

**La productividad de las universidades públicas nacionales argentinas en el período 2013-2022. Descomponiendo al Índice de Malmquist en cambios técnicos globales y locales.**

Dip, Juan Antonio \*

[Juan.dip@fce.unam.edu.ar](mailto:Juan.dip@fce.unam.edu.ar)

Domínguez, Casoratti David\*

[ddcasoratti@gmail.com](mailto:ddcasoratti@gmail.com)

Costa de Arguibel, Facundo\*

[facundo.costa@fce.unam.edu.ar](mailto:facundo.costa@fce.unam.edu.ar)

\*Facultad de Ciencias Económicas-Universidad Nacional de Misiones

**Resumen**

El trabajo evalúa la productividad de las universidades públicas argentinas durante el período 2013-2022 utilizando el Índice de Malmquist (IM), considerando la producción de graduados como el principal producto. Por otro lado, aplica la reciente descomposición del IM propuesta por Aparicio & Santín (2024) que permite analizar las mejoras y los deterioros tecnológicos en todas las fronteras, en lugar de hacer foco únicamente en las observaciones de la muestra. En el período bajo estudio, las 47 universidades consideradas han tenido un leve deterioro del 0.33% en su productividad, pero una mejora tecnológica global del 0,3% cuando se considera la descomposición del componente tecnológico del IM convencional en el cambio tecnológico global (GTC) y el cambio tecnológico local (LTC). De no considerar esta nueva desagregación, estaríamos interpretando de manera errónea la productividad de las universidades públicas. Por otra parte, el trabajo muestra una caída importante en la productividad durante el período de pandemia. Así, se observa una caída en la productividad del 24% con el IM. La heterogeneidad entre universidades indica que, desde una perspectiva de políticas educativas, es crucial optimizar la eficiencia técnica y promover el cambio tecnológico. Para ello, es recomendable implementar políticas diferenciadas que aborden específicamente estos aspectos.

**Palabras Claves:** Productividad, Índice de Malmquist, Universidad Pública, Cambios Globales y Locales, Graduados.

## 1. Introducción

En 2023, el sistema universitario argentino estaba compuesto por 137 instituciones, de las cuales 115 eran universidades y 22 institutos universitarios. De las 115 universidades, el 49% eran de gestión estatal nacional, el 45% de gestión privada y el 6% de gestión estatal provincial. Además, cerca del 80% de los estudiantes asistieron a universidades de gestión estatal, mientras que el 20% lo hicieron en universidades de gestión privada. Por otro lado, para el período 2012-2022, la cantidad de estudiantes de pregrado y grado (de todo el sistema universitario) creció un 39,2% pero la cantidad de egresados creció únicamente en un 32% (Ministerio de Capital Humano, 2024). Es decir que, aunque el número de estudiantes ha aumentado, la proporción de graduados ha disminuido. En términos simples, podríamos pensar que la productividad del sistema universitario, medida por el número de egresados por estudiante, ha disminuido. Sin embargo, esto requiere un poco más de profundización y análisis.

En economía se puede definir a la productividad sencillamente, como una medida del producto por unidad de insumo. Así, Griliches (1987, p. 1010) definió la productividad, como “una relación entre alguna medida de producción y algún índice de uso de insumos”. En educación, la productividad puede medirse en términos de unidades, o bien en dinero. Si embargo, podemos ampliar esta definición y reconocer que la productividad se puede dividir en dos partes: eficiencia y eficacia. La eficiencia se refiere al nivel y la calidad del servicio que se puede obtener con los recursos fijos de una organización. Por lo tanto, se considera que una organización es más eficiente si puede aumentar el nivel o la calidad del servicio sin aumentar la cantidad de insumos utilizados. La eficacia, por otro lado, se refiere a lo bien que una organización satisface las demandas de sus clientes (Poole, 2005). Para aumentar la productividad en la educación superior, las instituciones deben generar productos de mayor valor con los mismos recursos o mantener la calidad a un menor costo. La tecnología, sin lugar a duda ha mejorado la productividad, ya sea en términos de producción por hora de trabajo o productividad multifactorial. Por ello, evaluar los cambios a lo largo del tiempo en la cantidad, el costo y la calidad de los insumos y productos de la educación superior es esencial para monitorear el desempeño del sector y la capacidad de las universidades para fortalecer su estabilidad financiera a largo plazo (Mackie, 2016). Medir la productividad es de suma importancia para las universidades públicas nacionales, cuyo financiamiento depende principalmente del presupuesto estatal.

Una de las medidas más utilizadas para medir la productividad en diversos sectores es el Índice de Malmquist (Färe *et al.* 1992), el cual mide los cambios de productividad a lo largo del tiempo. Tiene la particularidad de que el mismo puede ser descompuesto en dos medidas trascendentales: un componente que incluye el cambio en la eficiencia y otro componente que incluye los cambios tecnológicos. Es especialmente útil para comparar el desempeño de distintas instituciones o de una misma institución a lo largo de distintos períodos.

Este índice presenta una ventaja significativa sobre otras alternativas, al ser un enfoque independiente del precio para determinar el cambio de productividad de un conjunto de unidades de toma de decisiones (DMUs) a lo largo del tiempo. Esta característica lo hace especialmente adecuado para el “benchmarking” o evaluación

comparativa de servicios públicos, motivo por el cual ha sido ampliamente aplicado en sectores como la educación (Aparicio & Santín, 2024).

Dado que el Índice de Malmquist (Färe *et al.* 1992), está basado en la lógica del análisis envolvente de datos (DEA), se requiere definir los productos y los insumos que formaran parte del análisis de productividad. Respecto a lo anterior, podemos mencionar que los productos y los insumos se pueden definir, cuantificar y medir de diversas maneras, pero su especificación adecuada depende de la pregunta o preguntas de interés (Mackie, 2016). Para un análisis de los insumos y productos utilizados en los estudios que miden la eficiencia en educación se recomienda consultar a De Witte & López-Torres (2017).

Por otra parte, un output significativo en los estudios sobre la eficiencia de las universidades públicas argentinas ha sido el número de graduados (Quiroga Martínez, 2015; Dip *et al.*, 2019; Coria, 2019). Además, la evolución en la cantidad de graduados de estas instituciones ha captado la atención de los responsables de las políticas públicas educativas, convirtiéndose en una preocupación constante y formando parte de la agenda pública en los últimos años. Así, la evolución de la graduación total de Argentina, Brasil y Chile entre los años 2013 y 2021 es liderada por Brasil con un incremento del 33 por ciento, seguido por Chile con el 32 por ciento y Argentina con el 21 por ciento (CEAUB, 2023). Por ello, nos preguntamos si los insumos convencionales de las universidades públicas nacionales (estudiantes, docentes y personal administrativo) contribuyeron a incrementar nuestro output de interés (la cantidad de graduados) en el período bajo estudio. Nuestro objetivo es evaluar la productividad de las universidades públicas argentinas durante el período 2013-2022 utilizando el Índice de Malmquist, considerando la producción de graduados como el principal producto. Es decir que ponemos énfasis en la función de docencia de las universidades (Agasisti & Del Bianco, 2009).

Los aportes de este trabajo son los siguientes:

1. Según la revisión de la literatura, no existen estudios previos en Argentina que analicen la productividad de las universidades públicas utilizando esta metodología, ni que abarquen un período de 10 años. Además, incluye al período de pandemia por COVID 19.
2. En segundo lugar, hacemos un aporte a la literatura sobre productividad en la educación superior universitaria al aplicar una nueva descomposición del Índice de Malmquist basado en el reciente trabajo de Aparicio & Santín (2024).

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección siguiente realizamos una revisión de la literatura, la sección 3 explica la base de datos utilizada y la metodología propuesta, la cuarta sección presenta los resultados. La sección 5 presenta la conclusión del trabajo.

## **2. Revisión de la Literatura**

La productividad de las universidades ha sido estudiada por varios autores mediante el Índice de Malmquist (IM). Flegg *et al.* (2004), analizan la productividad de las universidades británicas durante período 1980-1992. Este intervalo de tiempo se ha caracterizado por un mayor financiamiento a dichas universidades. Resaltan que, si bien en la actualidad no son sustancialmente más dependientes de los fondos

públicos, la eficiencia de las universidades británicas aún es un tema sujeto a debate político y académico (algo muy similar a lo que sucede en Argentina). Así, los autores señalan que hubo un aumento del 51% en la productividad total de los factores entre 1980-1981 y 1992-1993. Este último ha sido impulsado principalmente por el cambio en el componente tecnológico. Por otro lado, desagregan el componente de eficiencia técnica (EC) en tres sub-componentes: eficiencia técnica pura, eficiencia de congestión y eficiencia de escala. Los valores elevados de EC se deben principalmente a la eficiencia técnica pura y eficiencia de congestión, mientras que la eficiencia de la escala se mantuvo en un bajo nivel.

Worthington & Lee (2008) analizaron la productividad en 35 universidades australianas entre 1998 y 2003, encontrando un incremento promedio del 3.3%, principalmente debido al progreso tecnológico. Descomponen la eficiencia técnica de manera similar a Flegg *et al.* (2004), pero sin incluir la eficiencia de congestión. Se realizaron análisis separados de productividad para las actividades sustanciales de investigación y enseñanza concluyendo que la mayor parte del aumento se debió a mejoras en la productividad de la investigación, asociadas con avances técnicos y algunas mejoras de escala.

Agasisti & Dal Bianco (2009) estudian la productividad de la función de docencia de las universidades italianas (públicas y privadas). Basado en el output de egresados y considerado como inputs a estudiantes, instalaciones y profesores, evalúa si las reformas en la docencia ocurridas en el período 1998-2004 han tenido cierta influencia en el incremento de la productividad. Sin embargo, solo evalúa el período de 2000-2003 mediante el Índice de Malmquist y encuentra que las universidades italianas mejoraron su productividad tanto por mejores desempeños (cambios positivos de eficiencia) como por una mejora de la frontera tecnológica. Resaltan que el efecto principal se debe más a este último componente que a los cambios de eficiencia de cada universidad. No se visualiza una descomposición del Índice de Malmquist más allá de la tradicional. Luego, Agasisti & Johnes (2009) analizan la productividad de las universidades británicas e italianas desde el 2002 al 2005 y las consideran de manera conjunta a todas las instituciones. La idea es comparar las tendencias en eficiencia relativa entre los dos países. Para las universidades británicas, el Índice de Malmquist resultante es ligeramente superior a la unidad, lo que indica un progreso general y principalmente debido al desplazamiento positivo de la frontera de eficiencia. En cambio, las universidades italianas lograron una mejora más fuerte en su desempeño, debido exclusivamente a una mejora real de la eficiencia (técnica) ( $EC = 1,775$ ).

Thanassoulis *et al.* (2011) evalúan instituciones de educación superior en Inglaterra con el objetivo de analizar su estructura de costos, eficiencia y productividad durante el período 2000-2003. Respecto a este último punto, los autores revelan que, en la mayoría de las instituciones, la productividad ha disminuido durante el período de estudio. Dentro de los outputs incluyen indicadores de docencia, extensión universitaria e investigación. Utilizan la descomposición tradicional del índice de Malmquist y resaltan que, con excepción de las instituciones creadas después de 1992, el límite eficiente (efficient boundary) se volvió menos productivo durante el período de la muestra.

En Latinoamérica, existen trabajos recientes que estudian la productividad en las universidades. Por ejemplo, Letti *et al.* (2019) analiza a 56 universidades públicas brasileñas para un período de 2010-2016. Los autores proponen dos modelos que incluyen como insumo indicadores financieros y otro tiene en cuenta el personal o capital humano de las universidades. Para el primero caso, el Índice de Malmquist sugiere una mejora sustancial en la eficiencia (1.46) con una participación mayor del componente de eficiencia pura (1.22). Para el segundo caso, el valor de Índice de Malmquist cae un poco (1.33), y se observa un incremento del componente tecnológico (1.29).

Barra *et al.* (2024) analizan el desempeño de las universidades colombianas en sus objetivos de investigación y transferencia de conocimiento en el período 2016-2018. Usando la descomposición tradicional del Índice del Malmquist, los autores encuentran que las universidades en Colombia no han tenido una mejora en su productividad:  $IM=0,9781$  promedio para ambos períodos e incluye los distintos modelos que se plantean. Dentro de las variables seleccionadas se encuentran: staff académico, número de estudiantes, personal administrativo, como insumos y productos: libros, participación en eventos científicos, posición de las universidades dentro del ranking de SCIMAGO, publicaciones, patentes, entre otros.

A diferencia de los artículos anteriores, recientemente han surgido nuevas adaptaciones del Índice de Malmquist que permiten resolver algunas cuestiones interesantes: comparación entre grupos de unidades de decisión, mejorar el cálculo de la frontera, descomposición del componente técnico, entre otros. Todos ellos han sido aplicados en el ámbito de la educación superior. Así, de la Torre *et al.* (2017), estudian la eficiencia relativa y el desempeño de la productividad de las universidades privadas y públicas en España a través de dos adaptaciones del Índice Malmquist que fueron propuestas por Camanho & Dyson (2006) y la otra por Aparicio *et al.* (2016). Estas adaptaciones permiten analizar las diferencias en la productividad total de los factores entre dos grupos (universidades públicas y privadas) a lo largo del tiempo. Los autores analizaron dos períodos: 2009/2010 y 2013/2014. En todos los casos utilizan como outputs a los graduados y las publicaciones. Los insumos incluyen a estudiantes y staff académico. Los resultados muestran que, en 2009/10, la mayor flexibilidad de las universidades privadas, permitió que tuvieran un mejor desempeño que las universidades públicas en este período. Sin embargo, con el tiempo, las universidades públicas alcanzaron la productividad de las universidades privadas.

Lou *et al.* (2024), utilizan un método novedoso basado en la estimación de una frontera virtual para calcular el Índice de Productividad de Malmquist con el objetivo de medir los cambios dinámicos de la eficiencia en innovación científica y tecnológica de las universidades chinas para el período 2014-2018. Los autores advierten que, en los cálculos del IM, los cambios en la eficiencia técnica pueden calcularse de forma incorrecta porque la función de distancia entre las unidades de medida de la eficiencia en el modelo DEA tradicional, se calcula incorrectamente cuando los "scores" de eficiencia son los mismos. Por ello, se combinan una frontera virtual junto al IM para resolver este problema. Sus resultados muestran que, en los períodos 2014-2015 y 2016-2017, el índice se sitúa por debajo de 1 (caída en la productividad), mientras que en los otros dos períodos supera 1, aunque todavía en

niveles relativamente modestos. Finalmente destacan que solo 14 universidades (que constituyen el 26,9%) presentan un IPM superior a 1 en los cuatro períodos. En Argentina, la literatura sobre productividad de las universidades es exigua. Si bien existen estudios que utilizan DEA para evaluar el desempeño de las universidades públicas argentinas (Quiroga Martínez, 2015; Dip *et al.*, 2019; Coria, 2019), la productividad de las mismas mediante el Índice de Malmquist no se ha utilizado ampliamente. Por ejemplo, Ferro & Elías (2020) realizan una revisión de la literatura sobre el análisis de la frontera de eficiencia de la educación superior y únicamente mencionan un trabajo para Argentina, pero no relacionado con el Índice de Malmquist. Lo analizado con anterioridad, nos permite determinar que la mayoría de las investigaciones se han enfocado en períodos que no incluyen la pandemia. En Argentina, existe una brecha significativa en la literatura que este trabajo podría llenar. Por otro lado, este artículo también busca contribuir a la segunda parte de la revisión de la literatura, enfocándose en estudios que modifican el Índice de Malmquist tradicional propuesto por Färe *et al.* (1992) y su aplicación en la educación superior.

### **3. Metodología y Base de datos**

La base de datos y las variables utilizadas surgen de los anuarios estadísticos publicados por la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU). Cabe destacar que, si bien a la fecha existen 57 universidades nacionales, el panel de universidades sólo lo componen aquellas universidades cuyos datos estaban disponibles para el período bajo estudio. Por otro lado, y siguiendo la lógica de los anuarios, para ínfimos casos, se completó el dato faltante (por ejemplo, docentes) con datos del año anterior. Dicho esto, la muestra final para el período 2013-2022, la conforman 47 universidades públicas nacionales. A los fines de corroborar cambios en los resultados, se eliminó a 5 universidades a las cuales se repitió en un año el valor anterior o no reportaron datos. No hubo modificaciones sustanciales que puedan cambiar la interpretación o los resultados encontrados.

Respecto a los insumos y productos, se pensó en la versión simple del proceso productivo en las universidades, siguiendo la idea de que la tarea asignada a las universidades es “producir” graduados con la utilización y combinación de diferentes recursos: los estudiantes junto con los profesores y las instalaciones (Catalano, *et al.*, 1993 citado en Agasisti & Dal Bianco, 2009). Siguiendo a Mackie (2016) y sobre la pregunta que nos hacemos en la sección de la introducción, los insumos que se incluyen son: EST= estudiantes, DOC= Docente y NODOC= personal no-docente o administrativo. El único output incluido es EGRE= graduados o egresados.

El Índice de Productividad Total de los Factores de Malmquist (IM) fue propuesto por primera vez por Caves, Christensen & Diewert (1982) con la idea original de Malmquist (1953). Más adelante se popularizó con el trabajo de Färe *et al.* (1992) quienes expresaron el IM utilizando un algoritmo de programación lineal no paramétrico (DEA) para examinar el crecimiento de la productividad total de los factores. Este índice mide el cambio en la producción total en relación con el cambio en el uso de todos los insumos. A la vez, el IPM se puede dividir en dos componentes: el cambio en la eficiencia técnica (EC), que muestra si las universidades se acercan o alejan de la frontera de eficiencia y el cambio en la tecnología (TC), que involucra los desplazamientos en la frontera de eficiencia. El

TC podría incluir la popularización de las plataformas de aprendizaje electrónico en las actividades de enseñanza (Flegg *et al.*, 2004). De acuerdo a Lou *et al.* (2024), el EC refleja se refiere a la asignación de recursos, las operaciones de eficiencia de escala, las políticas educativas y los niveles de gestión organizacional. De este modo, al contar con un panel de datos que abarca varios períodos, es posible observar tanto los cambios tecnológicos como las variaciones en la eficiencia técnica a lo largo del tiempo. Es decir, los cambios de productividad pueden deberse al efecto de recuperación (catch-up) lo que implica un cambio en la eficiencia técnica (EC) de la universidad por lo que la misma se acerca a la frontera de eficiencia o bien como resultado de un cambio de frontera (cambio en la tecnología-TC). El método es particularmente útil en el caso de múltiples insumos y productos donde el proceso de producción está influenciado por factores externos, como en el caso de la educación superior (Agasisti & Wolszczak-Derlacz, 2016).

Como se ha resaltado en la revisión de la literatura, recientemente se han realizados aportes teóricos para mejorar las mediciones de productividad basada en el índice de Mamlquist diseñado Färe *et al.*(1992). Por ello, este trabajo utiliza la metodología de Aparicio & Santín (2024), para detectar los cambios de productividad locales (ocasionados por los efectos en cada unidad de toma de decisión - DMU) y los cambios Globales (aquellos que produce la industria). Para una mejor comprensión de los lectores, representaremos cada DMU como una universidad, y consideraremos que “la industria” representa al conjunto de todas las universidades públicas nacionales. Aunque se sabe que la industria de la educación superior es compleja e incluye a diversos actores (Engwall y Westney, 2021).

Los autores consideran un panel de  $j = 1, \dots, J$  DMUs, con al menos 2 períodos de tiempo:  $t$  y  $t + 1$ . Sobre este panel aplican DEA para estimar el nivel de tecnología  $T^\tau$  para cada DMU, las cuales para el presente caso son las universidades argentinas.  $T^\tau$  es estimado en el DEA como:

$$T^\tau = \left\{ \begin{array}{l} (x^\tau, y^\tau) \in R_+^{m+n}; y_r^\tau \leq \sum_{j=1}^J \lambda_j y_{jr}^\tau \forall r = 1, \dots, n, \\ x_j^\tau \geq \sum_{j=1}^J \lambda_j x_j^\tau, \forall i = 1, \dots, m, \lambda_j \geq 0, \forall j = 1, \dots, J \end{array} \right\}$$

Donde  $y_{jr}^\tau$  es la cantidad de output o producto del período  $\tau$ , producida por la  $j$ -ésima Universidad;  $(x_j^\tau, y_j^\tau)$  es el vector que asigna los insumos o inputs con los outputs, y se asume una tecnología capaz de transformar un vector de inputs  $x = (x_1, \dots, x_m) \in R_+^m$  en un vector de outputs  $y = (y_1, \dots, y_n) \in R_+^n$  tal que  $T^\tau = \{(x^\tau, y^\tau): x^\tau \text{ pueda producir } y^\tau\}$ . Además, para cada Universidad observada en el período  $s, s = t, t + 1$ , la función de distancia de Shephard (Shephard, 1953) con respecto a la tecnología del período  $\tau$ , se define como  $D_o^t(x_0^s, y_0^s) = \min_\theta \{\theta > 0: (x_0^s, y_0^s/\theta) \in T^\tau\}$ . Esta mide la distancia cada DMU<sub>0</sub> respecto de la tecnología de referencia  $T^\tau$ . Se asume que las universidades son racionales, y que utilizan la mejor tecnología a disposición.

En DEA, la función de distancia de Shepard  $D^r(x_0^d, y_0^s)$  es estimada utilizando rendimientos constantes a escala como la inversa del valor óptimo  $\varphi_0$  para el siguiente modelo de programación lineal, conocido como el modelo radial con orientación al producto dentro de la literatura de DEA:

$$\begin{aligned} (D^r(x_0^s, y_0^s))^{-1} &= \max_{\lambda, \varphi_0} \varphi_0 \\ \text{s.t. } \sum_{j=1}^J \lambda_j x_{ji}^r &\leq x_{0i}^s, i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^J \lambda_j y_{jr}^r &\geq \varphi_0 y_{0r}^s, r = 1, \dots, n \\ \lambda_j &\geq 0, j = 1, \dots, J \end{aligned}$$

El Índice de Malmquist (IM), con orientación al producto mide los cambios de productividad para cada DMU observada en 2 períodos, t y t+1 de la siguiente manera:

$$M(x_0^t, y_0^t, x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) = \left[ \frac{D^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D^t(x_0^t, y_0^t)} \cdot \frac{D^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D^{t+1}(x_0^t, y_0^t)} \right]^{1/2}$$

La ecuación fue reordenada por Färe et al. (1992) descomponiendo el IM en Cambios de Eficiencia (EC), y cambios tecnológicos (TC), de la siguiente manera:

$$M(x_0^t, y_0^t, x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) = EC_0^{t+1} \cdot TC_0^{t+1} = \underbrace{\frac{D^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D^t(x_0^t, y_0^t)}}_{EC} \underbrace{\left[ \frac{D^t(x_0^t, y_0^t) D^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{D^{t+1}(x_0^t, y_0^t) D^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \right]^{1/2}}_{TC}$$

donde si  $IM > 1$ , se encuentra una mejora en la productividad entre períodos, si  $EC_0^{t+1} > EC_0^t$  hay un aumento en el nivel de eficiencia, mientras que si  $TC_0^{t+1} > TC_0^t$  hay un progreso tecnológico. En estas 3 condiciones, en el caso de que los signos sean iguales ( $IM = 1; EC_0^{t+1} = EC_0^t; TC_0^{t+1} = TC_0^t$ ), implicaría que no existen cambios en ninguna variable, mientras que dichos signos son menores ( $IM < 1; EC_0^{t+1} < EC_0^t; TC_0^{t+1} < TC_0^t$ ), implicaría un deterioro de los niveles de productividad, eficiencia, y progreso tecnológico respectivamente.

Aparicio & Santín (2024) sostienen que los investigadores utilizan el Índice de Malmquist (IM) descrito anteriormente, para resumir la capacidad de la industria para cambiar la tecnología de producción. Sin embargo, mencionan que el cambio de frontera a lo largo del tiempo debería considerarse como un fenómeno global que afecta a todas las tecnologías en ambos períodos y en el sector correspondiente, más que centrarse en el promedio del cambio tecnológico (TC) calculado para las DMUs específicas incluidas en la evaluación. Para salvar esto los autores realizan un análisis numérico que genera aleatoriamente una cuadrícula

de DMUs virtuales dentro de un hipercubo unitario (H) que contiene una versión transformada de la nube de datos original, con todas las dimensiones, insumos y productos previamente normalizados (entre cero y uno). Esto les permite analizar las mejoras y los deterioros tecnológicos en todas las fronteras, en lugar de hacer foco únicamente en las observaciones de la muestra. Además, proponen la siguiente descomposición del IM en dos componentes: en cambios globales (GTC) y Locales (LTC). Así,

$$IMN(x_0^t, y_0^t, x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) = EC_o^{t,t+1} \cdot TC_o^{t,t+1} = EC_o^{t,t+1} \cdot GTC_H^{t,t+1} \cdot LTC_o^{t,t+1}$$

donde

$$GTC_H^{t,t+1} = \left( \prod_{k=1}^{K^{m+n}} \frac{D_c^t(x_k^H, y_k^H)}{D_c^{t+1}(x_k^H, y_k^H)} \right)^{\frac{1}{K^{m+n}}} \quad \text{and} \quad LTC_o^{t,t+1} = \frac{TC_o^{t,t+1}}{GTC_H^{t,t+1}}$$

$M(\dots)$ ,  $EC_o^{t,t+1}$  and  $TC_o^{t,t+1}$  tienen la misma definición previa.  $TC_o^{t,t+1}$  ha sido descompuesta en 2 nuevos componentes: cambio tecnológico global  $GTC_H^{t,t+1}$  que captura el cambio total de la frontera entre 2 períodos, evitando algún sesgo potencial que puede surgir cuando las universidades no están distribuidas uniformemente entre los factores de producción, pero están concentradas en regiones específicas y cambio tecnológico local  $LTC_o^{t,t+1}$  que se calcula como un residual. Este componente mide la posición relativa de cada universidad en t y t+1 en relación al promedio sintético  $GTC_H^{t,t+1}$ . Este último componente promedia el cambio de frontera global entre t y t +1 evaluado para cada punto sintético  $(x_k^H, y_k^H)$ ,  $k=1, \dots, K^{(m+n)}$  y luego se proyecta contra las tecnologías en t y t +1. En nuestro trabajo  $k= 1.000.000$  de DMU virtuales. Cabe resaltar que  $GTC_H^{t,t+1}$  es el mismo para todas las DMU en el período calculado, mientras que  $LTC_o^{t,t+1}$  adquiere un valor diferencial para cada una de las DMUs.

En la sección siguiente se muestran los resultados que surgen de aplicar esta metodología.

#### 4. Resultados

En la Tabla 1 se presentan los tres componentes del análisis de productividad del Índice de Malmquist (IM): el cambio en la eficiencia (EC) y el cambio técnico (TC). También se muestran los cálculos del nuevo IM basado en la descomposición GTC y LTC propuesta por Aparicio & Santín (2014).

Este análisis nos permite comprender mejor las variaciones en la productividad de las universidades nacionales a lo largo de un período de 10 años. En primer lugar, se observa que, para el período bajo estudio, existe un leve deterioro (0,33%) en la productividad de las universidades nacionales (media geométrica = 0,9967) con una ligera mejora en el cambio tecnológico del 2% (TC=1,0202) y sin que se experimente una mejora en la eficiencia (EC = 1,000). Sin embargo, cuando evaluamos todas las fronteras con la nueva metodología, se puede observar que las universidades nacionales, en realidad, han tenido un leve incremento en el cambio tecnológico global del 0,3% pero un deterioro a nivel local del 0,73% en promedio. Es decir que,

si no se considera los cambios tecnológicos globales y locales, estaríamos penalizando o favoreciendo la productividad de las universidades.

**Tabla 1: Índice de Malmquist . Cambios Tecnológicos Globales y Locales.**

Período	Färe et al. (1992)			Aparicio & Santín (2024)		
	Malmquist (IM)	Cambio Tecnológico (TC)	Cambio en la Eficiencia (EC)	Cambio tecnológico global (GTC)	Cambio tecnológico Local (LTC)	IMN
13-14	1,0114	0,9006	1,1231	0,9140	0,9852	1,0114
14-15	1,0490	0,9721	1,0790	0,9934	0,9785	1,0490
15-16	0,9591	1,0565	0,9078	1,0116	1,0443	0,9591
16-17	1,1110	1,0557	1,0524	1,0660	0,9903	1,1110
17-18	1,0094	1,2832	0,7866	1,2553	1,0223	1,0094
18-19	0,9461	1,0369	0,9124	1,0344	1,0024	0,9461
19-20	0,7604	0,8907	0,8537	0,8935	0,9968	0,7604
20-21	1,3281	1,0211	1,3006	1,1230	0,9084	1,3281
21-22	0,8888	0,8163	1,0889	0,8061	1,0126	0,8888
<b>Media G.</b>	0,9967	1,0202	1,0000	1,0030	0,9927	0,9967

**Fuente: Elaboración propia**

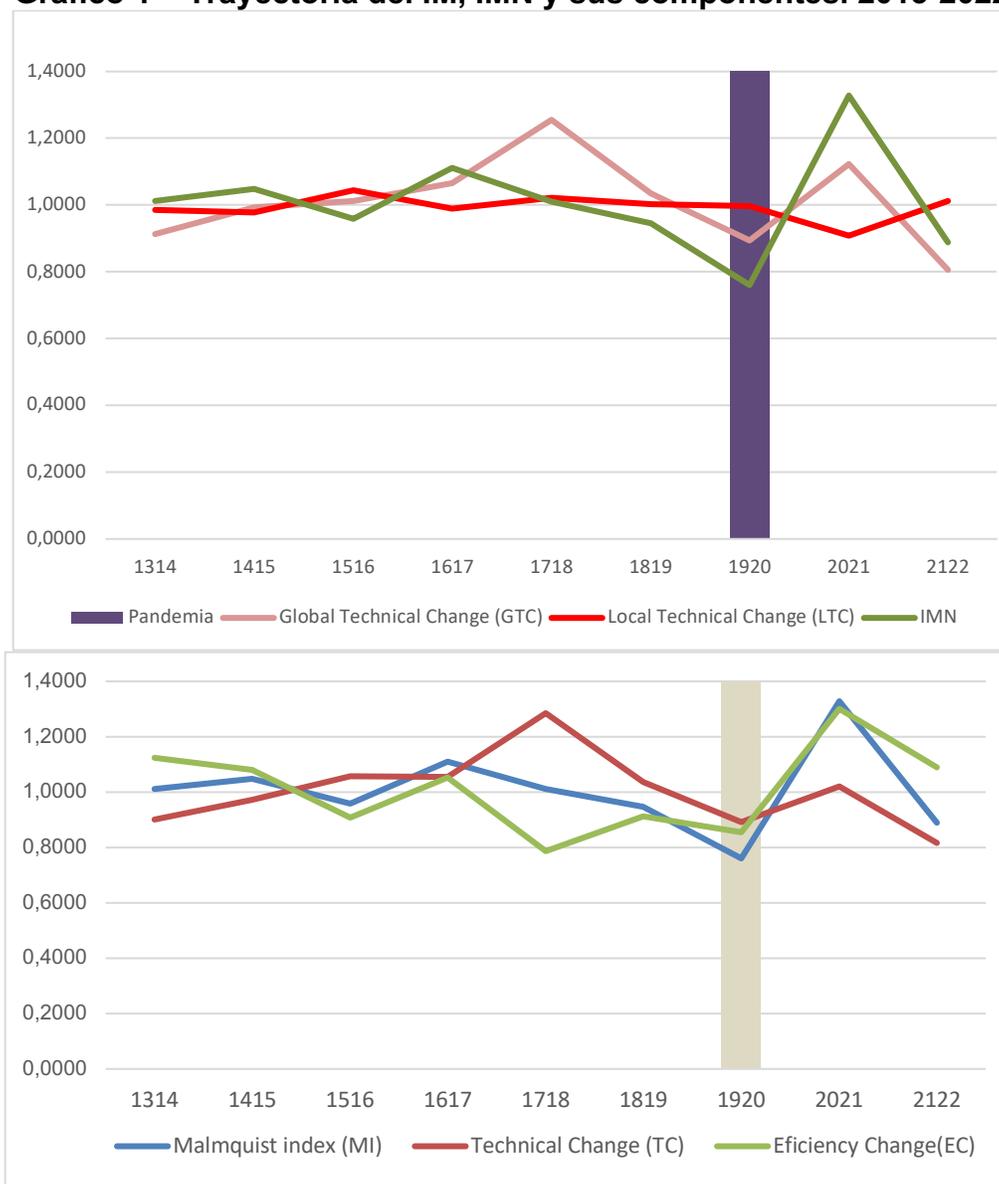
Se observan cinco períodos en los cuales la productividad (IM, IMN) de las universidades aumentó. Se destaca el período 2016-2017, en el cuál tanto la eficiencia como la tecnología experimentaron mejoras significativas, resultando en un aumento general de la productividad. Un patrón similar se evidencia en el período 2020-2021, cuando las universidades experimentaron una notable recuperación después de la pandemia. En el período 2017-2018 se observa mejoras en el componente tecnológico global y local. Durante este tiempo, se lograron mejoras en la eficiencia (EC) y un avance tecnológico (TC y GTC), lo que contribuyó a un incremento sustancial en la productividad. También se destaca que el cambio positivo en la productividad fue causado en gran medida por un cambio en eficiencia técnica (EC) en lugar de cambios tecnológicos (TC) en los períodos 13-14, 14-15 y 20-21. Contrariamente, el componente del cambio tecnológico (TC) fue más importante en la productividad de las universidades en los períodos 15-16, 17-18 y 18-19. Este comportamiento difiere levemente cuando se analiza el componente LTC, el cual muestra un incremento del cambio tecnológico local para los períodos 15-16, 17-18, 18-19, y 21-22. Esto implica que, en promedio, cada universidad logró cambiar la tecnología de producción por encima del GTC promedio experimentado por el conjunto de las universidades (industria).

Por otro lado, es importante mencionar el impacto de la pandemia en las actividades universitarias. Durante todo el año 2020, las universidades adoptaron la virtualidad como principal herramienta de dictado de clases y, algunas facultades se vieron obligadas a suspender ciertas actividades en las cátedras (Dip, 2024). Esta parada repentina se refleja en la productividad medida por el IM. Así, el período 2019-2020 es considerado muy negativo para la productividad en la universidad. Se observa una fuerte caída tanto en el componente de eficiencia (EC) como en los

componentes que incluyen en la tecnología (TC, GTC, LTC). Esta conjunción lleva a una fuerte disminución de la productividad. Post pandemia (2021-2022), se observa que, a pesar del aumento de TC y EC experimentado en 2020-2021, la disminución en el componente del cambio tecnológico (TC) fue lo suficientemente fuerte como para provocar una caída en la productividad de las universidades. También el cambio tecnológico a nivel global (GTC) muestra un descenso importante y levemente el LTC. En este trabajo se estableció un  $K = 1.000.000$  como el número de DMU sintéticas necesarias para obtener el GTC. En la tabla 2 del anexo se muestra el cálculo de todos los componentes para distintos K. Se aprecia que los valores permanecen estables.

Gráficamente, podemos observar la trayectoria del IM, EC , ET, IMN, GTC y LTC para todos los períodos.

**Gráfico 1 – Trayectoria del IM, IMN y sus componentes. 2013-2022**



Fuente: Elaboración propia

La universidad ha enfrentado variaciones en la eficiencia y en el avance tecnológico a lo largo de los años. El gráfico 1 muestra que durante las etapas de notable progreso tecnológico ( $TC > 1$ ), se logró mitigar las caídas en eficiencia ( $EC < 1$ ), manteniendo o incrementando la productividad (IM) en las universidades públicas nacionales. No obstante, cuando ambas métricas declinaron simultáneamente, como ocurrió entre 2019 y 2020, la productividad experimentó una reducción significativa. Por otra parte, se observa que los cambios tecnológicos locales (LTC) no han sido muy volátiles, de hecho, parecen permanecer constante alrededor del valor 1. También se observa que el mayor nivel del índice tecnológico global (GTC) de la “industria” se alcanza en el período 2017-2018.

Es útil comparar el cambio tecnológico (TC) del IM vs el GTC. Por ejemplo, para el período 2015-2016 muestra las universidades públicas nacionales experimentaron una mejora técnica de 1,0565 mientras que el GTC (indicador para la industria/sector) muestra un progreso técnico global de 1,0116, es decir que tenemos una diferencia del 4.49% a favor de TC. Tal cual lo resaltan Aparicio & Santín (2024), medir el TC de toda la industria basándose únicamente en los TC individuales observados en la muestra puede producir resultados engañosos. Un GTC de 1,0116 indica que la tecnología de producción de esta industria en  $t+1$  experimentó un desplazamiento paralelo ascendente del 1,12 % en términos globales en relación con la frontera de producción en  $t$ . El hallazgo sugiere que el valor promedio de la tasa de cambio técnico (TC) en la industria podría estar sesgado. Esto se debe a que “los tamaños de muestra empíricos no son suficientes para representar completamente las dos tecnologías de producción, y las DMUs observadas no están uniformemente distribuidas en todo el conjunto de producción (Aparicio & Santín, 2024, p.4)”. Además, durante ese mismo período, el LTC (promedio de las 47 universidades) que evalúa el desempeño de cada universidad en relación con el GTC fue de 0,9903. Esto sugiere que la mayoría de las universidades estaban operando en una región cercana, en la cual la tecnología estaba experimentando un retroceso durante esos años. Durante el período 2019-2020, el GTC muestra también un retroceso para toda la “industria de la educación superior” al marcar un valor de 0,8935. El LTC igual a 0,9968 sugiere que, la mayoría de las universidades, se encontraban cercanas a una región en la cual la tecnología experimentaba una retracción durante la pandemia. Finalmente, cabe resaltar que los cambios técnicos globales (GTC) y Locales (LTC) no siguen la misma dirección por ello deben interpretarse cuidadosamente.

Es fundamental analizar la productividad de las universidades nacionales durante el período 2019-2020, ya que incluye el año más desafiante de la pandemia. Para ello, hemos dividido a las universidades en tres grupos:

1. **Grupo de alta productividad:** Incluye aquellas universidades que experimentaron un incremento en su productividad (Índice de Malmquist,  $IM > 1$ ) durante esos años. Tabla 2
2. **Grupo de productividad media:** Está compuesto por las universidades cuya productividad se encuentra por encima de la media del IM (0,7604), pero no alcanza un valor mayor a uno. Tabla 3
3. **Grupo de baja productividad:** Representa a las universidades que se encuentran por debajo de la media del IM. Tabla 4

Durante el período de pandemia, solo 11 universidades experimentaron un aumento en su productividad según la tabla 2. Recuerde que el GTC(0,8935) es igual para todas.

**Tabla 2 . Grupo de Alta productividad: 2019-2020**

<b>Grupo 1</b>				
<b>ID</b>	<b>IM</b>	<b>TC</b>	<b>EC</b>	<b>LTC</b>
<b>Chaco Austral</b>	1,0754	0,8775	1,2255	0,9821
<b>Córdoba</b>	1,6715	0,8775	1,9048	0,9821
<b>Entre Ríos</b>	1,2832	0,8926	1,4376	0,9990
<b>La Matanza</b>	1,1353	0,9504	1,1945	1,0636
<b>Luján</b>	1,0198	0,8775	1,1621	0,9821
<b>Mar del Plata</b>	1,1542	0,9113	1,2666	1,0198
<b>Moreno</b>	1,1120	0,9067	1,2265	1,0147
<b>Noroeste de la PBA</b>	1,2605	0,8775	1,4365	0,9821
<b>Sarmiento</b>	1,0508	0,8775	1,1974	0,9821
<b>Tierra del Fuego</b>	1,4288	0,8850	1,6143	0,9905
<b>Villa María</b>	1,2887	0,8858	1,4549	0,9913
<b>Media Geométrica</b>	1,2129	0,8924	1,3591	0,9987
<b>N</b>	11			

Fuente: Elaboración Propia

Observamos que esta mejora se debió principalmente a cambios en la eficiencia técnica (EC). Sin embargo, es relevante señalar que la mayoría de las universidades de este grupo (con excepción de La Matanza, Mar del Plata y Moreno) operaban en una región en la cual tecnología estaba experimentando un retroceso ( $LTC < 1$ ). ¿Qué características podemos reconocer de este grupo de universidades? En primer lugar, todas ellas han podido incrementar la cantidad de egresados en ese período. También 9 de las 11 universidades incrementaron la cantidad de estudiantes y docentes, pero más del 63% disminuyó la cantidad del personal no docente. En promedio, la cantidad de graduados se incrementó en un 26,52%. El segundo grupo representa a aquellas universidades que no lograron un incremento en la productividad, pero se encuentran por encima de la media del IM. Los valores de este grupo se muestran en la tabla 3. Las 14 universidades experimentaron una caída en la productividad. Cinco universidades evidenciaron una mejora en su eficiencia técnica (ETC) pero la mayoría (con excepción de La Plata y la Universidad Nacional del Sur) operaban en una región donde también la tecnología se encontraba en retracción ( $LTC < 1$ ).

**Tabla 3 . Grupo de productividad Media: 2019-2020**

<b>ID</b>	<b>IM</b>	<b>TC</b>	<b>EC</b>	<b>LTC</b>
<b>Centro</b>	0,7952	0,8926	0,8909	0,9990
<b>Cuyo</b>	0,8139	0,8926	0,9118	0,9990
<b>La Pampa</b>	0,8381	0,8926	0,9389	0,9990
<b>La Plata</b>	0,8982	0,9079	0,9892	1,0161
<b>Litoral</b>	0,7773	0,8907	0,8727	0,9968
<b>Nordeste</b>	0,9113	0,8775	1,0385	0,9821
<b>Oeste</b>	0,9528	0,8775	1,0857	0,9821
<b>Quilmes</b>	0,8541	0,8775	0,9733	0,9821
<b>Rosario</b>	0,8907	0,8907	1,0000	0,9968
<b>San Luis</b>	0,7811	0,8779	0,8897	0,9825
<b>San Martín</b>	0,9007	0,8850	1,0177	0,9905
<b>San Juan</b>	0,8545	0,8926	0,9573	0,9990
<b>Sur</b>	0,9935	0,9092	1,0927	1,0175
<b>Tres de Febrero</b>	0,9949	0,8775	1,1338	0,9821
<b>Media geométrica</b>	0,8727	0,8887	0,9820	0,9945
<b>N</b>	14			

Fuente: Elaboración propia

En términos de características grupales, observamos que todas las universidades redujeron la cantidad de egresados (en promedio, un 10,17%). Además, 12 universidades experimentaron un aumento en el número de estudiantes, mientras que 11 incrementaron su cuerpo docente. Respecto a la cantidad de personal no docente, 8 disminuyeron el staff mientras que 6 lo incrementaron.

Finalmente, el grupo 3 que se encuentran por debajo de la media del IM se muestra en la tabla 4. Se puede observar que este grupo la descomposición del IM, sugiere que no han experimentado ninguna mejora en la eficiencia técnica (ET) o en el componente tecnológico (TC). Sin embargo, para 6 universidades se observa un LTC>1, lo que sugiere que experimentaron un progreso técnico más allá del GTC promedio.

**Tabla 4 . Grupo de productividad baja: 2019-2020**

<b>ID</b>	<b>IM</b>	<b>TC</b>	<b>EC</b>	<b>LTC</b>
Arturo Jauretche	0,4204	0,8775	0,4791	0,9821
Avellaneda	0,6902	0,8775	0,7865	0,9821
Buenos Aires	0,4364	0,8775	0,4973	0,9821
Catamarca	0,6960	0,8775	0,7931	0,9821
Chilecito	0,3240	0,8926	0,3630	0,9990
Comahue	0,6831	0,9063	0,7537	1,0143
Formosa	0,6551	0,8775	0,7465	0,9821
José C. Paz	0,5531	0,8775	0,6303	0,9821
Jujuy	0,4800	0,8775	0,5470	0,9821
La Rioja	0,4148	0,9257	0,4480	1,0360
Lanús	0,2027	0,8775	0,2310	0,9821
Lomas de Zamora	0,5944	0,9360	0,6350	1,0476
Misiones	0,6676	0,8775	0,7608	0,9821
Patagonia Austral	0,6666	0,8926	0,7467	0,9990
Patagonia S.J.B	0,7426	0,8926	0,8319	0,9990
Río Cuarto	0,6385	0,8926	0,7153	0,9990
Río Negro	0,7393	0,8926	0,8282	0,9990
Salta	0,5840	0,9127	0,6399	1,0214
Santiago del Estero	0,6597	0,8850	0,7454	0,9905
Tucumán	0,5427	0,8775	0,6184	0,9821
UTN	0,7005	0,9074	0,7720	1,0155
Villa Mercedes	0,5331	0,8983	0,5934	1,0053
Media Geométrica	0,5516	0,8912	0,6189	0,9974
N	22			

Fuente: Elaboración propia

Respecto a las características de este grupo, se puede decir que tuvieron una caída muy importante en la cantidad de egresados (en promedio, un 39,50%) y también es el grupo con menor aumento de estudiantes de todos los grupos considerados. El gráfico 2 que figura en el anexo, muestra las tasas de crecimiento de los insumos y los productos clasificados por grupos.

Las tablas por grupo sugieren que las universidades obtienen resultados muy diferentes: algunas están experimentando fuertes aumentos en la productividad, mientras que otras están obteniendo peores resultados por lo que cualquier

estrategia de mejora de la productividad debe considerar las condiciones por las cuales dicha productividad disminuye, ya sea por EC o por los componentes que involucran a la tecnología.

## 5. Conclusión

El trabajo estudia la productividad de las universidades públicas argentinas para el período 2013-2022 mediante el Índice de Malmquist y la descomposición propuesta por Aparicio & Santín (2024). Este estudio es pionero en el análisis de la productividad de dichas universidades a lo largo de un período de diez años. Además, examina el impacto de la pandemia y aplica una novedosa metodología de descomposición del Índice de Malmquist.

En el período bajo estudio las universidades han tenido leve deterioro del 0,33% en su productividad. Cuando se considera la descomposición del componente tecnológico del IM convencional en GTC y LTC, se observa una mejora del componente global del 0,3% y un deterioro del 0,73% medido por el LTC. De no considerar esta nueva desagregación, estaríamos interpretando de manera errónea la productividad de las universidades públicas, en especial en su componente tecnológico. Por otra parte, el trabajo muestra una caída importante en la productividad durante el período de pandemia. Así, se observa una caída en la productividad del 24% con el IM. Al evaluar la productividad durante el período de la pandemia a nivel individual y clasificar a las universidades en tres grupos, se observa que solo el 23% logró mejorar su productividad. Un 30% se situó por encima de la media de productividad del período (0,7604), mientras que el 47% restante estuvo significativamente por debajo de la media, experimentando un notable retroceso. En el grupo que aumentó su productividad durante la pandemia, todas las universidades aumentaron la cantidad de egresados, el 80% incrementaron la cantidad de estudiantes y docentes, pero más del 63% redujo el personal no docente.

Esta heterogeneidad entre las distintas universidades o grupos de universidades sugiere que, desde un punto de vista de las políticas educativas, es transcendental considerar las mejoras necesarias para optimizar los componentes que se relacionan con la eficiencia técnica o con el fomento de un cambio tecnológico. Es deseable implementar políticas diferenciadas que aborden específicamente estos aspectos. Por ejemplo, se podría pensar que la recuperación de la productividad post pandemia haya sido inducida por la tecnología (TC y GTC mayores a 1), ya que se ha invertido mucho en hardware y software relacionados a la modalidad virtual de las clases, pero atribuir esta mejora a las inversiones realizadas por las universidades es muy difícil bajo este marco, pues resulta un poco arduo identificar las relaciones causales. También cabe mencionar que no se hace ningún supuesto sobre la calidad de los insumos y productos que se consideraron en el análisis de productividad. Este tema se puede incluir en alguna línea de investigación próxima. Mejoras futuras a este trabajo radican en incrementar o incorporar algún output que refleje cualquier otra actividad sustancial de las universidades, ya sea que provenga de la investigación o de la extensión universitaria. También pensar a futuro en la incorporación de las universidades privadas de manera tal que se permita una comparación rigurosa respecto a la graduación de estudiantes teniendo presente la

complejidad de dicha comparación. Por otro lado, se pretende profundizar en los determinantes que afectan a la productividad de las universidades.

Finalmente, para mejorar la productividad de las universidades, en particular en los casos en que la producción de graduados es baja, es fundamental adoptar un conjunto de políticas que aborden tanto los factores internos y externos. Dentro de los internos podemos mencionar: la calidad de la enseñanza (clases disruptivas), mejorar los espacios académicos que vigilan la trayectoria de los estudiantes, especialmente durante los últimos años de la carrera de grado. El apoyo psicopedagógico es fundamental para aquellos estudiantes que enfrentan dificultades para avanzar en la carrera debido a bloqueos mentales, problemas familiares, entre otros inconvenientes. Entre los factores externos, se destaca la posibilidad de que los estudiantes del último año adquieran experiencia laboral a través de pasantías estudiantiles o la incorporación de prácticas profesionales supervisadas en el currículo. Estas prácticas pueden llevarse a cabo en empresas, organizaciones públicas, ONGs, entre otras. Es fundamental recordar que la cantidad de graduados es esencial para el desarrollo económico, social y cultural de nuestro país.

## 6. Referencias

Agasisti, T. & Dal Bianco, A. (2009). Reforming the university sector: Effects on teaching efficiency—Evidence from Italy. *Higher Education* 57(4): 477–498.

Agasisti, T. & Johnes, G. (2009). Beyond frontiers: Comparing the efficiency of higher education decision-making units across more than one country. *Education Economics* 17(1): 59–79.

Aparicio, J., Crespo-Cebada, E., Pedraja-Chaparro, F., & Santín, D. (2016). Comparing school ownership performance using a pseudo-panel database: A Malmquist-type index approach. *European Journal of Operational Research*, 256, 533–542.

Agasisti, T. & Wolszczak-Derlacz, J. (2016). Exploring efficiency differentials between Italian and Polish universities, 2001–11. *Science and Public Policy*, (43),1,128–142.

Aparicio, J. & Santín, D. (2024). Global and local technical changes: A new decomposition of the Malmquist productivity index using virtual units. *Economic Modelling*, 134(1), 1–9.

Barra, C., Castro-Peña, M.Y. & Coello, J.G (2024). Research and knowledge transfer performance in Colombian universities. *Quality and Quantity* 58, 77–96.

Camanho, A. S., & Dyson, R. G. (2006). Data envelopment analysis and Malmquist indices for measuring group performance. *Journal of Productivity Analysis*, 26, 35–49.

Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, 50(6), 1393–1414.

Centro de Estudios de la Educación Argentina (CEAUB, 2023). Reducida graduación universitaria. Nuestros vecinos Brasil y Chile tienen examen de ingreso y también más graduados universitarios que nosotros. AÑO 12 - Nº 122. Universidad de Belgrano.

Coria, M. M. (2019). Eficiencia técnica de las universidades argentinas de gestión estatal. *Ensayos De Política Económica*, 1(5), 44–64.

de la Torre, E. M., Gómez-Sancho, J. M., & Perez-Esparrells, C. (2017). Comparing university performance by legal status: a Malmquist-type index approach for the case of the Spanish higher education system. *Tertiary Education and Management*, 23(3), 206–221.

De Witte, K.D., & López-Torres, L. (2017). Efficiency in education: a review of the literature and a way forward. *Journal of the Operational Research Society* 68 (4), 339–363.

Dip, J., Costa de Arguibel, F., y Wittig, C. (2019). La eficiencia de las universidades públicas en Argentina mediante el análisis envolvente de datos con bootstrap. *Cuadernos Del CIMBAGE*, 1(21), 1-26.

Dip, J.A. (2024), Empowering educational policy management: understanding student emotions and sentiments. *Quality Assurance in Education*, 32( 3), pp. 293-307.

Engwall, L, & Westney, D.E (2021). The Higher Education Industry: Diffusion and Challenges of Universities, in Matthias Kipping, Takafumi Kurosawa, and D. Eleanor Westney (eds), *The Oxford Handbook of Industry Dynamics* (online edn, Oxford Academic).

Färe, R., Grosskopf, S., Lindgren, B. & Roos, P. (1992). Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: a non-parametric Malmquist approach. *Journal of productivity Analysis*, 3 (1/2), 85-101.

Ferro G., & D'Elia V. (2020) Higher Education Efficiency Frontier Analysis: A Review of Variables to Consider. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 13(3), 140--153.

Flegg AT, Allen DO, Field K & Thurlow TW (2004). Measuring the efficiency of British universities: A multi-period data envelopment analysis. *Education Economics* 12(3): 231–249.

Griliches, Z. (1987). "Productivity: measurement problems," In J. Eatwell, M. Milgate and P. Newman, eds. *The new Palgrave dictionary of economics*, vol 3. New York, USA, Stockson Press.

Letti, A. G., Bittencourt, M. V. L., & Vila, L. E. (2020). A comparative analysis of federal university efficiency across Brazilian regions (2010-2016). *Revista Brasileira De Gestão E Desenvolvimento Regional*, 16(1).

Lou, Y.-Y., Yang, G.-L., Guan, Z.-C., Chen X-L., Wang, T., Pan, H. & Zheng, H.-J. (2024). A parallel data envelopment analysis and Malmquist productivity index

model of virtual frontier for evaluating scientific and technological innovation efficiency at universities. *Decision Analytics Journal*, 10(1), 1—10.

Mackie, C (2016). Conceptualizing and Measuring Productivity in U.S. Higher Education. TIAA Institute Higher Education Series: Understanding Academic Productivity. Disponible en: <https://www.tiaa.org/content/dam/tiaa/institute/pdf/full-report/2017-02/institute-series-conceptualizing-measuring-productivity.pdf>

Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4(2), 209–242.

Ministerio de Capital Humano (2024). Síntesis de Información Universitaria. Secretaria de Educación. Departamento de Información Universitaria.

Poole, W (2005). Improving Productivity in Higher Education. Disponible en: <http://fraser.stlouisfed.org/historicaldocs/1093/>.

Shephard, R., (1953). Cost and Production Functions. Princeton University Press, NJ.

Quiroga Martínez, F. (2015). Medición de la eficiencia en universidades nacionales argentinas análisis de la variación en el periodo 2009-2011. Trabajo presentado en el XXII Encuentro de Economía Pública. Universidad de Cantabria. España.

Thanassoulis E, Kortelainen M, Johnes G & Johnes J (2011). Costs and efficiency of higher education institutions in England : A DEA analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7): 1282–1297.

Worthington AC & Lee BL (2008). Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998–2003. *Economics of Education Review* 27(3): 285–298.

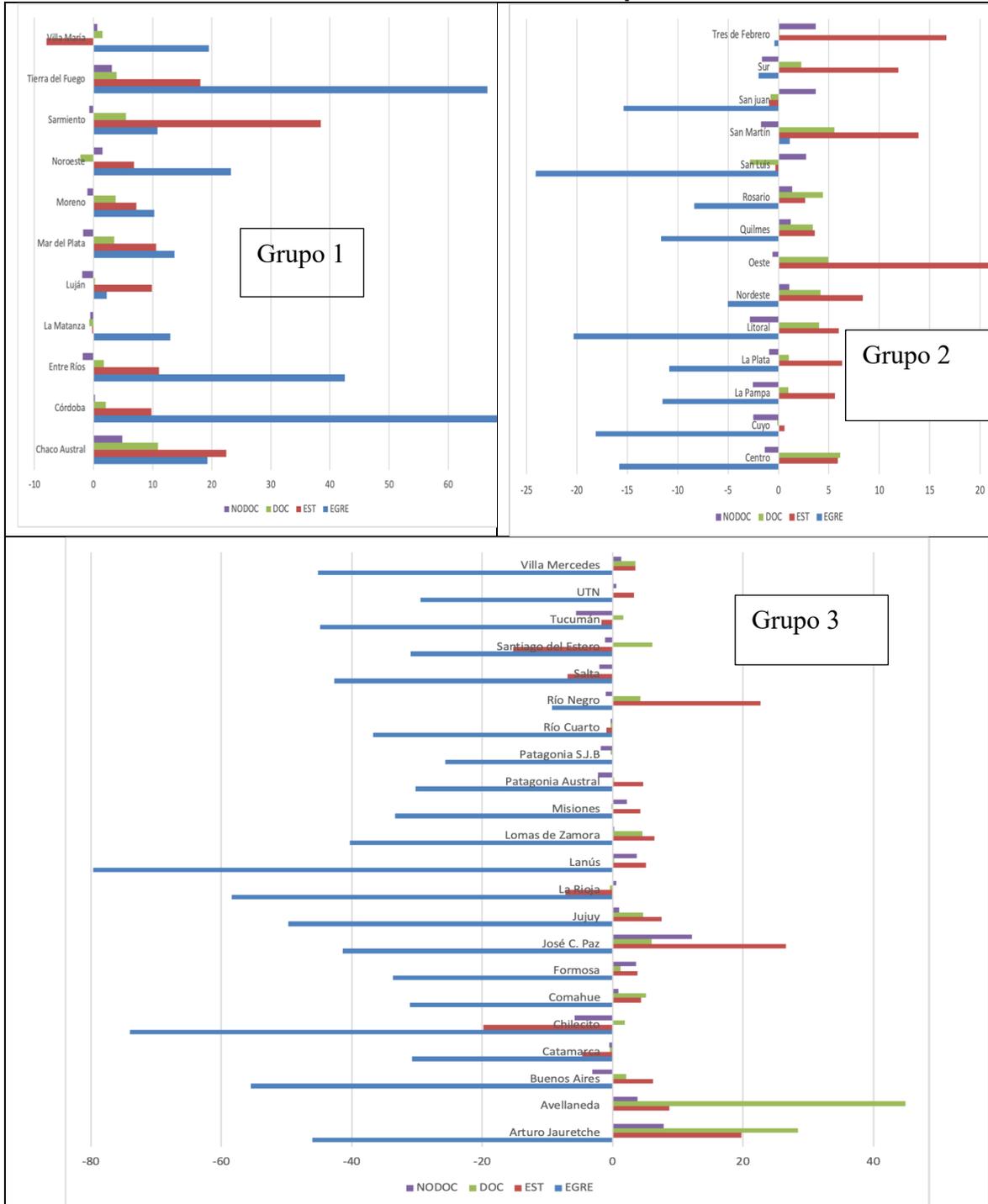
## Anexo

**Tabla 5. Cambios Técnicos Globales y Locales para distintos “k”**

Período	Aparicio y Santín (2024)									
	k=100		k=1000		k=10000		k=100000		k=1000000	
	GTC	LTC	GTC	LTC	GTC	LTC	GTC	LTC	GTC	LTC
<b>13-14</b>	0,9176	0,9813	0,9131	0,9662	0,9143	0,9849	0,9140	0,9853	0,9140	0,9852
<b>14-15</b>	1,0050	0,9668	0,9908	0,9811	0,9944	0,9775	0,9934	0,9785	0,9934	0,9785
<b>15-16</b>	1,0030	1,0520	1,0130	1,0425	1,0105	1,0450	1,0110	1,0440	1,0116	1,0443
<b>16-17</b>	1,0610	0,9940	1,0655	0,9900	1,0660	0,9901	1,0660	0,9902	1,0660	0,9903
<b>17-18</b>	1,2515	1,0267	1,2561	1,0229	1,2552	1,0237	1,2553	1,0236	1,2553	1,0223
<b>18-19</b>	1,0350	1,0012	1,0338	1,0030	1,0346	1,0020	1,0340	1,0024	1,0344	1,0024
<b>19-20</b>	0,8953	0,9948	0,8933	0,9970	0,8934	0,9969	0,8350	0,9960	0,8935	0,9968
<b>20-21</b>	1,1070	0,9220	1,1209	0,9109	1,1256	0,9071	1,1241	0,9083	1,1220	0,9084
<b>21-22</b>	0,8042	1,0140	0,8072	1,0110	0,8059	1,0120	0,8620	1,0120	0,8061	1,0120

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 2- Tasas de crecimiento de insumos y producto.  
Período 2019-2020- Grupos**



Fuente: Elaboración Propia