



DOCUMENTO DE TRABAJO N° 55

# UNA APLICACIÓN DEL MÉTODO GENERALIZADO DE MOMENTOS (GMM) PARA PANELES DINÁMICOS: UN ESTUDIO DE CASO

Septiembre 2025

Mauro Ignacio Romero Stéfani

ISSN 2250 8333

Citación sugerida:  
Romero Stéfani, M. I. (2025). *Una aplicación del Método Generalizado de Momentos (GMM) para paneles dinámicos: Un estudio de caso* (Documento de Trabajo N° 55). Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur (IIESS, UNS-CONICET).

# Una aplicación del Método Generalizado de Momentos (GMM) para paneles dinámicos: un estudio de caso

Mauro Ignacio Romero Stéfani<sup>1</sup>

## Resumen

En el presente trabajo se analiza la relación entre el grado de desarrollo económico de un conjunto de países, tanto desarrollados como en desarrollo, y su performance en los Juegos Olímpicos de Verano, bajo la hipótesis de que el éxito económico se correlaciona directamente con el éxito deportivo. A los fines de abordar este problema se estimó un modelo de regresión para paneles dinámicos bajo el Método Generalizado de Momentos (GMM) y Mínimos Cuadrados Ordinarios con *Two-Way Fixed Effects* (TWFE). Los resultados evidencian que no existe una relación estadísticamente significativa entre el grado de desarrollo económico y la obtención de medallas olímpicas. Se encuentra que las medallas obtenidas en ediciones anteriores, el hecho de ser país anfitrión y el gasto público en salud están positivamente relacionados con la cantidad de medallas obtenidas en la edición actual.

**Palabras clave:** Desarrollo económico; Juegos Olímpicos; Método Generalizado de Momentos; Paneles dinámicos.

## Abstract

This paper analyzes the relationship between the level of economic development of a group of countries—both developed and developing—and their performance in the Summer Olympic Games, under the hypothesis that economic success is directly correlated with sporting success. To address this issue, a dynamic panel regression model is estimated using the Generalized Method of Moments (GMM) and Ordinary Least Squares with Two-Way Fixed Effects (TWFE). The results show no statistically significant relationship between the level of economic development and the number of Olympic medals obtained. However, medals won in previous editions, hosting status, and public health expenditure are found to be positively associated with the number of medals obtained in the current edition.

**Keywords:** Economic development; Olympic Games; Generalized Method of Moments; Dynamic panels.

## 1. Introducción

El desarrollo económico tiene importantes efectos sobre el bienestar general de una sociedad, los cuales se ven reflejados en diversas dimensiones, tales como el nivel de renta per cápita, la esperanza de vida al nacer, el acceso a recursos básicos como a la educación, a la vivienda, entre otros. Estos aspectos positivos del desarrollo pueden manifestarse de manera directa o indirecta en la supremacía de los países desarrollados en diferentes áreas, siendo una de ellas el deporte. Al observar a los deportistas más ganadores de los últimos Juegos Olímpicos de Verano (JJOO), puede apreciarse que una gran proporción representa a naciones desarrolladas. Esto abre el interrogante acerca de una posible relación positiva entre el grado de desarrollo que presenta un país y su éxito deportivo en eventos de alcance internacional, como lo son los JJOO.

---

<sup>1</sup>Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur (UNS); Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales del Sur - IIESS (UNS-CONICET). Email: [mauroromerm@gmail.com](mailto:mauroromerm@gmail.com).

En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo principal analizar los determinantes económicos del medallero olímpico, con el fin de evaluar la relación entre el nivel de desarrollo económico y el éxito deportivo en un conjunto de países desarrollados y en desarrollo. A los efectos de intentar dar respuesta a este interrogante, se construyó un panel con los países ganadores de medallas olímpicas desde las primeras ediciones de la década de 1990 del evento hasta la edición de 2020, y se estimó un modelo de regresión lineal para paneles dinámicos bajo la técnica del Método Generalizado de Momentos (GMM), propuesto inicialmente por [Arellano and Bond \(1991\)](#) y ampliado por [Arellano and Bover \(1995\)](#) y [Blundell and Bond \(1998\)](#), y por Mínimos Cuadrados Ordinarios con efectos fijos individuales y temporales (TWFE).

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la próxima sección se detallan la metodología y los datos utilizados; en la sección 3, se realiza un análisis descriptivo y luego se presentan los resultados de las estimaciones con un análisis de robustez; finalmente, en la sección 4 se esbozan las conclusiones principales del trabajo.

## 2. Datos y metodología

Se construyó el panel más amplio posible en función de la disponibilidad de datos, el cual incluye 81 países<sup>1</sup>, para el período 1992-2020, abarcando un 27 % de las ediciones celebradas de los JJOO. Cabe aclarar que si bien los JJOO de Verano se celebran desde el año 1896<sup>2</sup> (Atenas, Grecia), la ventana temporal se acortó considerablemente. Esto se debe tanto a la disponibilidad de datos de las variables de control utilizadas como a los cambios en la configuración geopolítica internacional, los cuales afectaron considerablemente a regiones como Europa, Asia y Medio Oriente, donde varios países participantes de las primeras ediciones ya no existen como tales en la actualidad. Consecuentemente, el año de inicio considerado es 1992 puesto que fue la primera edición disputada tras la disolución de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), la caída del muro de Berlín y la reunificación alemana, entre otras consecuencias derivadas del proceso de cambio geopolítico. Por otra parte, no se consideró el año 2024 debido, principalmente, a la falta de datos para dicho año en las variables de control. Además, las estadísticas para esa edición de los JJOO no se encuentran disponibles directamente en el enlace donde se presentan los datos oficiales. Por lo tanto, aunque se extendió manualmente la base (a partir de otra fuente de datos) para cubrir el año 2024, se descartó rápidamente debido a los datos faltantes en otras variables relevantes.

Los datos utilizados fueron extraídos del Comité Olímpico Internacional (COI)<sup>3</sup>, la base de desarrollo histórica del Proyecto Maddison<sup>4</sup> y el Banco Mundial. La base de datos de Maddison cuenta con series muy extensas, por lo que inicialmente se cubría el horizonte temporal 1896-2020 (con una frecuencia de cuatro años, acorde a la celebración de los JJOO). Sin embargo, se suma a la limitación mencionada anteriormente el hecho de que son pocas las variables con las que cuenta dicha fuente de datos, por lo que sólo se consideraron de la misma el PBI per cápita y la población total. Por su parte, el Banco Mundial cuenta con una ventana temporal que inicia en 1960 y no presenta estadísticas para los países de la ex URSS. Es por lo mencionado anteriormente que se optó por acortar el período temporal, limitando el análisis al período posterior al año 1992.

A los efectos de evaluar el impacto del grado de desarrollo sobre la performance deportiva, inicialmente se propuso segmentar la muestra en cuatro grupos de países, en función de los umbrales de Ingreso Nacional Bruto per cápita (corriente), siguiendo el método Atlas del Banco Mundial. De esta forma, se contaría con cuatro grupos y, además, la muestra total: los países de ingreso bajo, los de ingreso medio bajo, medio alto y alto. Sin embargo, debido a que las submuestras quedaban muy desbalanceadas y por la falta de observaciones necesarias, no fue posible efectuar esta división.

A continuación, se detallan las variables utilizadas.

---

<sup>1</sup>Los mismos se detallan en la Tabla 1 del Anexo.

<sup>2</sup>Cabe destacar que no se disputaron las ediciones de 1916, 1940 y 1944, por la Primera y Segunda Guerra Mundial.

<sup>3</sup>Disponible en: <https://www.olympedia.org/statistics/medal/country>.

<sup>4</sup>Disponible en: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison/>.

**Cuadro 1.** Descripción de las variables y fuentes

Variable	Descripción	Fuente
$m$	Total de medallas obtenidas (oro, plata y bronce).	COI
$\ln pbi$	Logaritmo del Producto Bruto Interno real per cápita (en dólares estadounidenses a precios constantes de 2011).	<i>Maddison Project</i>
$\ln pop$	Logaritmo de la población total del país, estimada a mitad de cada año (expresada en miles).	<i>Maddison Project</i>
$KH$	Índice de Capital Humano: mide la productividad futura de un niño nacido hoy, según su salud y educación, respecto al ideal de salud plena y educación completa. Su valor varía entre 0 y 1.	<i>World Development Indicators</i> , Banco Mundial
$EV$	Logaritmo de la esperanza de vida al nacer (en años). Indica el número de años que viviría un recién nacido si los patrones de mortalidad vigentes en el momento de su nacimiento se mantuvieran constantes a lo largo de toda su vida.	<i>World Development Indicators</i> , Banco Mundial
$localía$	Variable binaria que toma valor 1 si el país fue anfitrión de los JJOO en el año $t$ , y 0 en caso contrario.	Elaboración propia en base a datos del COI
$GINI$	El índice de Gini mide el grado en que la distribución del ingreso (o, en algunos casos, el gasto de consumo) entre individuos u hogares dentro de una economía se desvía de una distribución perfectamente equitativa. Toma valores entre 0 y 100, donde 0 representa una igualdad perfecta, mientras que un índice de 100 implica una desigualdad perfecta.	<i>World Development Indicators</i> , Banco Mundial
$GP$	Nivel de gasto sanitario actual expresado como porcentaje del PIB. Incluye los bienes y servicios sanitarios consumidos cada año. No incluye gastos de capital en salud, como edificios, maquinaria, tecnología de la información y existencias de vacunas para emergencias o brotes.	<i>World Development Indicators</i> , Banco Mundial

Fuente: elaboración propia en base a datos del Comité Olímpico Internacional, *Maddison Project* y Banco Mundial.

Se estimó el siguiente modelo de regresión:

$$m_{it} = \delta m_{i,t-1} + \gamma \ln PBIpc_{it} + x_{it}\beta + \mu_i + \zeta_t + v_{it} \quad (1)$$

Donde:

- $m_{it}$  es la cantidad de medallas obtenidas por el país  $i$  en el año  $t$ .
- $\ln PBIpc_{it}$  es el logaritmo del Producto Bruto Interno real per cápita del país  $i$  en el año  $t$ .
- $x_{it}$  es un vector de variables de control que incluye la población total (en logaritmo) ( $\ln pop$ ), la localía ( $localía$ ), capital humano ( $KH$ ), esperanza de vida al nacer ( $EV$ ), el gasto público en salud ( $GP$ ) y el índice de Gini ( $GINI$ ).
- $\mu_i$  representa efectos fijos específicos de cada país.
- $\zeta_t$  representa los efectos fijos temporales.
- $v_{it}$  es el término de error estocástico.

La metodología implementada consiste en estimaciones paramétricas para datos de panel bajo GMM, dado que se trata de un panel dinámico. Esta técnica permite lidiar con los problemas causados por la correlación que se presenta en este tipo de modelos entre el efecto fijo del rezago de la variable dependiente, la cual se incluye como explicativa en el componente determinístico de la ecuación (1), y el término de error idiosincrático. Es decir, el método ayuda a superar el problema del sesgo de [Nickell](#)

(1981) causados por la endogeneidad descrita. Formalmente, dicha correlación puede especificarse, para un modelo genérico, de la siguiente forma: <sup>5</sup>

$$\text{Cov} \left( y_{i,t-1} - \frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^T y_{i,t-1}, \nu_{it} - \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \nu_{it} \right) \neq 0$$

Arellano and Bond (1991), argumentan que pueden obtenerse instrumentos en un modelo dinámico para datos de panel si se utilizan las condiciones de ortogonalidad que existen entre la variable dependiente rezagada y el término de perturbación (Baltagi, 2009). En consecuencia, aplicando la transformación propuesta por estos autores, se obtiene el estimador de Arellano-Bond. A su vez, este puede obtenerse en dos pasos, permitiendo una mayor robustez frente a formas desconocidas de heterocedasticidad, aunque siempre se mantiene el supuesto de que el término de error original no presenta autocorrelación serial. Dicho estimador en dos pasos, tiene las propiedades de ser consistente, bajo las condiciones estándar de validez de los instrumentos y ausencia de autocorrelación serial en los errores, y asintóticamente eficiente, ya que utiliza una matriz de varianzas-covarianzas robusta estimada en el primer paso.

Adicionalmente, otro problema que puede presentar este tipo de estimaciones es el de instrumentos débiles, especialmente si se trata de procesos altamente persistentes en el tiempo. Cuando se presenta esta situación, la asociación entre el instrumento y la variable endógena, es débil. Para evitar esto, se optó por aplicar GMM-System en dos etapas y robusto (para corregir problemas de heterocedasticidad), propuesto por Blundell and Bond (1998), el cual consiste en armar un sistema de ecuaciones, instrumentando las variables en niveles por medio de sus rezagos, y viceversa.

En los modelos de paneles dinámicos estimados por GMM en dos pasos, los errores estándar en el segundo paso tienden a estar subestimados en muestras finitas. Es por esto que se aplicó la corrección de Windmeijer para obtener una aproximación más precisa de los errores estándar (Windmeijer, 2005).

Por su parte, resulta relevante aplicar dos tipos de pruebas de hipótesis principales a los fines de verificar la validez de los instrumentos y la consistencia de los estimadores. Estas pruebas son las de Hansen y Sargan, para verificar la validez de los instrumentos, y las pruebas de Arellano-Bond para verificar la autocorrelación serial de primer y segundo orden en los errores en diferencias (AR(1) y AR(2), respectivamente). En el primer caso, lo ideal sería no rechazar la hipótesis nula para asumir que el modelo está sobreidentificado, respaldando así la validez de las variables instrumentales utilizadas. Por su parte, en el caso de los test de autocorrelación, se requiere rechazar la hipótesis nula de que no existe AR(1) y luego no rechazarla para el caso de AR(2), puesto que si se rechazara dicha hipótesis los instrumentos serían débiles. En este punto, es preciso destacar que la consistencia del estimador GMM se basa en:  $E[\Delta v_{it} \Delta v_{it-2}] = 0$ ; donde  $\Delta v_{it}$  no debe tener AR(2).

Sin embargo, es importante destacar que, como consecuencia de una corta longitud del panel, puede presentarse una fuerte limitación en este punto, y no ser posible efectuar las pruebas de AR(1) y AR(2). Esto presenta una seria limitación en el análisis ya que debilita la validez de los resultados. El problema de la no estimación de los test de autocorrelación serial de Arellano-Bond, por falta de datos o paneles desbalanceados, es reconocido y aceptado en la literatura. En particular, Roodman (2009), destaca los problemas de contar con una ventana temporal corta.

Adicionalmente, se estimaron modelos de regresión mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) con *two way fixed effects* (TWFE)<sup>6</sup>. A pesar de que no es la metodología adecuada por todo lo expuesto anteriormente, simplemente se presentan a modo de complemento, para efectuar una comparación y para mayor robustez. Previamente se aplicó la prueba de heterocedasticidad correspondiente, de Wald modificada (Greene, 2002), por lo que se procedió a corregir por dichos efectos agrupando los errores por clusters.

### 3. Resultados

En la presente sección se realiza un análisis descriptivo y se presentan los resultados de las estimaciones. En el Cuadro 2 se pueden apreciar las principales estadísticas de las variables seleccionadas. Algunas particularidades que presentan estas variables son las siguientes: por un lado, la cantidad de medallas totales presenta una dispersión elevada, con un desvío estándar que supera a su media, además de ser una de las variables que cuenta con el menor número de observaciones. Por otro lado, la población

<sup>5</sup>La correlación se verifica tanto para el estimador *Within* como para *First Difference*.

<sup>6</sup>Previamente se aplicó la prueba de Hausman (1978).

en niveles presentaba una elevada curtosis y asimetría positiva, lo que podría corresponderse con valores atípicos debido a países con alta población, como China e India. Sin embargo, se optó por tomar su logaritmo para reducir la escala. Finalmente, las variables de capital humano y de esperanza de vida exhiben una asimetría negativa, es decir, la distribución es sesgada hacia la izquierda, lo que implica que existen países con valores muy bajos de estas variables que sesgan la distribución, evidenciando la heterogeneidad de los países que componen la muestra.

Por otro lado, en el Cuadro 3 se presentan las correlaciones entre las variables y su respectiva significatividad. Se observa una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la cantidad de medallas y el PIB per cápita, aunque la misma es débil (inferior a 0,3). Asimismo, la correlación entre la cantidad de medallas y otras variables relativas al desarrollo económico es baja, o bien, no resulta estadísticamente significativa, como ocurre con el índice de Gini. Las variables de PBI per cápita, capital humano y esperanza de vida al nacer están directamente relacionadas, con un coeficiente de correlación elevado (superior a 0,5), lo cual es un indicativo de la relación positiva entre las variables que captan aspectos y contribuyen al desarrollo económico. Por otro lado, la población exhibe una correlación más bien baja y poco significativa con las variables de desarrollo. Por su parte, en el caso del índice de Gini este se correlaciona negativamente con la mayoría de variables, a excepción de la población (en este último caso la correlación es inferior a 0,3). El hecho de que las correlaciones sean relativamente bajas, es una señal de que la multicolinealidad no representa un problema con estos datos.

La correlación positiva pero relativamente baja entre la cantidad de medallas obtenidas y el PIB per cápita que se evidencia en la matriz de correlaciones (Cuadro 2), se ve representada gráficamente en la Figura 1. En la misma se relaciona el promedio de medallas obtenidas por país y el (logaritmo del) PBI per cápita, y se presenta una línea de tendencia positiva con una pendiente baja. A simple vista, pueden identificarse países que presentan un mayor nivel de desarrollo como Estados Unidos (USA), Australia (AUS), Alemania (DEU), Italia (ITA) o Japón (JPN), los cuales obtuvieron una mayor cantidad de medallas, mientras que países menos desarrollados como Chipre (CYP), Etiopía (ETH), Kenia (KEN) o Burundi (BDI), consiguieron una menor cantidad de medallas en el período analizado. Para una mayor precisión, en el Cuadro 4 se detallan los países más ganadores y los menos ganadores con su respectiva renta por habitante como *proxy* del grado de desarrollo.

Por su parte, la figura 2 muestra la evolución del logaritmo del PBI real per cápita y la cantidad de medallas promedio. A partir de la misma, se aprecia una tendencia positiva del producto per cápita, con un crecimiento más pronunciado luego de los 2000, mientras que la cantidad de medallas muestra un comportamiento más volátil, y no sigue exactamente la misma trayectoria que la serie del PBI. Esto podría sugerir que el desarrollo económico puede influir sobre el desempeño deportivo, pero a partir de otros factores distintos al nivel de ingreso per cápita.

El gráfico 3 expone la distribución de medallas por cuartiles de PBI per cápita a partir de *boxplots*. El mismo, no muestra una relación clara entre el (logaritmo del) PBI per cápita y la cantidad de medallas obtenidas. Resulta importante destacar que los últimos dos cuartiles exhiben una mayor cantidad de valores *outliers*, lo que implica que, aunque la mayoría de los países de altos ingresos obtienen pocas medallas, hay un grupo dentro de ellos que concentra una gran cantidad de medallas. A su vez, esto puede interpretarse como un indicio acerca de que un mayor grado de desarrollo económico no necesariamente garantiza que un mayor éxito deportivo, puesto que sólo algunos pocos países obtienen la mayoría de las medallas, por ejemplo: Estados Unidos, Alemania, Francia, entre otros. También se aprecia una gran cantidad de *outliers* para países de ingreso bajo, como los casos de Kenia, Etiopía, Cuba, entre otros países de bajos recursos que tuvieron éxito deportivo en el período analizado.

**Cuadro 2.** Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas

Variable	Media	Desv. Est.	Nº Obs.	Mínimo	Máximo	Curtosis	Asimetría
m	13,553	20,298	445	1,000	121,000	12,132	2,889
lnpbi	8,794	1,436	624	5,329	11,301	2,180	-0,225
lpop	16,381	1,665	648	12,472	21,068	3,243	0,174
localia	0,011	0,103	648	0,000	1,000	90,582	9,465
KH	90,636	11,670	360	26,192	99,956	11,846	-2,768
EV	4,263	0,120	648	3,795	4,448	4,747	-1,281
GP	6,573	2,666	465	1,638	18,813	4,070	0,772
GINI	36,396	8,307	331	20,200	59,800	2,788	0,721

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 3.** Matriz de correlaciones

	m	L.md	lnpbi	lpop	localia	KH	EV	GP	GINI
m	1,0000								
L.md	0,9613 (0,0000)	1,0000							
lnpbi	0,2660 (0,0000)	0,2608 (0,0000)	1,0000						
lpop	0,5247 (0,0000)	0,5180 (0,0000)	-0,1769 (0,0000)	1,0000					
localia	0,2923 (0,0000)	0,2492 (0,0000)	0,0889 (0,0264)	0,1413 (0,0003)	1,0000				
KH	0,1790 (0,0032)	0,1751 (0,0063)	0,5901 (0,0000)	-0,0244 (0,6443)	0,0576 (0,2757)	1,0000			
EV	0,2215 (0,0000)	0,2095 (0,0000)	0,8294 (0,0000)	-0,0619 (0,1156)	0,0843 (0,0319)	0,7523 (0,0000)	1,0000		
GP	0,3930 (0,0000)	0,3831 (0,0000)	0,3957 (0,0000)	0,0177 (0,7037)	0,0696 (0,1339)	0,3910 (0,0000)	0,4184 (0,0000)	1,0000	
GINI	0,0465 (0,4499)	0,0525 (0,4166)	-0,2722 (0,0000)	0,2843 (0,0000)	0,0601 (0,2758)	0,0199 (0,7710)	-0,2527 (0,0000)	-0,1892 (0,0016)	1,0000

Fuente: elaboración propia.



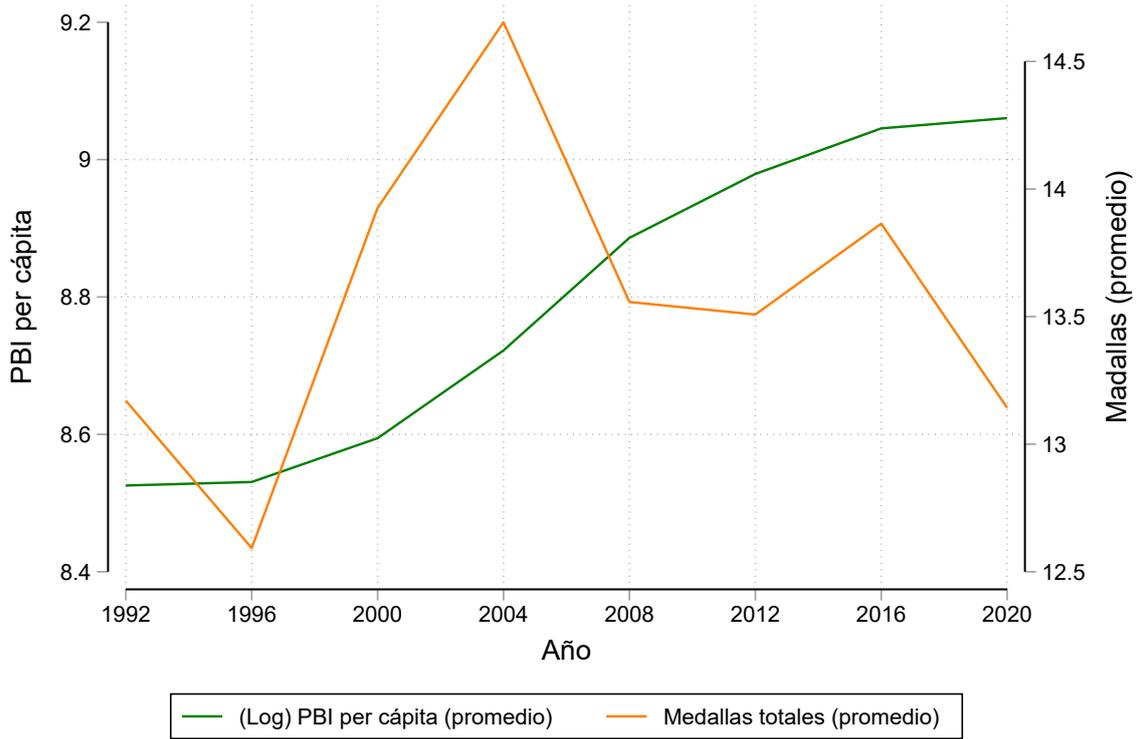


Figura 2: Evolución temporal de las medallas totales y el PIB per cápita. Fuente: elaboración propia.

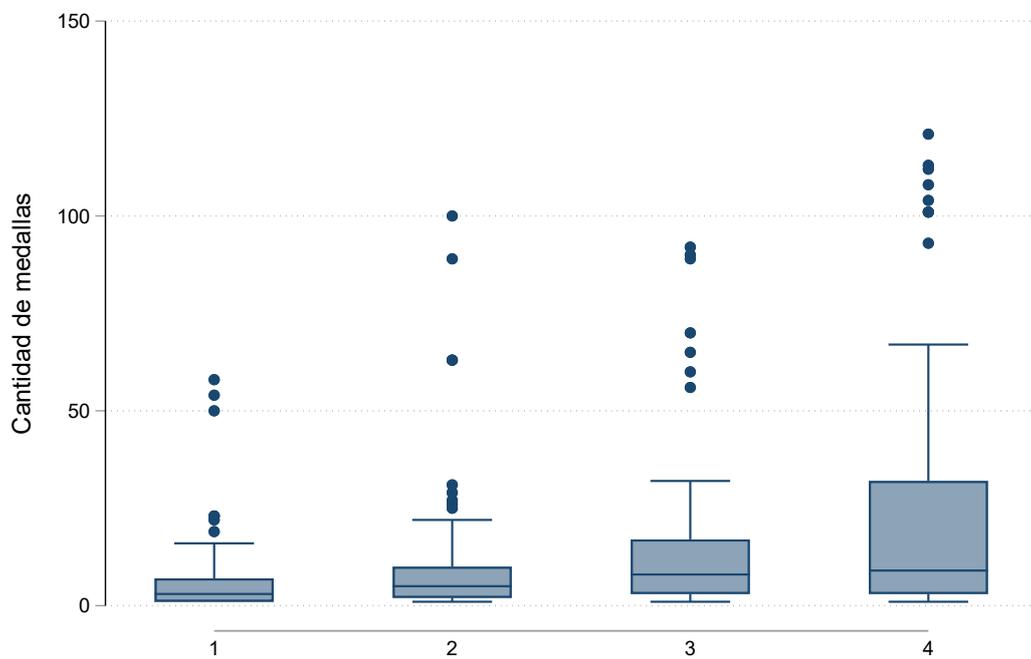


Figura 3: Distribución de medallas por cuartiles (PBI per cápita). Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 4.** Países más y menos ganadores y su nivel de renta per cápita

Países con menos medallas			Países con más medallas		
País	Medallas	Log PBI pc	País	Medallas	Log PBI pc
Chipre	1	10,0575	Estados Unidos	853	10,8281
Panamá	1	9,1045	China	576	8,2293
Perú	1	8,3505	Federación Rusa	423	8,8999
Gabón	1	8,8889	Reino Unido	340	10,5887
Eritrea	1	6,6346	Australia	332	10,7976
Turkmenistán	1	8,1507			
Pakistán	1	7,0968			
Surinam	1	8,8901			
Montenegro	1	8,6479			
Afganistán	2	6,0897			

Fuente: elaboración propia.

Los cuadros 5 y 6 presentan los resultados de las estimaciones efectuadas a partir de GMM *System* en uno y dos pasos, respectivamente. Análogamente, los cuadros 2 y 3 del anexo reportan los resultados de las regresiones aplicando GMM *Difference* en uno y dos pasos. En ambos casos se probaron diferentes especificaciones para verificar la sensibilidad del modelo a las diferentes variables explicativas y la robustez de los resultados obtenidos. Además, en ambos casos se incluyeron efectos fijos individuales y temporales. Por su parte, en el Cuadro 7 se muestran los resultados tras aplicar TWFE, a los fines de realizar una comparación entre ambos métodos.

Los resultados de las pruebas de Hansen indican que no hay evidencia estadística de que los instrumentos sean inválidos, dado que se no se rechaza la hipótesis nula en todos los casos. Adicionalmente, con el fin de evitar un número excesivo de instrumentos y los problemas de sobreidentificación asociados, estos fueron colapsados siguiendo la propuesta de Roodman (2009). A su vez, dado que se consideraron errores robustos ante la presencia de heterocedasticidad, el test de Sargan ya no es confiable, aunque igualmente se reporta por completitud.

En todos los modelos de regresión se obtienen los resultados deseados en las pruebas de autocorrelación serial de primer y segundo orden, respectivamente, validando el uso del método GMM.

Como puede apreciarse en los cuadros 5 y 6, en todos los casos se verifica un efecto positivo y estadísticamente significativo (al menos al 5%) de la cantidad de medallas totales obtenidas en los JJOO previos. Esto implica que la cantidad de medallas que obtiene un deportista (contemporáneamente) está fuertemente correlacionada con la cantidad que obtuvo la última vez que compitió en los JJOO. En otras palabras, el éxito olímpico actual está influenciado por el éxito deportivo previo, lo que respresenta una persistencia en la performance deportiva. En particular, el coeficiente que acompaña a la variable resulta cercano a uno en ciertas regresiones, lo cual respalda la hipótesis de que podría existir un problema de instrumentos débiles y las ventajas de utilizar el estimador Blundell-Bond. Además, este resultado es robusto. Esto puede ejemplificarse con el caso de varios deportistas que obtuvieron medallas de manera consecutiva, como por ejemplo, el caso del nadador estadounidense Michael Phelps en 2004, 2008, 2012 y 2016.

Contrariamente, cuando se analizan las demás variables de control, no se verifica un efecto estadísticamente significativo y robusto de las variables indicativas del desarrollo sobre la obtención de medallas olímpicas. En particular, contrariamente a lo esperado, el PBI per cápita sólo resulta significativo en una de las nueve estimaciones, ejerciendo en ambos casos un efecto positivo. Por su parte, la variable de población sí muestra una correlación positiva y estadísticamente significativa con la variable dependiente, lo cual puede asociarse a un efecto de escala. También se verifica una asociación positiva con la *dummy* de localía, lo cual indica que el hecho de que un país sea el anfitrión de los JJOO incrementa la cantidad de medallas obtenidas.

Por otro lado, las variables de esperanza de vida, el índice de Gini y el capital humano (educación), en general, no presentan efectos estadísticamente significativos con la cantidad de medallas ganadas. En el caso de la esperanza de vida, sólo resulta estadísticamente significativa y positiva en el modelo (8), cuando se incluye la variable de gasto público.

**Cuadro 5.** Resultados mediante GMM

	<i>GMM System one step</i>								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
L.m	0,617*** (0,110)	0,595*** (0,109)	0,717*** (0,104)	0,756*** (0,086)	0,357*** (0,087)	0,596*** (0,082)	0,372*** (0,113)	0,685*** (0,142)	0,372*** (0,113)
lnpbi	4,469*** (1,621)	-1,089 (4,659)	0,174 (1,823)	0,301 (0,984)	2,754 (1,957)	2,245 (2,711)	-2,802 (5,001)	-6,767 (5,112)	-2,802 (5,001)
lpop	6,378*** (1,848)	6,828*** (1,571)	5,616*** (1,575)	2,730 (1,903)	2,098 (1,515)	0,097 (1,501)	2,699* (1,567)	7,609*** (2,471)	2,699* (1,567)
localia	13,658*** (5,086)	12,591** (4,933)	18,014*** (5,397)	15,319** (5,906)	12,437** (5,964)	7,850 (7,024)	11,639* (6,692)	12,891** (5,153)	11,639* (6,692)
EV		87,729 (58,345)					106,558 (87,708)	139,932* (70,802)	106,558 (87,708)
GP			1,552** (0,630)					0,745 (1,115)	
GINI				-0,009 (0,403)		0,043 (0,243)			
KH					0,132 (0,164)	0,310 (0,515)	-0,306 (0,326)		-0,306 (0,326)
EF temporal	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
EF individual	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Test de Hansen	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0
Test de Sargan	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0
AR(1) test (p-valor)	0,000	0,001	0,000	0,001	0,008	0,019	0,011	0,002	0,011
AR(2) test (p-valor)	0,755	0,455	0,734	0,762	0,219	0,293	0,162	0,589	0,162
Observaciones	327	327	294	220	211	148	211	294	211

Nota: errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\*, \*\*, \*: estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 99 %, del 95 % y del 90 %, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 6.** Resultados mediante GMM

	<i>GMM System two step</i>								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
L.m	0,598*** (0,160)	0,569*** (0,122)	0,707*** (0,102)	0,761*** (0,117)	0,247** (0,112)	0,599*** (0,083)	0,313** (0,127)	0,644*** (0,137)	0,313** (0,127)
lnpbi	4,343** (1,885)	-1,393 (4,794)	0,547 (1,381)	-0,082 (0,878)	3,145 (2,011)	1,990 (2,017)	-2,803 (5,015)	-6,786 (4,685)	-2,803 (5,015)
lpop	6,958** (2,970)	7,182*** (1,760)	5,858*** (1,943)	2,748 (2,195)	2,513 (1,700)	-0,067 (2,115)	3,677* (2,023)	8,273*** (2,589)	3,677* (2,023)
localia	13,867** (5,465)	12,628** (5,508)	18,517*** (5,778)	14,726** (6,139)	11,176* (6,125)	7,056 (10,152)	9,885 (6,061)	12,501** (6,203)	9,885 (6,061)
EV		84,491 (60,489)					119,385 (79,547)	137,394* (71,250)	119,385 (79,547)
GP			1,681*** (0,566)					0,862 (1,059)	
GINI				-0,016 (0,369)		-0,029 (0,314)			
KH					0,210 (0,138)	0,276 (0,553)	-0,312 (0,273)		-0,312 (0,273)
EF temporal	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
EF individual	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Test de Hansen	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0	NRH0
Test de Sargan	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0	RH0
AR(1) test (p-valor)	0,003	0,003	0,002	0,003	0,043	0,030	0,029	0,006	0,029
AR(2) test (p-valor)	0,717	0,418	0,714	0,768	0,289	0,298	0,138	0,550	0,138
Observaciones	327	327	294	220	211	148	211	294	211

Nota: errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\*, \*\*, \*: estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 99 %, del 95 % y del 90 %, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados difieren parcialmente con los obtenidos mediante TWFE (cuadro 7). En el caso de TWFE, únicamente la variable dependiente rezagada y la localía contribuyen al éxito deportivo. Sin embargo, es necesario destacar nuevamente las limitaciones que presentan las estimaciones bajo este método, cuyos estimadores se ven afectados por la endogeneidad. Los resultados se interpretan en esta ocasión sólo a fines comparativos entre las técnicas de estimación.

Por otro lado, los resultados de las estimaciones con el método de Arellano-Bond (cuadros 2 y 3 del anexo), coinciden con los obtenidos bajo GMM *System* en las variables de localía y población, mientras que el rezago de la cantidad de medallas conseguidas no resulta estadísticamente significativo. Esto sugiere la presencia de instrumentos débiles, lo cual fundamenta la selección de estimar bajo la propuesta de Blundell-Bond.

Respecto a las variables de control, únicamente la cantidad de medallas obtenidas previamente y la variable de localía resultan estadísticamente significativas, con un efecto positivo sobre la cantidad de medallas ganadas actualmente. En general, no se evidencia un efecto estadísticamente significativo entre las variables representativas del desarrollo y la cantidad de medallas obtenidas. Esto podría explicarse por factores de influencia individual o aleatorios, como la aparición de deportistas con gran talento deportivo en países de ingreso bajo durante el horizonte temporal analizado. Algunos ejemplos de estos casos son: Usain Bolt representando a Jamaica, Eilud Kipchoge (Kenia), Haile Grabrselassie (Etiopía), Stephen Kiprohit (Uganda), Mijaín López (Cuba), entre otros casos.

**Cuadro 7.** Estimaciones mediante OLS con efectos fijos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
L.m	0,466*** (0,0991)	0,448*** (0,107)	0,415*** (0,0798)	0,465*** (0,146)	0,389** (0,164)	0,472** (0,178)	0,390** (0,165)	0,390** (0,165)
lnpbi	-0,999 (3,449)	1,099 (3,855)	-1,649 (2,679)	-1,519 (5,528)	0,103 (3,008)	-5,833 (4,382)	-0,889 (3,306)	-0,889 (3,306)
lpop	6,853 (5,572)	12,54 (7,730)	11,48* (6,147)	12,08 (12,70)	16,98 (10,77)	6,598 (10,45)	15,39 (11,48)	15,39 (11,48)
localia	13,88** (5,299)	14,44*** (5,224)	16,85*** (4,347)	12,17* (6,064)	12,42*** (4,387)	6,942** (3,362)	12,20*** (4,329)	12,20*** (4,329)
EV	-41,14 (26,95)						27,84 (38,23)	27,84 (38,23)
GP					0,390 (0,425)			
GINI				0,158 (0,289)		-0,204 (0,215)		
KH				0,0127 (0,0774)	0,181 (0,174)	-0,0413 (0,0923)	0 (0,092)	-0,0413 (0,0923)
Constante	-99,64 (105,7)	-38,66 (81,37)	-172,1 (109,9)	-189,9 (260,7)	-275,8 (179,4)	-56,25 (189,4)	-354,1* (189,8)	-354,1* (189,8)
Observaciones	327	327	294	220	211	148	211	211
R <sup>2</sup>	0,365	0,373	0,373	0,359	0,355	0,399	0,358	0,358

Nota: errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\*, \*\*, \*: estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 99 %, 95 % y 90 %, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

## 4. Conclusiones

En el presente trabajo se estudió la relación entre el éxito deportivo en los Juegos Olímpicos de Verano y el nivel de desarrollo de diferentes economías. Para cumplir el objetivo, se construyó un panel con 81 países para el período 1992-2020, se llevó a cabo un análisis descriptivo y luego se efectuaron regresiones paramétricas mediante GMM y TWFE y, finalmente, se compararon los resultados obtenidos bajo ambas técnicas.

Dado que se planteó un modelo para paneles dinámicos, se consideró que el método adecuado para responder la pregunta de investigación era GMM, especialmente, mediante el estimador de Blundell-Bond, dado las ventajas que presenta frente al estimador de Arellano-Bond. Al momento de efectuar las estimaciones se superaron correctamente las pruebas de autocorrelación serial de Arellano y Bond, así como la prueba de Hansen (robusta frente a heterocedasticidad). Además, para robustecer los resultados obtenidos y, a los fines de comprar los resultados por distintas técnicas de regresión, se optó por estimar los modelos mediante OLS con TWFE.

Los resultados de las estimaciones econométricas muestran que, en general, no existe una relación estadísticamente significativa entre la cantidad de medallas obtenidas en los JJOO de verano y el grado de desarrollo económico de un país. Es decir, el éxito económico no influye de manera significativa en el éxito deportivo. El único determinante del desarrollo que exhibe una correlación positiva y estadísticamente significativa con la cantidad de medallas obtenidas, es el gasto público en salud: en promedio los países que destinan una mayor proporción de su PBI al gasto sanitario, tienden a obtener una mayor cantidad de medallas olímpicas.

Estos resultados son en parte consistentes con el análisis descriptivo previo, a partir del cual, si bien se podría apreciar una leve relación directa entre el nivel de desarrollo y la cantidad de medallas obtenidas, esta parecía ser débil (ver Figura 1), con un coeficiente de correlación de 0,2660. La ausencia de una relación estadísticamente significativa entre las variables en cuestión puede deberse a factores aleatorios, como la aparición de deportistas exitosos que provienen de países de menores recursos. Esto es algo frecuente cuando se observa el caso de países pertenecientes a regiones pobres como África Subsahariana o el Caribe.

Por su parte, las estimaciones difieren entre los métodos GMM y TWFE, aunque la localía y la

cantidad de medallas ganadas previamente, conservan su significatividad y signo. Esto implicaría que los efectos de esas variables son robustos.

En suma, en el análisis expuesto en el presente trabajo no se encontraron efectos estadísticamente significativos de los posibles determinantes económicos del medallero olímpico para el período 1992-2020.

## Referencias

- Arellano, M. and Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2):277–297.
- Arellano, M. and Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1):29–51.
- Baltagi, B. H. (2009). *Econometric Analysis of Panel Data*. Wiley, Chichester, UK, 4th edition.
- Blundell, R. and Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1):115–143.
- Greene, W. H. (2002). *Econometric Analysis*. Prentice Hall, 5th edition.
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6):1251–1271.
- Nickell, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica*, 49(6):1417–1426.
- Roodman, D. (2009). A note on the theme of too many instruments. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 71(1):135–158.
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step gmm estimators. *Journal of Econometrics*, 126(1):25–51.

## 5. Anexo

**Cuadro 1. Lista de países analizados**

Afganistán	Argentina	Armenia	Australia	Austria
Azerbaiyán	Bielorrusia	Bélgica	Brasil	Brunéi
Burundi	Camerún	Canadá	China	Colombia
Costa de Marfil	Cuba	Chipre	Rep. Checa	Rep. Dominicana
Ecuador	Egipto	Eritrea	Estonia	Etiopía
Finlandia	Francia	Gabón	Georgia	Ghana
Hong Kong	Hungría	Islandia	India	Irlanda
Israel	Italia	Jamaica	Japón	Jordania
Kazajistán	Kenia	Corea del Norte	Corea del Sur	Kirguistán
Lituania	México	Moldavia	Montenegro	Marruecos
Mozambique	Namibia	Nueva Zelanda	Macedonia del Norte	Noruega
Pakistán	Panamá	Perú	Polonia	Catar
Rumania	Rusia	Serbia	Singapur	Eslovaquia
España	Surinam	Suecia	Siria	Tayikistán
Tailandia	Trinidad y Tobago	Túnez	Turquía	Turkmenistán
Uganda	Ucrania	Reino Unido	Estados Unidos	Uzbekistán
Venezuela				

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 2. Resultados *Difference* GMM en un paso**

	<i>GMM Difference one step</i>								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
L.m	0,024 (0,073)	0,004 (0,075)	0,043 (0,082)	-0,080 (0,127)	0,078 (0,151)	0,070 (0,201)	0,080 (0,153)	0,013 (0,078)	0,080 (0,153)
lnpbi	0,666 (4,804)	4,490 (4,610)	-3,004 (4,338)	-5,019 (5,042)	-3,684 (2,729)	-5,365 (4,038)	-1,832 (2,755)	1,525 (3,640)	-1,832 (2,755)
lpop	17,079*** (5,691)	25,538** (12,329)	13,631** (6,284)	33,240** (15,341)	15,107 (11,074)	26,054* (13,508)	14,513 (12,061)	22,719* (12,347)	14,513 (12,061)
localia	10,055*** (3,452)	10,566*** (3,448)	13,267*** (4,954)	5,499* (3,003)	7,870** (3,100)	4,741** (2,244)	8,130*** (3,112)	13,634*** (4,866)	8,130*** (3,112)
EV		-47,037 (49,023)					-10,823 (19,791)	-53,944 (49,402)	-10,823 (19,791)
GP			0,848 (0,629)					0,849 (0,615)	
GINI				0,304 (0,313)		0,079 (0,264)			
HK					0,070 (0,084)	0,215 (0,174)	0,119 (0,106)		0,119 (0,106)
EF temporal	No	No	No	No	No	No	No	No	No
EF individual	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
AR(1) test (p-valor)	0,009	0,006	0,016	0,057	0,129	0,294	0,134	0,013	0,134
AR(2) test (p-valor)	0,439	0,564	0,546	0,064	0,031	0,137	0,152	0,616	0,152
Observaciones	262	262	230	166	148	101	148	230	148

Nota: errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\*, \*\*, \*: significancia estadística al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 3. Resultados *Difference* GMM en dos pasos

	<i>GMM Difference two steps</i>								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
L.m	0,005 (0,073)	-0,014 (0,076)	0,018 (0,079)	-0,080 (0,124)	0,014 (0,118)	0,054 (0,182)	-0,009 (0,121)	-0,009 (0,074)	-0,009 (0,121)
lnpbi	-0,584 (3,381)	2,777 (4,327)	-2,854 (2,515)	-5,475 (4,547)	-2,375 (2,601)	-4,230 (4,766)	-0,265 (2,957)	-0,081 (2,444)	-0,265 (2,957)
lpop	15,369*** (5,519)	20,309* (10,536)	14,202*** (5,508)	24,480 (15,241)	13,582** (6,195)	15,597 (12,930)	15,152** (6,614)	21,709** (8,620)	15,152** (6,614)
localia	9,188** (3,927)	10,043** (4,132)	13,354** (6,179)	5,431* (3,236)	6,712** (3,166)	3,931*** (1,515)	6,987** (3,398)	14,319** (6,174)	6,987** (3,398)
EV		-35,245 (40,790)					-19,414 (23,191)	-40,995 (37,522)	-19,414 (23,191)
GP			0,518 (0,521)					0,603 (0,506)	
GINI				0,053 (0,328)		-0,053 (0,288)			
HK					0,047 (0,062)	0,204 (0,180)	0,074 (0,075)		0,074 (0,075)
EF temporal	No	No	No	No	No	No	No	No	No
EF individual	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
AR(1) test (p-valor)	0,036	0,042	0,017	0,340	0,700	0,678	0,839	0,015	0,839
AR(2) test (p-valor)	0,433	0,500	0,526	0,058	0,185	0,154	0,256	0,554	0,256
Observaciones	262	262	230	166	148	101	148	230	148

Nota: errores estándar robustos entre paréntesis.

\*\*\*, \*\*, \*: significancia estadística al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: elaboración propia.