión. Este análisis se enmarca, además, en un contexto normativo (ley N° 26.206) que exige un financiamiento mínimo, que establece que se debe invertir como mínimo el 6% del PBI en educación, consolidado entre Nación y provincias. Sin embargo, no se define qué parte de ese 6% corresponde a la Nación y cuál a las provincias. En la práctica, las provincias aportan cerca del 75% de la inversión, mientras que la Nación contribuye con el 25% restante. Pero también queda pendiente la distribución interna de dicho 75%, cuánto cada una y en base a qué criterio.

Un informe previo (Curcio et al., 2023) analiza el gasto público en educación por provincia. Se observan diferencias importantes tanto en el esfuerzo relativo al tamaño de la economía provincial como en la proporción del presupuesto destinado al sector. La comparación intertemporal entre 2004 y 2021 muestra que algunas provincias aumentaron su inversión educativa en el tiempo, mientras que otras redujeron su participación presupuestaria. En vista de las grandes variaciones observadas entre las jurisdicciones es muy importante analizar cómo se traduce el esfuerzo fiscal en mejoras efectivas de los resultados educativos.

Este informe tiene como objetivo medir y comparar la eficiencia de la inversión educativa en las provincias argentinas, en el sector estatal. Se busca identificar aquellas jurisdicciones que logran mejores resultados educativos en relación con los recursos utilizados, y detectar cuáles presentan mayores oportunidades de mejora. Para ello, se aplica el modelo de Análisis Envolvente de Datos (DEA), que permite evaluar la eficiencia relativa, es decir, cuánto logra cada provincia en términos de resultados educativos con los recursos disponibles. A diferencia de otros enfoques, el DEA ofrece una mirada más precisa sobre el uso de los recursos, sin limitarse a medir niveles absolutos de inversión o desempeño. Este modelo se complementa con una corrección formulada por Simar y Wilson (2007) para corregir sesgos y limitaciones de la metodología DEA. Además, se aplica una segunda etapa para analizar qué factores contextuales se asocian a mayores o menores niveles de eficiencia.

Para el modelo DEA, se realiza un análisis con dos configuraciones de recursos o insumos: en uno se incorpora una medida del gasto educativo y en el otro se incluyen sólo recursos físicos como el equipamiento y la conectividad en la escuela y el porcentaje de alumnos que asisten a jornada simple o completa y la cantidad de alumnos por cargo docente¹. Mientras que como resultado en ambos modelos se utiliza una medida del aprendizaje logrado: el porcentaje de alumnos que llega sexto grado de la primaria con resultados al menos satisfactorios tanto en Lengua como en Matemática en Aprender 2023. Con estos datos se elaboran dos medidas de eficiencia para cada jurisdicción que permiten establecer comparaciones. Cabe aclarar que, en ambos casos la configuración del modelo es orientada a los resultados y asumiendo rendimientos variables a escala.

Medir la eficiencia para 23 jurisdicciones, implica trabajar con 23 observaciones. Esta cantidad representa una limitación metodológica en términos estadísticos para la metodología empleada. Si bien el uso del modelo DEA con técnicas de bootstrap mejora significativamente la solidez estadística del análisis, el tamaño acotado de la muestra impone restricciones sobre la robustez de las inferencias. No obstante, este recorte responde a la estructura federal del sistema educativo argentino y constituye el mejor abordaje posible a partir de la información actualmente disponible a nivel subnacional. Asimismo, indicadores como la calidad docente, prácticas pedagógicas y el tiempo de clase efectivo no fueron considerados como insumos en el análisis ya que no son datos que se encuentren relevados y/o publicados. Es importante señalar que si una provincia es clasificada como eficiente no implica necesariamente que obtenga buenos resultados educativos en términos absolutos, sino que está realizando un uso relativamente “adecuado” de sus recursos en relación con los resultados que alcanza.

Los resultados de este análisis evidencian las diferencias en la asignación y uso de los recursos entre provincias, y también señalan dónde concentrar diagnósticos más profundos (por ejemplo, desagregar partidas de gasto o estudiar prácticas de gestión escolar), sentando las bases para diseñar intervenciones que traduzcan este diagnóstico en políticas educativas efectivas. En definitiva, mejorar la eficiencia del gasto y asegurar el cumplimiento de los lineamientos de financiamiento es indispensable para garantizar una educación de mayor calidad y equidad para todos los estudiantes del país.

¹ Cargos docentes incluye tanto los cargos dentro de la planta funcional (Dirección, Frente a alumnos, Apoyo, Personal único) como aquellos fuera de la planta funcional, según la clasificación de los Anuarios Estadísticos.

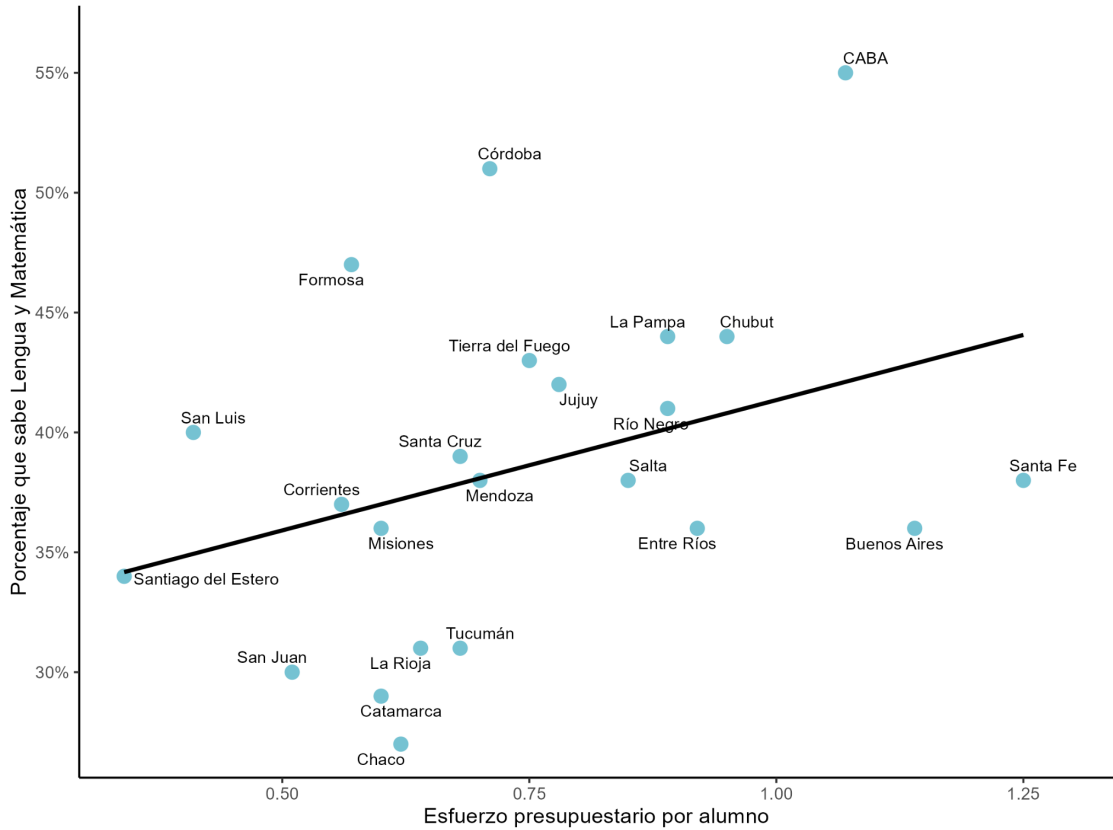
¿Más inversión significa mejores resultados?

Uno de los debates recurrentes en educación es la relación entre el gasto educativo y los aprendizajes de los alumnos. Una visión común sugiere que a mayor inversión por estudiante, mejores deberían ser los resultados. Para explorar esta relación, analizamos la correlación entre el gasto por alumno del sector estatal² durante el período 2012-2023 y el porcentaje de alumnos de sexto grado con aprendizajes al menos satisfactorios en el sector estatal tanto en Lengua como en Matemática, en sexto grado de la primaria en cada provincia, medido por el operativo Aprender del año 2023. Siguiendo a Templado (2022), ajustamos el gasto por alumno en el sector estatal de cada provincia dividiéndolo por su ingreso corriente per cápita y lo denominamos esfuerzo presupuestario por alumno. De esta forma se reduce la sobreestimación del compromiso de provincias con mayor capacidad fiscal y la subestimación de aquellas con menores recursos, mejorando así la comparación interprovincial y permitiendo evaluar el esfuerzo fiscal educativo de cada jurisdicción. A su vez, facilita una lectura más equitativa de las diferencias en financiamiento y su eventual vínculo con los resultados educativos.

En el gráfico 1 se observa una tendencia positiva: en general, aquellas provincias que destinan un mayor presupuesto por estudiante en relación a su ingreso corriente per cápita (mayor esfuerzo presupuestario) tienden a lograr mejores resultados escolares de sexto grado en el sector estatal. Sin embargo, la dispersión de los puntos indica que la relación no es exacta. Algunas provincias, como Santa Fe, registran un elevado esfuerzo presupuestario por alumno, pero no obtienen resultados significativamente superiores a otras con niveles de inversión por alumno menores, como Mendoza o Salta. Asimismo, jurisdicciones como Córdoba, CABA y Formosa alcanzan un mayor porcentaje de alumnos que llegan en forma al último año de primaria, en comparación con provincias que tienen igual o mayor gasto.

Este patrón sugiere que, más allá del gasto por alumno, existen otros factores que influyen en los resultados educativos. En particular, en un país como Argentina, donde las provincias tienen un alto grado de autonomía, la eficiencia de este gasto podría desempeñar un papel clave. Factores como la gestión educativa, las políticas implementadas y el contexto socioeconómico pueden marcar una diferencia en el impacto del gasto. En las siguientes secciones, analizaremos cómo algunas provincias logran mejores resultados con los mismos o menores recursos, incluso al controlar por variables inherentes a cada una.

Gráfico 1. Relación entre el esfuerzo presupuestario por alumno entre 2012 y 2023 y el porcentaje de alumnos con aprendizajes al menos satisfactorios tanto en Lengua como en Matemática en 2023. Sector estatal. Nivel primario. Por provincia.



Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos de Aprender 2023, y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

² El gasto por alumno estatal se calcula en base al gasto y la cantidad de alumnos de nivel inicial y primario (el dato solo para el nivel primario no se encuentra disponible en los datos públicos para todas las jurisdicciones)

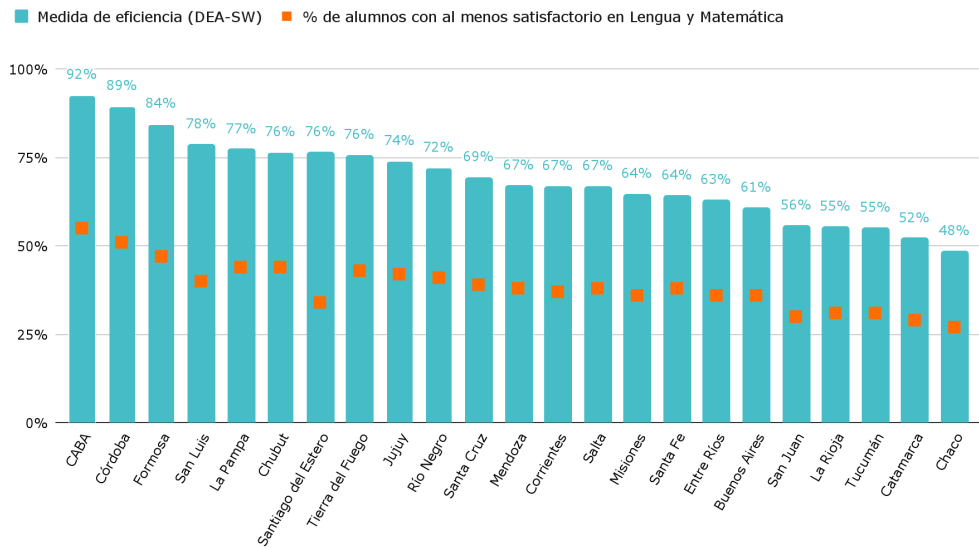
Eficiencia de la inversión educativa: comparación entre provincias argentinas

Existen diversos métodos para medir la eficiencia de la inversión en educación que buscan evaluar qué tan bien se aprovechan los recursos invertidos para alcanzar determinados resultados. Uno de los enfoques utilizados en la literatura es el **Análisis Envoltante de Datos (DEA)**, corregido por **Simar-Wilson**. Para el problema que nos concierne, este método permitiría evaluar qué tan eficientemente utiliza cada provincia sus recursos en relación con sus resultados obtenidos, comparándolas con las demás provincias. Es decir, su puntaje de eficiencia dependería no solo de su propia inversión y resultados, sino también de los de las otras provincias analizadas. Se trata, por lo tanto, de una comparación relativa y endógena al grupo de provincias considerado: no mide eficiencia en términos absolutos, sino en relación al desempeño del conjunto. El ajuste de Simar y Wilson (2007) corrige los sesgos propios del DEA³ tradicional mediante un procedimiento de bootstrap, que permite construir intervalos de confianza para los puntajes de eficiencia y realizar inferencias estadísticas válidas. El índice de eficiencia resultante varía entre 0 y 1: un valor de 1 indica que la provincia opera al máximo potencial observado en la muestra, mientras que un valor menor sugiere un margen de mejora. Por ejemplo, un índice de 0,80 implica que la provincia alcanza solo el 80% del potencial de las más eficientes, lo que sugiere que podría mejorar su desempeño en 20 puntos porcentuales sin aumentar los recursos.

En esta sección, teniendo en cuenta que el proceso de enseñanza-aprendizaje es acumulativo, y por lo tanto, también lo es la inversión educativa a lo largo de la trayectoria de cada estudiante, el análisis considera como recursos el promedio entre 2012 y 2023 del gasto por alumno estatal dividido por el ingreso corriente per cápita, que como dijimos, representa el **esfuerzo fiscal educativo por estudiante** en ese período. Como resultado, se utiliza el **porcentaje de alumnos con aprendizajes al menos satisfactorios tanto en Lengua como en Matemática** en las pruebas Aprender 2023. Todas las variables son calculadas a nivel provincial (ver tabla A.1 en Anexo).

Como se muestra en el gráfico 2, CABA, Córdoba y Formosa encabezan esta medición con índices de eficiencia del 92%, 89% y 84%, respectivamente. Esto indica que, en comparación con las demás provincias, son las que logran un uso más eficiente de los recursos educativos, pero aún así, presentan cierto margen de mejora. En el otro extremo, provincias como Chaco, Catamarca y Tucumán muestran los niveles más bajos de eficiencia, lo que sugiere dificultades para transformar su esfuerzo fiscal educativo en mejores resultados de aprendizaje. Por ejemplo, Chaco podría mejorar hasta 52 puntos porcentuales y Catamarca 48 puntos porcentuales su desempeño educativo con los mismos recursos.⁴

Gráfico 2. Índice DEA de eficiencia del esfuerzo fiscal educativo por estudiante respecto al porcentaje de alumnos con desempeño al menos satisfactorio en Lengua y Matemática, corregido por Simar-Wilson. Primaria. Sector estatal. Por jurisdicción. Año 2023.⁵



Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos de Aprender 2023, Anuario Estadístico Educativo 2023 y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

Nota: En 2023, Neuquén fue la única jurisdicción que no alcanzó el 60% de cobertura en Aprender, con una tasa de alumnos respondientes de 24,1% por este motivo no se suma en el gráfico dado que esto afecta a su indicador.

Al comparar los índices de eficiencia obtenidos bajo el supuesto de rendimientos variables a escala (VRS, más flexible) con aquellos que surgen al restringir a rendimientos constantes a escala (CRS, más estricto) se observa que se modifica la medida de eficiencia de todas las jurisdicciones y también el orden en relación a cuales son más o menos exigentes. Todas las provincias muestran márgenes de mejora bajo ambos enfoques, lo que sugiere que aún tienen un importante potencial para transformar mejor su gasto en aprendizajes (ver Tabla A.2. en Anexo).

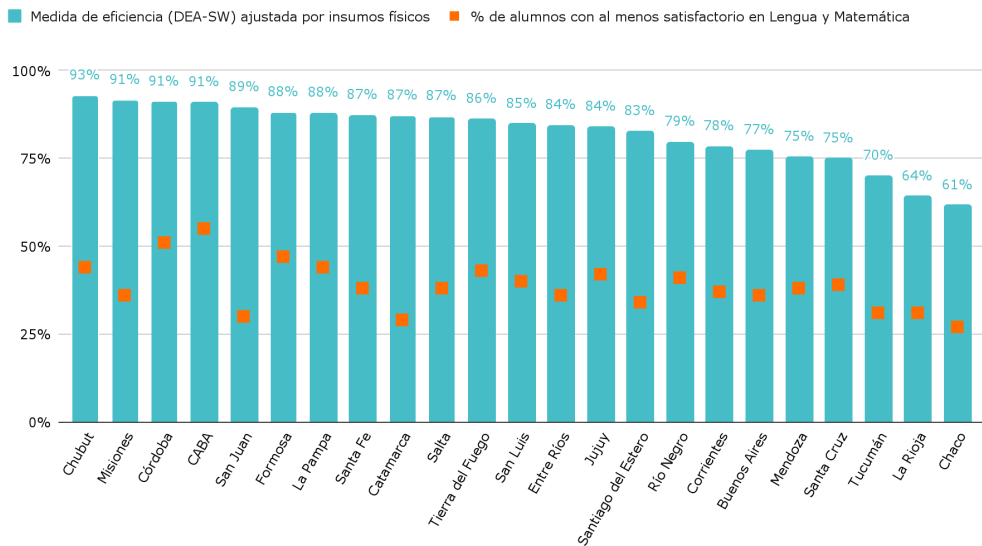
³ Estimar cuánto de esa eficiencia observada es producto del azar o de la estructura muestral.
⁴ Este margen se calcula tomando CABA (92%) como el 100% de la muestra (valor máximo).
⁵ Ver gráfico A.1 del anexo

Eficiencia de los recursos físicos: comparación entre provincias argentinas

En esta sección y siguiendo la recomendación de algunos autores (Elacqua y Martínez, 2018) se modifica el modelo de la sección anterior incorporando solamente un conjunto de variables correspondientes a recursos físicos de las provincias: **alumnos por cargo docente, equipamiento y conectividad**⁶, el **porcentaje de alumnos que asisten a jornada simple o completa** y el **porcentaje de docentes suplentes**. Estos son recursos que están en poder de los sistemas modificar y que capturan la asignación del gasto educativo. Como variable de resultado a optimizar, se mantiene el **porcentaje de alumnos con aprendizajes al menos satisfactorios tanto en Lengua como en Matemática**. La inclusión de estas variables responde a que reflejan directamente la capacidad instalada y las condiciones operativas de los establecimientos educativos. El indicador de alumnos por cargo docente aproxima el grado de atención individualizada posible en el aula; el equipamiento y conectividad condiciona el entorno de aprendizaje, la distribución entre jornada simple o completa/extendida incide en la cantidad de tiempo de clases ofrecido a los estudiantes y el porcentaje de suplencias permite capturar la estabilidad y continuidad en la enseñanza. Todas las variables son calculadas a nivel provincial (ver tabla A.3 en Anexo).

El gráfico 3 muestra la eficiencia educativa calculada con este modelo para el año 2023. Bajo esta configuración del modelo, las provincias que alcanzan un mayor índice de eficiencia son Chubut, Misiones, Córdoba y CABA. En contraste, Chaco, La Rioja y Tucumán presentan los menores valores de eficiencia, lo que sugiere posibilidades de un mejor uso de los recursos educativos disponibles. En efecto, podrían mejorar su desempeño en un 39, 36 y 30 puntos porcentuales, respectivamente. Cabe destacar que en el caso de las provincias que resultan más eficientes en este modelo que en el anterior la ineficiencia parecería estar vinculada a la estructura salarial o de costos, más que a la gestión de insumos físicos y viceversa.

Gráfico 3. Índice DEA de eficiencia de los recursos físicos respecto al porcentaje de alumnos con desempeño al menos satisfactorio en Lengua y Matemática, corregido por Simar-Wilson. Primaria. Sector estatal. Por jurisdicción. Año 2023.



Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos de Aprender 2023, Anuario Estadístico Educativo 2023 y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

Nota: En 2023, Neuquén fue la única jurisdicción que no alcanzó el 60% de cobertura en Aprender, con una tasa de alumnos respondientes de 24,1% por este motivo no se suma en el gráfico dado que esto afecta a su indicador.

Este segundo enfoque, que traduce el gasto monetario en insumos concretos para la función educativa (como recursos humanos, equipamiento y conectividad, tiempo ofrecido y rotación docente), eleva en general los puntajes de eficiencia, haciendo que todas las jurisdicciones superen el 60%. Esto ocurre porque estos insumos refieren a aspectos estructurales del sistema que tienden a ser más homogéneos entre provincias. Por lo tanto, con un nivel similar de insumos, muchas más jurisdicciones aparecen como más eficientes que antes. Recordemos que esta metodología, por definición, es relativa al grupo de comparación. Dicho de otro modo, con estos insumos, varias provincias se acercan a un uso casi óptimo de sus recursos para alcanzar aprendizajes satisfactorios, lo cual sería alentador si el promedio nacional de dichos aprendizajes no continuara siendo preocupantemente bajo.

El primer enfoque identifica cuánto aprendizaje adicional se obtiene por cada peso fiscal invertido por alumno; el segundo muestra qué tan bien se utilizan las dotaciones materiales. El contraste entre ambos ofrece indicios sobre si el problema radica en el nivel de recursos o en su asignación y gestión. Esta interpretación parte de un supuesto necesario dado que no contamos con datos disponibles: la igualdad en la calidad docente, el liderazgo directivo, el clima institucional y las horas efectivas de clase, entre otros factores. En la práctica, las diferencias en estos aspectos podrían amplificar o atenuar las ineficiencias observadas.

⁶ El índice de equipamiento y conectividad fue construido a partir de la presencia de determinados recursos clave en las escuelas, según los datos de la base de características del Relevamiento Anual 2023. Se consideraron variables que refieren a la disponibilidad de electricidad por cualquier fuente, la existencia de biblioteca y laboratorio de informática (en espacios de uso exclusivo), conexión a internet en la escuela y las aulas y la presencia de pizarras digitales. Se construyó un índice a nivel escuela que mide el porcentaje de presencia o existencia de estos servicios en cada escuela. Toma el valor de 1 si todos están presentes y 0 si todos están ausentes. Luego se calculó el promedio provincial de dicho índice.

¿Cómo se relacionan las variables contextuales con la medida de eficiencia educativa?

Una pregunta que podríamos hacernos es: más allá de qué tan eficientemente utilizan los distintos recursos educativos las provincias, ¿en qué medida las características del entorno que la provincia no puede controlar están asociadas con la eficiencia estimada? Es decir, ¿existen características que se asocian a que una provincia utilice sus recursos (ya sea presupuestarios como físicos) de forma más eficiente?

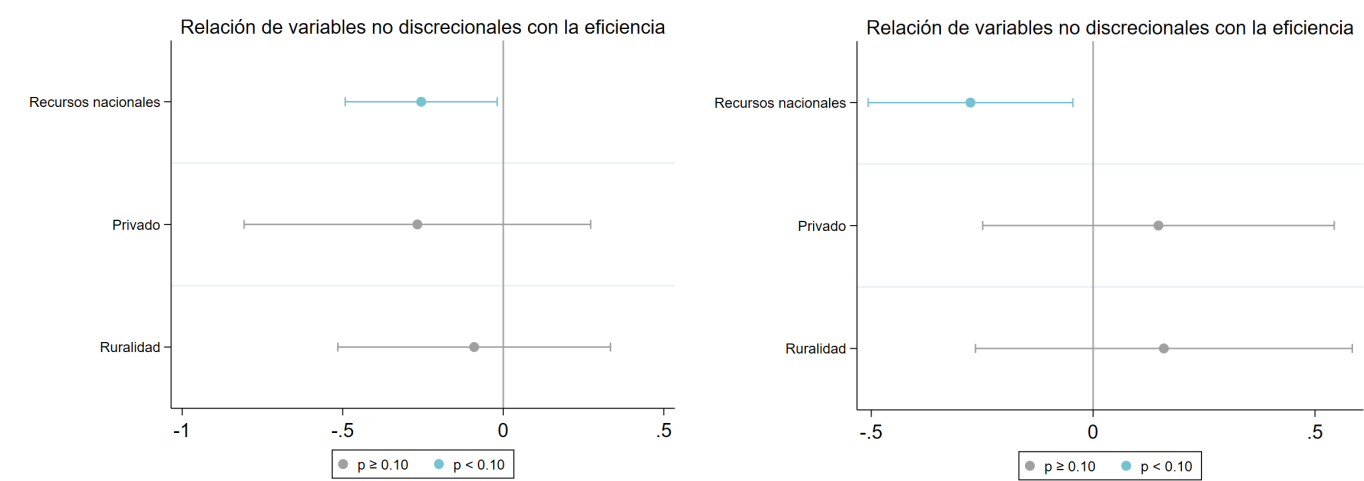
Para responderla, regresamos los resultados de los dos modelos anteriores (modelo de esfuerzo presupuestario y de recursos físicos) utilizando la metodología Simar-Wilson insesgada. En esta etapa se incluyen variables que reflejan características estructurales del contexto provincial, las cuales son ajenas al control directo del sistema educativo (no discrecionales), como el **porcentaje de estudiantes que asisten a escuelas rurales**, la **proporción de matrícula privada** y el peso de los **recursos nacionales** en relación al ingreso total provincial⁷. También se consideraron otras variables como el porcentaje de estudiantes de nivel socioeconómico bajo y la proporción de adultos con educación universitaria completa (entre 29 y 65 años) en la provincia, pero fueron descartadas debido a su alta correlación con otras variables del modelo (superior a 0,6).

Se observa que en ambos modelos, la variable **recursos nacionales** tiene un coeficiente negativo y estadísticamente significativo, lo que habla de una relación inversa entre esta variable y la eficiencia: aquellas provincias que más recursos nacionales reciben son menos eficientes a la hora de transformar recursos educativos (tanto monetarios como físicos) en buenos resultados académicos.

Gráfico 4. Modelo Simar-Wilson para calcular variables contextuales que influyen en la eficiencia. Año 2023.

Gráfico 4.A. Modelo de Esfuerzo Presupuestario.

Gráfico 4.B. Modelo de Recursos Físicos.



⁷ Se calcula como ingresos nacionales / ingresos totales de la provincia.

Comentarios finales

- 1.** Si bien se observa una relación positiva entre el esfuerzo presupuestario por alumno de cada provincia y los resultados educativos en primaria, esta asociación no es directa pues otros factores como la gestión educativa, el contexto socioeconómico y las políticas implementadas también influyen en los resultados y en cómo se realiza el esfuerzo.
- 2.** En este informe se aplica el modelo de DEA corregido por Simar-Wilson para evaluar la eficiencia relativa, es decir, qué tanto logra cada provincia en términos de resultados académicos con los recursos disponibles, considerando tanto el esfuerzo fiscal por alumno en educación como sus recursos físicos. La comparación interprovincial de eficiencia permite identificar diferencias significativas en la forma en que cada provincia utiliza sus recursos educativos. Al considerar como recurso únicamente el esfuerzo presupuestario por alumno observamos que provincias como CABA, Córdoba y Formosa destacan por alcanzar altos niveles de eficiencia. En contraste, jurisdicciones como Chaco, Catamarca y Tucumán muestran importantes márgenes de mejora, pudiendo incrementar significativamente sus resultados sin necesidad de aumentar su nivel de gasto actual. Esto indicaría que se podrían reorientar políticas hacia una mejor asignación y gestión de los recursos existentes.
- 3.** Al considerar únicamente variables relacionadas con los recursos físicos - como el equipamiento y la conectividad, la jornada extendida/completa, la relación alumnos por cargo docente y el porcentaje de docentes suplentes - se observa que se eleva el puntaje de eficiencia general de las jurisdicciones (todas superan el 60%), dado que estos insumos tienden a ser más homogéneos en el sistema. Bajo este segundo enfoque, las provincias más eficientes pasan a ser Chubut, Misiones, Córdoba y CABA, que, salvo estas dos últimas, en el modelo anterior presentaban una menor eficiencia. Esta mirada sugiere que, por un lado, el problema en muchos casos no es la disponibilidad de insumos, sino la capacidad del sistema para transformarlos en aprendizajes; y por otro que la ineficiencia podría estar más vinculada a la estructura de costos (masa salarial), que a la gestión de insumos físicos.
- 4.** También se analiza cómo se asocian las características del entorno provincial con la eficiencia estimada. Los resultados muestran que ciertas características estructurales del contexto provincial están asociadas con diferencias sistemáticas en la eficiencia del uso de recursos educativos. En particular, las provincias que dependen en mayor medida de recursos nacionales tienden a mostrar niveles más bajos de eficiencia. Estos hallazgos sugieren que, además del volumen de recursos invertidos, las condiciones estructurales en las que opera el sistema educativo provincial inciden de forma significativa en su desempeño.

Referencias bibliográficas

Agasisti, T. (2011). Performances and spending efficiency in higher education: a European comparison through non-parametric approaches. *Education Economics*, 19(2), 199–224. <https://doi.org/10.1080/09645290903094174>

Agasisti, T. (2014). The Efficiency of Public Spending on Education. *European Journal of Education*, 49(4), 543–557. <https://doi.org/10.1111/ejed.12069>

Boueri, R., Mac Dowell, M. C., Pineda, E., & Bastos, F. (2014). Analysis of Public Spending: An Evaluation Methodology for Measuring the Efficiency of Brazilian State Spending on Education. <https://doi.org/10.18235/0007981>

Cordero-Ferrera, J. M., Pedraja-Chaparro, F., & Salinas-Jiménez, J. (2008). Measuring efficiency in education. *Applied Economics*, 40(10), 1323–1339. <https://doi.org/10.1080/00036840600771346>

Curcio, J., Nistal, M. & Volman, V. (2023). Financiamiento educativo provincial. Observatorio de Argentinos por la Educación.

Elacqua, G., & Martínez Von der Fecht, M. (2018). El gasto en educación: cuando cada centavo cuenta. En A. Izquierdo, C. Pessino y G. Vuletin (Eds.), *Mejor gasto para mejores vidas: Cómo América Latina y el Caribe puede hacer más con menos* (pp.183–214). Banco Interamericano de Desarrollo.

Morduchowicz, A., Sáenz Guillén, L. & Volman, V., (2024). Evolución del financiamiento educativo. Observatorio Argentinos por la Educación.

Moskovits, C., & Cao, J. (2012). *Eficiencia del gasto público en las provincias argentinas: Explorando sus determinantes* (Documento de trabajo N° 119). Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas (FIEL). <https://fielfundacion.org/>

Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64. doi:10.1016/j.jeconom.2005.07.009

Templado, I. (2022, 9 de marzo). Gasto educativo: algunos datos para pensar en su eficiencia. FIEL Blog. <https://fielfundacion.org/blog/2022/03/09/gasto-educativo-algunos-datos-para-pensar-en-su-eficiencia/>

¿Cómo medir la eficiencia?

El Análisis Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés) es una técnica no paramétrica utilizada para medir la eficiencia relativa de unidades comparables, como empresas, hospitales, municipios o, como en este caso, sistemas educativos. Su principal objetivo es construir una frontera de eficiencia a partir de las unidades de toma de decisiones (DMU), identificando aquellas que logran maximizar el nivel de aprendizajes a alcanzar empíricamente con un determinado nivel de recursos. Una de las principales ventajas de DEA es que permite evaluar múltiples variables sin asumir una relación funcional específica entre ellas. Mediante programación matemática, la técnica construye una frontera de eficiencia y asigna a cada unidad un indicador entre 0 y 1, donde 1 representa la máxima eficiencia y los valores menores indican oportunidades de mejora.

Matemáticamente, el modelo DEA adopta un enfoque de optimización en el que cada unidad de análisis (provincia o país, en nuestro caso) busca maximizar su eficiencia relativa. En su versión básica de rendimientos constantes a escala (CCR), la eficiencia de una unidad j se define como la razón óptima entre una combinación ponderada de outputs (y_r) y una combinación ponderada de inputs (x_i):

Ecuación 1. Ecuación de primera etapa para calcular el Índice de Eficiencia con DEA.

$$\max_{\theta, u, v} \theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}$$

sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \quad \forall k = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon, \quad \forall r, i$$

Donde:

- x_{ij} son los **recursos** de cada unidad de decisión j (DMU j).
- y_{rj} son los **resultados** de cada unidad de decisión j (DMU j).
- u_r y v_i son los pesos asignados a los productos e insumos respectivamente.
- θ es el puntaje de eficiencia de la DMU relativo a la frontera óptima.
- ϵ es un número pequeño positivo para evitar soluciones triviales.

Esta técnica se ha aplicado en distintos ámbitos para optimizar el uso de recursos y mejorar la toma de decisiones. En educación, permite analizar si un sistema escolar logra los mejores resultados posibles con los recursos invertidos y estimar el margen de mejora de las unidades menos eficientes. Estudios previos han empleado el DEA para evaluar la eficiencia del gasto público en educación de los estados en Brasil (Boueri et al., 2014), entre países en Europa (Agasisti, 2011; Agasisti, 2014) y la eficiencia del gasto público de las provincias argentinas (Moskovits & Cao, 2012).

En este estudio, aplicamos el DEA para medir la eficiencia del gasto público en educación en las provincias argentinas y en los países de latinoamérica, obteniendo un diagnóstico del uso de los recursos y estableciendo referencias comparativas para orientar decisiones de política educativa. Para el caso de las provincias argentinas, consideramos como *inputs* el gasto estatal por alumno en relación con el ingreso per cápita provincial y el ratio docente-alumno en el sector estatal. Como *output*, utilizamos un índice que refleja la proporción de estudiantes de escuelas de gestión estatal que finalizan la primaria "en forma", es decir, con desempeños al menos satisfactorios en Lengua y Matemática según el operativo Aprender. Esta selección de variables permite capturar tanto la inversión en el sistema educativo como su efectividad en términos de aprendizaje. En una segunda instancia consideramos como insumo los recursos físicos: la cantidad de alumnos por cargo docente, el equipamiento y la conectividad en la escuela y el porcentaje de alumnos que asisten a jornada simple o completa, para establecer comparaciones que permitan un análisis más robusto de la eficiencia técnica, al considerar restricciones reales que enfrentan las provincias para alcanzar mejores resultados educativos.

Para la comparación entre los países de latinoamérica utilizamos como *input* el promedio entre 2007 y 2018 del gasto por alumno estatal, como porcentaje del gasto público total del país, y la cantidad de alumnos por docentes, ambas variables para el nivel primario en el sector estatal, mientras que como *output* tomamos los resultados de los países en las pruebas ERCE 2019 de la UNESCO, en Lengua y Matemática.

Además, en este tipo de análisis es posible elegir entre dos supuestos sobre la relación entre insumos y productos: rendimientos constantes a escala (CRS) o rendimientos variables a escala (VRS). El primero asume que un cambio proporcional en los insumos genera un cambio proporcional en los outputs, lo que implica que todas las unidades analizadas operan en un entorno donde el tamaño no afecta la eficiencia. En cambio, el modelo con rendimientos variables a escala permite que las unidades tengan diferentes niveles de eficiencia según su tamaño, capturando rendimientos crecientes o decrecientes. Esto es útil cuando se busca distinguir entre eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Es importante destacar en este punto que la métrica de gasto utilizada -el ratio de gasto por alumno estatal a ingreso per cápita de cada provincia - contempla la escala de las provincias, tanto en lo que hace a sus ingresos como a su tamaño, lo que atenúa el supuesto de rendimientos constantes a escala.

El análisis también puede adoptar una orientación a insumos o a outputs. En el primer caso, se mantiene el nivel de resultados fijo y se busca minimizar los insumos utilizados, lo que es útil en contextos donde la reducción de costos o recursos es prioritaria. En la orientación a outputs, los insumos se consideran dados y el objetivo es maximizar los resultados obtenidos, lo que resulta más adecuado en sectores como la educación, donde los recursos suelen ser relativamente fijos y el foco está en mejorar el desempeño sin necesariamente reducir la inversión.

En este informe adoptamos el supuesto de rendimientos variables a escala (VRS), dado que buscamos evaluar la eficiencia técnica sin que el tamaño de la provincia afecte los resultados. Este enfoque asume que un incremento proporcional en los recursos no necesariamente debe generar un incremento proporcional en los resultados, dado que esto sería restrictivo y poco realista en el contexto educativo argentino, donde existen diferencias estructurales significativas entre jurisdicciones. Además, el estudio tiene una orientación al output, dado que en educación el gasto parte de un presupuesto dado y una cantidad de alumnos y docentes relativamente fija. La meta no es necesariamente reducir insumos, sino maximizar los resultados obtenidos con los recursos disponibles. Esto permite identificar qué provincias podrían lograr mejores resultados educativos sin necesidad de expandir significativamente su inversión, un aspecto clave en un contexto de restricciones fiscales.

En una segunda etapa del análisis, es posible complementar la estimación de eficiencia con el método propuesto por Simar y Wilson (2007), que mejora la robustez del análisis DEA. Esta metodología ajusta los sesgos de las medidas de eficiencia mediante un procedimiento de doble bootstrap, lo que permite obtener estimaciones consistentes e insesgadas y realizar inferencias estadísticas válidas sobre el impacto de factores exógenos. Una de las principales ventajas de este enfoque es que corrige problemas típicos de los modelos DEA tradicionales, como la endogeneidad entre variables y la correlación serial en los residuos, brindando mayor confiabilidad en los resultados.

El procedimiento se desarrolla en dos etapas. En la primera, se estiman los puntajes de eficiencia mediante DEA orientado a outputs, considerando las restricciones contextuales relevantes, y se generan medidas de ineficiencia artificiales mediante un primer bootstrap que incorpora errores simulados a partir de una regresión truncada sobre variables ambientales (por ejemplo, características socioeconómicas, institucionales y del sistema educativo). En la segunda etapa, estas medidas son corregidas: se recalculan los outputs ajustados, se generan nuevas unidades de observación artificiales, y se estiman nuevamente los puntajes de ineficiencia mediante un segundo bootstrap. Esto permite calcular medidas insesgadas de eficiencia, intervalos de confianza para los coeficientes estimados y efectos marginales de las variables contextuales, proporcionando una evaluación más precisa de qué factores externos influyen significativamente sobre la eficiencia educativa,

Ecuación 2. Ecuación de segunda etapa - Modelo Simar Wilson para ambos modelos.

$$\theta_i^{DEA} = \beta_0 + \text{privado}_i + \text{ruralidad}_i + \text{recursos nacionales}_i + \varepsilon_i$$

Siendo:

- θ_i^{DEA} es el puntaje de eficiencia técnica estimado para la provincia i en la primera etapa mediante Análisis Envolvente de Datos (DEA) del modelo
- β_0 : intercepto fijo global.
- $\text{privado}_i + \text{ruralidad}_i + \text{recursos nacionales}_i$ son las características exógenas de la provincia i incluidas en la segunda etapa del modelo.
- ε_i es un término de error a nivel alumno.
- La estimación de este modelo se realiza mediante bootstrapping (2000 repeticiones), tal como proponen Simar y Wilson (2007), para corregir el sesgo y obtener errores estándar válidos.

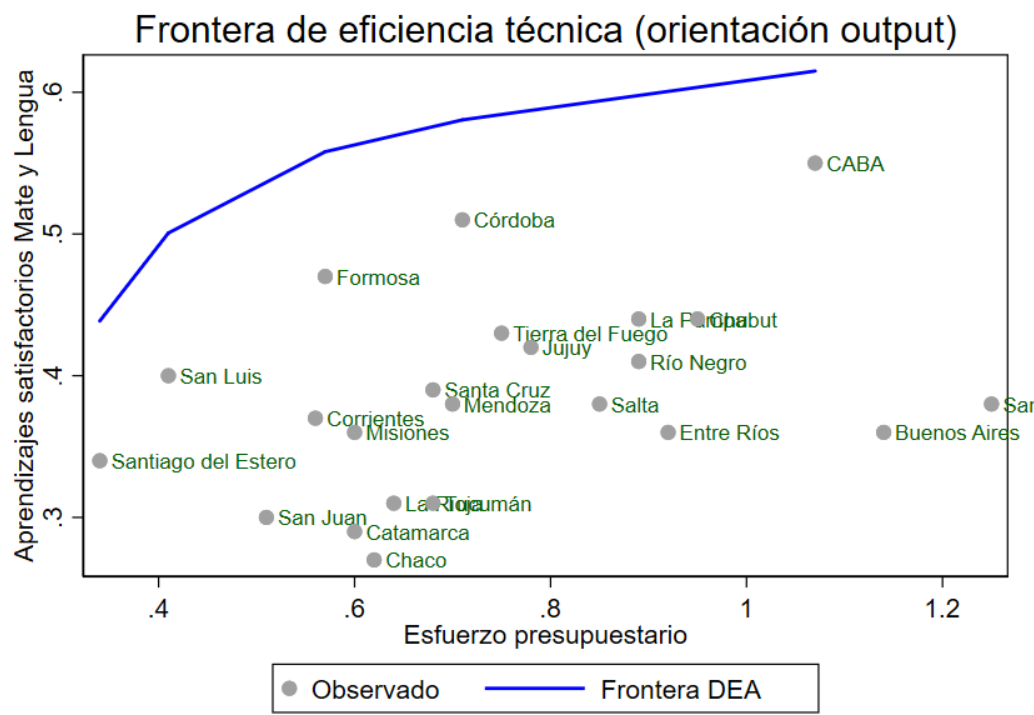
Eficiencia de la inversión educativa: comparación entre provincias argentinas

Tabla A.1. Datos utilizados para calcular la eficiencia de la inversión educativa de cada provincia. Sector estatal. Nivel primario. Año 2023.

Jurisdicción	Esfuerzo fiscal en educación por alumno (2012-2023)	Alumnos por cargo docente 2023	Al menos satisfactorio en Lengua	Al menos satisfactorio en matemática	Al menos satisfactorio en ambos
Buenos Aires	1,14	13	0,60	0,44	0,36
CABA	1,07	7	0,74	0,62	0,55
Catamarca	0,60	5	0,56	0,36	0,29
Chaco	0,62	12	0,50	0,35	0,27
Chubut	0,95	8	0,69	0,51	0,44
Córdoba	0,71	14	0,59	0,45	0,51
Corrientes	0,56	11	0,70	0,58	0,37
Entre Ríos	0,92	8	0,59	0,43	0,36
Formosa	0,57	9	0,64	0,57	0,47
Jujuy	0,78	9	0,64	0,50	0,42
La Pampa	0,89	8	0,67	0,50	0,44
La Rioja	0,64	8	0,58	0,37	0,31
Mendoza	0,70	14	0,62	0,46	0,38
Misiones	0,60	14	0,58	0,44	0,36
Río Negro	0,89	9	0,65	0,48	0,41
Salta	0,85	9	0,61	0,46	0,38
San Juan	0,51	10	0,53	0,36	0,30
San Luis	0,41	8	0,66	0,47	0,40
Santa Cruz	0,68	10	0,66	0,44	0,39
Santa Fe	1,25	12	0,61	0,45	0,38
Santiago del Estero	0,34	11	0,53	0,44	0,34
Tierra del Fuego	0,75	7	0,71	0,50	0,43
Tucumán	0,68	10	0,57	0,38	0,31

Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos de Aprender 2023, Anuario Estadístico Educativo 2023 y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

Gráfico A.1. Frontera de eficiencia calculada para el esfuerzo fiscal educativo por estudiante respecto al porcentaje de alumnos con desempeño al menos satisfactorio en Lengua y Matemática, corregido por Simar-Wilson. Sector estatal. Nivel primario. Año 2023.



Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos de Aprender 2023, Anuario Estadístico Educativo 2023 y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

Nota: Las provincias más cercanas a la frontera son las más eficientes de la muestra.

Tabla A.2. Eficiencia de la inversión educativa de cada provincia bajo el supuesto de rendimientos constantes y variables a escala (CRS y VRS, respectivamente). Sector estatal. Nivel primario. Año 2023.

Jurisdicción	Rendimientos variables a escala (VRS)	Rendimientos constantes a escala (CRS)
Buenos Aires	61%	28%
CABA	92%	46%
Catamarca	52%	43%
Chaco	48%	39%
Chubut	76%	42%
Córdoba	89%	64%
Corrientes	67%	59%
Entre Ríos	63%	35%
Formosa	84%	74%
Jujuy	74%	48%
La Pampa	77%	44%
La Rioja	55%	43%
Mendoza	67%	49%
Misiones	64%	54%
Río Negro	72%	41%
Salta	67%	40%
San Juan	56%	53%
San Luis	78%	87%
Santa Cruz	69%	51%
Santa Fe	64%	27%
Santiago del Estero	76%	90%
Tierra del Fuego	76%	51%
Tucumán	55%	41%

Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos de Aprender 2023, Anuario Estadístico Educativo 2023 y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

Eficiencia de los recursos físicos: comparación entre provincias argentinas

Tabla A.3. Datos utilizados para calcular la eficiencia de los recursos físicos en cada provincia. Sector estatal. Nivel primario. Año 2023.

Jurisdicción	Alumnos por cargo docente 2023	% alumnos jornada extendida y completa	% suplencias	Equipamiento y conectividad	Al menos satisfactorio en Lengua	Al menos satisfactorio en matemática	Al menos satisfactorio en ambos
Buenos Aires	13	0,09	0,25	0,65	0,60	0,44	0,36
CABA	7	0,54	0,29	0,92	0,74	0,62	0,55
Catamarca	5	0,15	0,30	0,68	0,56	0,36	0,29
Chaco	12	0,81	0,38	0,57	0,50	0,35	0,27
Chubut	8	0,29	0,40	0,66	0,69	0,51	0,44
Córdoba	14	0,63	0,22	0,75	0,59	0,45	0,51
Corrientes	11	0,07	0,22	0,72	0,70	0,58	0,37
Entre Ríos	8	0,17	0,50	0,62	0,59	0,43	0,36
Formosa	9	0,06	0,29	0,70	0,64	0,57	0,47
Jujuy	9	0,36	0,15	0,65	0,64	0,50	0,42
La Pampa	8	0,15	0,33	0,79	0,67	0,50	0,44
La Rioja	8	0,10	0,60	0,69	0,58	0,37	0,31
Mendoza	14	0,07	0,29	0,71	0,62	0,46	0,38
Misiones	14	0,07	0,23	0,57	0,58	0,44	0,36
Río Negro	9	0,14	0,41	0,77	0,65	0,48	0,41
Salta	9	0,08	0,16	0,56	0,61	0,46	0,38
San Juan	10	0,05	0,20	0,54	0,53	0,36	0,30
San Luis	8	0,02	0,16	0,70	0,66	0,47	0,40
Santa Cruz	10	0,96	0,40	0,75	0,66	0,44	0,39
Santa Fe	12	0,83	0,27	0,51	0,61	0,45	0,38
Santiago del Estero	11	0,09	0,24	0,57	0,53	0,44	0,34
Tierra del Fuego	7	0,08	0,34	0,72	0,71	0,50	0,43
Tucumán	10	0,47	0,38	0,60	0,57	0,38	0,31

Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos del Ministerio de Aprender 2023, Anuario Estadístico Educativo 2023 y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

Tabla A.4. Eficiencia de los recursos físicos de cada provincia bajo el supuesto de rendimientos constantes y variables a escala (CRS y VRS, respectivamente). Sector estatal. Nivel primario. Año 2023.

Jurisdicción	Rendimientos variables a escala (VRS)	Rendimientos constantes a escala (CRS)
Buenos Aires	77%	28%
CABA	91%	46%
Catamarca	87%	43%
Chaco	61%	39%
Chubut	93%	42%
Córdoba	91%	64%
Corrientes	78%	59%
Entre Ríos	84%	35%
Formosa	88%	74%
Jujuy	84%	48%
La Pampa	88%	44%
La Rioja	64%	43%
Mendoza	75%	49%
Misiones	91%	54%
Río Negro	79%	41%
Salta	87%	40%
San Juan	89%	53%
San Luis	85%	88%
Santa Cruz	75%	51%
Santa Fe	87%	27%
Santiago del Estero	83%	90%
Tierra del Fuego	86%	51%
Tucumán	70%	41%

Fuente: Elaboración de Argentinos por la Educación en base a datos de Aprender 2023, Anuario Estadístico Educativo 2023 y Coordinación General de Estudio de Costos del Sistema Educativo (CGECSE) 2012-2023.

