

**Ley de Okun en Colombia: Una Aplicación Departamental con Enfoque Heterogéneo de
Datos de Panel 2001-2019**

Josie Marianela García Castillo

Monografía para optar el título de economista

Ph.D. Sergio Augusto Jiménez Ramírez

Director de la monografía de grado

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Programa de Economía

Diplomado

2022

Contenido

Lista de Tablas	3
Lista de Figuras.....	4
Introducción	5
1. Planteamiento del problema	6
1.1. Descripción del problema.....	6
1.2. Formulación del problema	7
2. Justificación.....	8
3. Objetivos.....	9
3.1. Objetivo general	9
3.2. Objetivos específicos.....	9
4. Marco referencial.....	10
4.1. Antecedentes	10
4.2. Marco teórico	13
4.2.1. Método de primeras diferencias.....	13
4.2.2. Brechas de prueba.....	14
4.2.3. Tendencia ajustada y elasticidad.....	14
4.3. Marco contextual.....	16
5. Metodología.....	19
6. Resultados.....	22
6.1. Estimación econométrica	22
7. Conclusiones.....	27
Referencias.....	29

Lista de Tablas

Tabla 1. Variables de estudio	20
Tabla 2. Departamentos de Colombia incorporados en el estudio.....	21
Tabla 3. Modelo de MCO Agrupado vs. Modelo de Efectos Aleatorios	22
Tabla 4. Prueba del multiplicador lagrangiano de Breusch-Pagan para efectos aleatorios	23
Tabla 5. Modelo de Efectos Fijos vs. Modelo de Efectos Aleatorios	23
Tabla 6. Test de Hausman con parámetro sigmamore	24

Lista de Figuras

Figura 1. Tasa de desempleo y PIB real per cápita - departamentos de Colombia 2019.....	16
Figura 2. Santander vs. Meta	17
Figura 3. Relación empírica entre tasa de desempleo y PIB real per cápita – departamentos de Colombia 2001-2019	25
Figura 4. Tasa Natural de Desempleo – Departamentos de Colombia 2001-2019.....	26

Introducción

A raíz de lo acontecido durante la gran depresión, la correlación entre desempleo y crecimiento económico ha suscitado análisis desde diversas perspectivas de la ciencia económica, desligando del ideario científico o, al menos, poniendo en duda, el concepto clásico de pleno empleo en el mercado. Como consecuencia, la tasa de paro de un país toma alta relevancia en los estudios macroeconómicos, puesto que es un indicador primordial de salud, en términos economicistas, de la coyuntura social.

Ahora bien, ¿por qué es importante o, mejor aún, por qué es relevante tomar en cuenta, al momento de indagar en lo relacionado con el desempleo, el crecimiento económico? La respuesta, por ser compleja, no deja de ser técnicamente obvia; esto es, si se toman en cuenta los principios clásicos de Adam Smith, la producción de bienes y servicios determinan el nivel de riqueza de una nación, por ende, estar por fuera de la esfera laboral (i.e., desempleado o desempleada), está inversamente relacionado con dicha riqueza, y, como se mencionó con anterioridad, el paro de trabajadores ocasiona, en palabras de Acemoğlu y Robinson (2012), una coyuntura crítica que afecta el nivel de vida de millones de individuos a lo largo y ancho del globo.

En línea con lo anterior, la presente monografía de diplomado se propone como objetivo general: determinar la relación existente entre el crecimiento económico y el desempleo en los departamentos de Colombia en el periodo 2001-2019, aplicando la ley de Okun. Por lo tanto, se propone, en primer lugar, realizar el cálculo del PIB real potencial. Inmediatamente después, relacionar la tasa relativa de desempleo y la brecha existente entre el PIB real per cápita de los departamentos de Colombia y el PIB potencial de estos; donde, finalmente, se busca identificar la existencia de diferencias estructurales entre departamentos.

El documento se estructura como procede: siete secciones precedidas de la presente introducción. En ello, la primera sección, el planteamiento del problema objeto de la investigación, en la cual, se estipula el interrogante de estudio. La segunda, la justificación que motivó al autor a realizar dicha temática de investigación. La tercera, objetivos (general y específicos). La cuarta, el marco referencial, donde se exponen los antecedentes, luego el marco teórico, seguido del marco contextual. La quinta, la metodología, donde se presentan las técnicas epistemológicas, fuentes y herramientas empleadas. La sexta, resultados. Y, por último, en la séptima sección se presenta discusión y conclusiones.

1. Planteamiento del problema

La hipótesis del economista Arthur M. Okun plantea una correlación negativa presente entre el crecimiento económico de un país y la tasa de desempleados, puesto que, a mayor producción menor proporción de individuos en paro. Ahora bien, desde inicios de la escuela clásica de economía se establece que el desempleo es cuestión de elección de los agentes, debido a que en el mercado existe situación de pleno empleo. No obstante, durante el contexto económico de finales de los años 20 en el siglo pasado (gran depresión), John Maynard Keynes expone las dificultades del argumento clásico, y afirma que el mercado no está en condición de satisfacer la demanda laboral. Así, la hipótesis de Okun toma relevancia como herramienta macroeconómica para analizar la relación entre el binomio producción-desempleo desde los despachos de los tomadores de decisiones.

1.1. Descripción del problema

Con la crisis social de salud acontecida por la pandemia del virus Covid-19, se han avivado los debates académicos en torno al desempleo, ello debido a las medidas implementadas por los gobiernos de todos los Estados del mundo para contener la propagación del virus, cerrando las fronteras terrestres, aéreas y navales, además de ordenar la reclusión domiciliar preventiva de las personas. En consecuencia, y sobre todo en los países en desarrollo, miles de personas se vieron fuertemente afectadas en términos económicos, ya que para la satisfacción de sus necesidades realizan transacciones comerciales, informalmente llamadas de “rebusque”, en el día a día.

En ese orden de ideas, como lo expone el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2021), Colombia no fue la excepción. Según el órgano administrativo, en 2020, 2,4 millones de personas perdieron su empleo en el país, ya que la tasa de ocupación decreció 6.8 puntos porcentuales si se compara con cifras del 2019 (49,8% vs. 56.6%).

Así las cosas, los departamentos del país presentan características heterogéneas dado su contexto socioeconómico y cultural, ante lo cual, las afectaciones materiales por la disminución de las actividad comerciales manifestadas en la tasa de desocupación tenderían a ser distintas.

1.2. Formulación del problema

Ante lo expuesto anteriormente, el presente trabajo se efectúa con base a la pregunta problematizadora: ¿Existe correlación negativa entre el crecimiento de la actividad económica y la desocupación en los departamentos de Colombia en el periodo 2001-2019, cumpliéndose la Ley de Okun?

2. Justificación

Una característica esencial del ser humano es su capacidad para crear los medios de producción y, complementariamente, los medios para su subsistencia. Partiendo de esta premisa clave, se entiende que las personas deben hacer uso de su fuerza de trabajo¹ que, una vez puesta en funcionamiento y vendida en el sistema productivo, permite obtener los recursos, mayoritariamente, en forma de salario para su supervivencia. Por consiguiente, la calidad de vida de un individuo, dentro de una sociedad específica, depende de su inserción en la coyuntura productiva, por lo cual, es de inmensa importancia investigar, analizar y reflexionar sobre las dinámicas presentes en el mercado laboral, y entender el impacto generado en el nivel de riqueza de un país.

Dicho lo anterior, se puede argumentar la actualidad económica dado el complejo contexto que significó para el mundo en general la pandemia del Covid-19, ante lo cual, los países entraron en recesión y, aún en los días corrientes, vienen recuperando paulatinamente su nivel de producción, significando un obstáculo notable en lo referente al cumplimiento del objetivo ocho de la agenda 2030, es así que focalizar esfuerzos en la temática se torna relevante para cada uno de los agentes económicos (familias, empresas, Estados), y, de manera particular, para la academia científica.

Por todo esto, el estudio académico del desempleo y el crecimiento económico conlleva a innumerables ventajas aprovechables por las instituciones políticas y económicas quienes, en su labor de dirigencia legislativa y monetaria, pueden enfocar y orientar herramientas de transformación social para el progreso efectivo de las condiciones de vida de los individuos e ir construyendo, en un proceso inclusivo, un sistema económico robusto que permita incorporarse al mercado laboral de forma efectiva provocando, como consecuencia natural, una coyuntura social saludable, amigable con el ambiente y de mayores beneficios comunitarios.

¹ Concepto acuñado por Marx que entiende como el conjunto de las capacidades musculares y mentales que posee una persona y que es puesta en funcionamiento en el trabajo.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Determinar la correlación entre tasa de desempleo y crecimiento económico en los departamentos de Colombia en el periodo 2001-2019.

3.2. Objetivos específicos

1. Calcular el PIB potencial para cada uno de los departamentos del territorio colombiano en el espacio temporal de estudio.
2. Relacionar la tasa relativa de desocupación versus la brecha existente entre los PIB real per cápita y potencial de los departamentos de Colombia.
3. Identificar la existencia de heterogeneidad estructural entre los departamentos colombianos para el periodo 2001-2019.

4. Marco referencial

4.1. Antecedentes

El presente apartado expone la diversa literatura científica relacionada con la ley de Okun realizada tanto a nivel internacional como nacional² durante el último lustro, evidenciando así, las múltiples metodologías de las que se han valido los autores. En ello, se cotejaron siete estudios organizados cronológicamente.

En principio, se tiene el trabajo de Franco-Martín (2017) el cual utiliza dos modelos: por un lado, mínimos cuadrados ordinarios (MCO), y por otro, un modelo de cointegración multivariado junto al de corrección de errores (MCE) con el fin de estudiar la ley de Okun en los territorios: Colombia, Chile y Argentina, con datos desde 1980 a 2014. En ello, el autor realiza su análisis con dos de las tres especificaciones originales de la ley de Okun encontrando que en la primera especificación de Okun los estimadores en los tres países estudiados son significativos, y ante un incremento del PIB de 1%, la tasa de desempleo decrece en Colombia, Chile y Argentina en 0,517%, 0,103%, 0,31%, respectivamente. Por el contrario, en la especificación de brechas, no dieron resultados significativos ni para Colombia ni para Argentina.

Un año más tarde, en Colombia, Castellanos-Buitrago (2018) busca comprender los cambios y magnitudes que se presentan entre 1990 y 2017 en la tasa de desocupación debido a la variación del PIB, ante lo cual, de forma semejante al autor anterior, emplea los métodos de primeras diferencias y brechas de la ley de Okun. Sin embargo, para este estudio, se utiliza solo el modelo MCO con el objetivo de estimar el coeficiente de Okun obteniendo resultados favorables donde se demuestra la presencia de correlación negativa entre PIB y tasa de desempleo. Entre los hallazgos del autor, para el modelo de brechas, un aumento del PIB en 1%, se traduce en una disminución de la tasa de desempleo en 0,42%; mientras tanto, en el modelo de primeras diferencias, un aumento del PIB en 1%, equivale a una reducción de 0,03% de la desocupación.

Así las cosas, ese mismo año, en territorio esloveno, Dajcman (2018) pretende estudiar la validación de la ley de Okun a nivel nacional y regional, en este caso, desde una perspectiva

² Sin embargo, cabe señalar que, si bien se han hecho estudios en Colombia, no se encontraron estudios para Cúcuta y Norte de Santander en las bases de datos académicas.

diferente, empleando datos de panel en el lapso de tiempo 2000-2015, por medio de la especificación de efectos fijos, estima el método de primeras diferencias y de brechas, hallando el cumplimiento de la ley en 6 de las 12 regiones estudiadas dada la heterogeneidad entre las mismas, estas son: Pomurska, Koroska, Spodnje-posavska, Osrednjeslovenska, Gorenjska, Obalno-kraska, y los coeficientes -0,69; -0,32; -0,28; -0,16; -0,10; -0,15; respectivamente, interpretándose que ante un aumento del PIB del 1% implica una reducción de cada uno de los respectivos valores en la tasa de desempleo.

En línea con lo anterior, Rojas Manzo (2019) realiza un estudio en México para el periodo 2005-2016, donde también emplea datos de panel, sin embargo, después de realizar las pruebas de correcta especificación, obtiene que la mejor especificación econométrica es la de efectos aleatorios, a diferencia de los demás autores anteriormente mencionados. En ello, la autora estima la ecuación de brechas de Okun. Ahora bien, su principal objetivo es demostrar la prevalencia de efectos diferenciales entre las entidades federativas. Así, emplea el test estadístico de Breusch-Pagan y logra demostrar la heterogeneidad de las entidades. Como principal hallazgo, expone que, ante un aumento del producto observado superior al potencial, la tasa de desocupación disminuye un 0,13%.

En esa misma línea, en Colombia, Castro Castaño y López Buritica (2019) emplean un conjunto de datos de panel con el fin de prever la pertinencia de la ley de Okun a nivel departamental en el periodo 2008-2016. Dicho lo anterior, utilizando únicamente la especificación de primeras diferencias mediante efectos fijos, logra demostrar empíricamente la ley de Okun en cada departamento, con la única excepción de Bogotá, porque los coeficientes de este difieren en su intensidad, más concretamente, las autoras presentan la interpretación de los departamentos más representativos del país: Antioquia, Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca, Atlántico y Bogotá DC; donde, los respectivos coeficientes son -0,750; -0,790; -0,713; -0,149; -1,220; 0,397. Evidenciándose, así, lo mencionado en Bogotá, pues, estos datos implican una correlación positiva entre producción y tasa de desempleo.

Por otra parte, Posa Cardiel (2020) emplea un enfoque distinto a través de técnicas de series de tiempo, abarcando el rango temporal 1985-2019 en tres países: Estados Unidos, Canadá y Australia. En esa medida, implementa la técnica de primeras diferencias y de brechas planteadas por Arthur Okun, por medio de mínimos cuadrados ordinarios y, de igual forma, un modelo de autorregresivo con Retardos Distribuidos, encontrando que existe una correlación negativa entre

las tasas de desempleo y crecimiento del PIB. Entre los principales hallazgos, dada la gran cantidad de datos presentados por el autor, presentamos aquellos referidos al modelo de primeras diferencias, donde es evidente el cumplimiento de la ley de Okun en los países de estudio de la siguiente manera: en Estados Unidos, un aumento del PIB de 1% en el corto plazo, reduce, en promedio, la tasa de desempleo un 0,16% y en el largo plazo un 0,43%; en Canadá, análogamente, un aumento del PIB de 1%, disminuye la tasa de desempleo en el corto plazo un 0,13% y en largo plazo un 0,31%. Finalmente, en Australia, en el corto y largo plazo, un aumento del PIB en 1% equivale a un descenso en la desocupación de 0,0726% y 0,451%, respectivamente.

Por último, en territorio mexicano, Santos Zúñiga et al. (2020), implementan, a diferencia de todos los demás autores, las tres especificaciones originales de la ley de Okun: primeras diferencias, brechas y elasticidad y tendencia. En este caso, por medio de vectores autorregresivos (VAR) en el rubro 2005-2020, buscan relacionar el desempleo y el PIB, y verificar la relación empírica de ley de Okun en el país; con lo cual, hallaron que las variaciones entre el PIB potencial y el observado generan cambios en la tasa de desempleo. Además, confirman la relación existente entre la variación del PIB y la tasa de empleo y desempleo: en principio, el modelo de primeras diferencias implica, por un aumento del 1% en el PIB, un decrecimiento de la tasa de desempleo del 0,07%; por otro lado, el modelo de brechas indica, ante un aumento del 1% en la brecha entre PIB potencial y observado, un aumento de 0,12% de la tasa de desempleo; por último, el modelo de elasticidad y tendencia involucra, por un aumento del PIB del 1%, un aumento de la tasa de empleo del 0,16%.

En conclusión, luego de finalizada la revisión literaria, es posible observar las diferentes técnicas y métodos utilizados por gran diversidad de autores, como, por ejemplo, métodos de MCO, modelos de datos de panel fijos y aleatorios, series de tiempo y métodos de VAR, modelo cointegración multivariada y MCE, entre otros, que sirven de guía epistemológica para el presente trabajo.

4.2. Marco teórico

La ley de Okun se soporta sobre una premisa clave: la presencia de correlación negativa entre la tasa de desempleo y el crecimiento económico. Dicha relación la estableció y analizó el macroeconomista Arthur M. Okun en el año 1962, cuando laboraba como asesor económico en aquel momento del afamado John F. Kennedy, presidente de los Estados Unidos. En su trabajo original *Potential GNP: its Measurement and Significance*, Okun busca responder a la incógnita de cuánta producción puede generar una economía bajo la condición de pleno empleo, pues consideraba que lo lejos que se estuviera del objetivo de producción de pleno empleo es una fuente importante de información a nivel político y económico (Okun, 1962).

En ello, el autor incorpora un concepto relevante en su estudio, el producto potencial, el cual define como una medida de la capacidad productiva de largo plazo. De igual forma, advierte que el objetivo de pleno empleo de una sociedad se ve limitado por dos obstáculos³ no excluyentes: la estabilidad en el nivel de precios y el libre mercado; y, por otra parte, establece que un objetivo viable de pleno empleo sería una tasa de desocupación del cuatro por ciento (Okun, 1962).

Hecha esta salvedad, Okun expone, mediante datos empíricos, que, durante el periodo de posguerra en Estados Unidos, un punto porcentual por encima de la tasa de desempleo del cuatro por ciento disminuyó en alrededor del tres por ciento el producto interno bruto real (Okun, 1962). Lo anterior, fue producto de tres métodos econométricos: 1) primeras diferencias, 2) brechas de prueba y 3) tendencia ajustada y elasticidad. A continuación, se presenta una breve explicación de cada uno de ellos.

4.2.1. Método de primeras diferencias

En este método, Okun relaciona la variación de la tasa de desempleo con los cambios porcentuales del producto interno bruto real.

$$\Delta U = \alpha - \beta_1 \Delta Y$$

³ Se debe indicar al lector que un objetivo utópico de pleno empleo, como lo es el criterio de Beveridge, es decir, donde las vacantes de empleo sean iguales al número de personas desempleadas (Okun, 1962), es empíricamente inviable por estos dos obstáculos.

Donde: ΔU es la variación de la tasa de desempleo, α es la constante, β_1 es el estimador de pendiente y, su inversa, $\frac{1}{\beta_1}$, mejor conocido como coeficiente de Okun, y ΔY es la variación porcentual del PIB real.

4.2.2. Brechas de prueba

En un segundo método, Okun relaciona la tasa de desempleo (U) con la brecha relativa (Y_B) entre el PIB real (Y) y PIB potencial (Y_P).

$$U = \alpha + \beta_1 Y_B$$

Donde: $Y_B = \frac{Y_P - Y}{Y_P}$

Cabe señalar que, en este método, la tasa de desempleo para alcanzar el objetivo de pleno empleo es α , e igualmente puede considerarse como la tasa natural de desempleo (Rojas Manzo, 2019; Posa Cardiel, 2020).

4.2.3. Tendencia ajustada y elasticidad

A diferencia de los dos métodos anteriores, Okun no establece una relación con la tasa de desempleo, por el contrario, la relación viene dada por el logaritmo de la tasa de empleo ($\ln(E)$) en función de una tendencia temporal (t) y el logaritmo del PIB real ($\ln(Y)$).

$$\ln(E) = \alpha + \beta_1 \ln(Y) + \beta_2 t$$

Donde: β_1 “es la elasticidad de la producción de la tasa de empleo” (Okun, 1962), y β_2 “es el producto de esa elasticidad y la tasa de crecimiento potencial” (Okun, 1962).

Así las cosas, según Rodríguez y Peredo (2007), la ley de Okun ha dado vía a nuevas especificaciones, como se demostró en el apartado anterior. No obstante, para efectos del presente trabajo investigativo se toma como referencia a Rojas Manzo (2019), para llevar a cabo la

estimación de la ley de Okun por medio de la especificación original del método de brechas de prueba, mediante el cual, se obtienen resultados que exponen cuanto es la pérdida de producción ante un incremento del uno por ciento en el desempleo. De igual manera, siguiendo a la autora anteriormente mencionada, se logra identificar, mediante el empleo de un modelo de datos de panel, la existencia de diferencias estructurales entre las entidades (departamentos), trabajo que poco se ha realizado para Colombia.

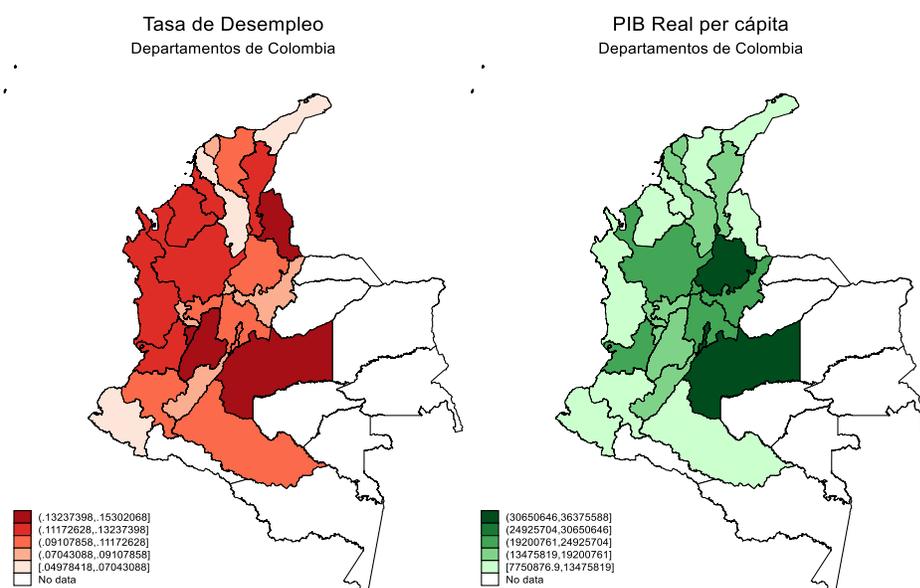
4.3. Marco contextual

El territorio colombiano, amplio en recursos naturales, lejos de considerarse una nación rica, es, por el contrario, un país de matices, en el cual, la coyuntura económica no logra emplear a toda la fuerza laboral, registra altas tasas de desempleo y subempleo (Kalmanovitz, 2019), variantes a nivel departamental, y, aunado a esto, predomina la informalidad. Para ejemplificar, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2022a), en su más reciente informe, reporta un 44,7 por ciento de ocupados informales, y un 12,1 por ciento de desempleados (DANE, 2022b) a nivel nacional.

Lo anterior demuestra un deterioro de la estructura económica producto de un capital humano tímidamente educado, de baja productividad, sumado a una reorientación de las exportaciones de materias primas (e.g., el café a principios del siglo XX) hacia el extractivismo minero que socava la rentabilidad de los demás sectores económicos. Esto último, es importante destacarlo, en gran medida, porque es una industria cuyos beneficios se dirigen, no a la población autóctona, sino, a las empresas extranjeras inversoras. A partir de aquí, surgen distorsiones macroeconómicas como las evidenciadas en la Figura 1.

Figura 1.

Tasa de desempleo y PIB real per cápita - departamentos de Colombia 2019.



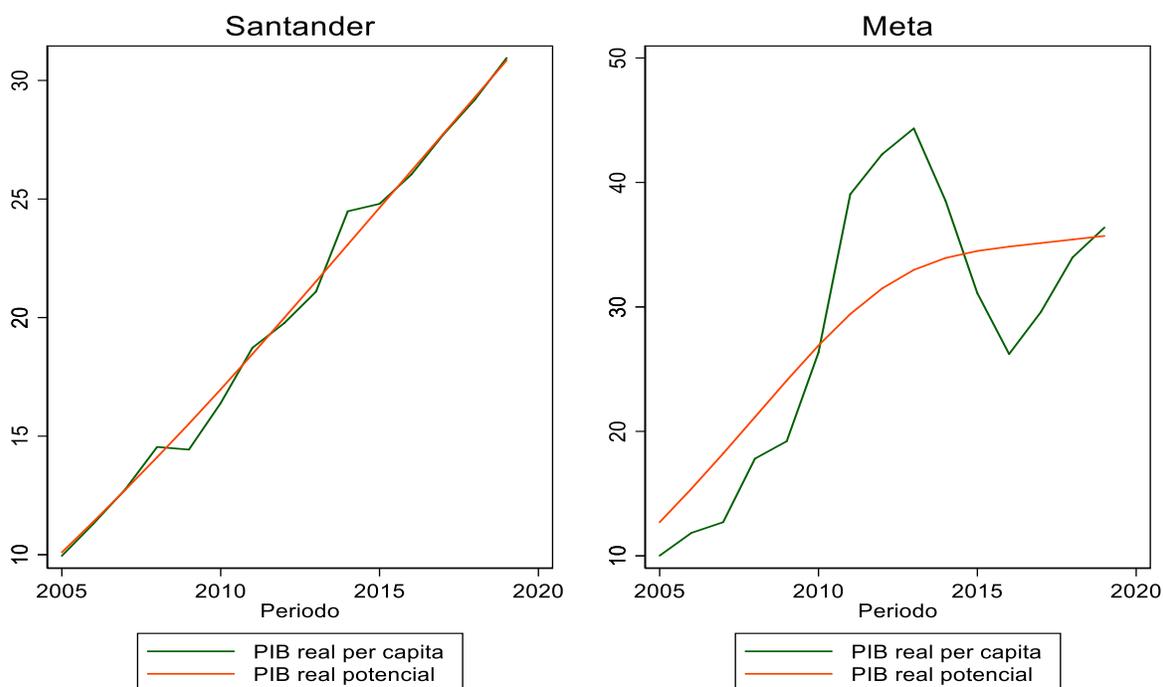
Fuente: elaboración propia a partir de información geoespacial y datos del DANE.

Observando detenidamente, se puede apreciar en el gráfico anterior que el departamento del Meta es uno de los más ricos en términos de producción, no obstante, también es uno de los que ostenta mayor tasa de desempleo. Esta paradoja de la riqueza, se debe en parte al enfoque extractivo de la región Orinoquía que produce altas tasas de informalidad y desempleo como consecuencia del deterioro de la oferta y la demanda, siendo necesario diversificar en operaciones de otras industrias (Leal Acosta, 2019).

Mientras tanto, Santander es una de las zonas, junto a Bogotá, más prósperas económicamente. En palabras de Kalmanovitz (2019) “Santander [...] es la región que más avanza, se distingue por atender la demanda de Venezuela, ser nicho de la avicultura y exhibir los mejores índices de educación en el país” (p. 385).

Figura 2.

Santander vs. Meta.



Nota. Los valores del eje vertical están en millones a precios constantes de 2015.

Fuente: elaboración propia a partir del filtro de Hodrick-Prescott con datos del DANE.

Del gráfico anterior, es posible identificar, de forma más precisa, una respuesta ante la paradoja de la riqueza, previamente mencionada. Como se observa, por un lado, Santander, a lo

largo del tiempo, se ha ajustado de manera eficiente a su producción potencial. Sin embargo, y, por otra parte, Meta, en el periodo analizado, nunca se ha ajustado a su producción potencial. Así, en múltiples momentos ha “sobrecalentado” su producción, y en los últimos años no alcanza los niveles óptimos.

Ahora bien, frente a este contexto, múltiples debates académicos emergen con la finalidad, en principio, de identificar las causas (históricas y/o estructurales) que ocasionan la ralentización de la economía colombiana. Así, respuestas de índole demográficas, coloniales, y hasta geográficas, se forjan en la literatura del crecimiento⁴. Sin embargo, todo apunta, que para tener un crecimiento de corto y largo plazo progresivo, lo que, en efecto, reduciría la tasa de desempleo, es necesario invertir en capital humano (Bonet & Meisel, 2006), en la medida que mayor cantidad de personas con educación produce un incremento de ideas que se materializan en innovación tecnológica (Sala-i-Martin, 2019).

⁴ Véase Bonet y Meisel (2006), y Acemoğlu y Robinson (2012).

5. Metodología

El tipo de la presente investigación es cuantitativo, toda vez que, soporta análisis de datos numéricos extraídos de una realidad social, los cuales, se interpretan mediante procesos estadísticos con el fin de probar una teoría (Del Canto & Silva, 2013). De igual forma, el alcance de la investigación es de carácter correlacional, en palabras de Arias Odón (2012) “Su finalidad es determinar el grado de relación o asociación (no causal) existente entre dos o más variables” (p. 25); adicionalmente, la investigación correlacional proporciona información de la fuerza de las relaciones efectivas entre las variables pretendidas en el estudio (Ary et al., 2010).

En ese orden de ideas, el presente proyecto investigativo es no experimental, pues se emplean variables preexistentes, es decir, no se lleva a cabo manipulación deliberada de éstas (Ary et al., 2010; Hernández Sampieri et al., 2014). Por consiguiente, al hacer uso de datos tanto de corte transversal como serie de tiempo, se lleva a cabo un análisis inferencial de modelo de datos de panel, buscando corroborar la teoría propuesta por el economista Arthur M. Okun, explicada en apartados anteriores.

Ahora bien, en relación con la fase metodológica, esta se encuentra estructurada por tres momentos epistemológicos: primeramente, se calcula el PIB real potencial per cápita de cada departamento, para ello, se requiere del uso del filtro de Hodrick-Prescott⁵, el cual, divide una serie temporal en dos componentes: cíclico y tendencial (Hodrick & Prescott, 1997), donde, el componente de tendencia o, en otras palabras, de largo plazo, vendría representando el PIB real potencial cuya naturaleza no es observable.

Seguidamente, como segunda medida, se relaciona la tasa de desempleo por departamento con la brecha relativa existente entre PIB real per cápita por departamento y PIB real potencial per cápita departamental para el periodo 2001-2019. Luego entonces, es necesario calcular la variable brecha, de la siguiente forma:

$$Brecha = \frac{PIB \text{ real potencial} - PIB \text{ real}}{PIB \text{ real potencial}}$$

En consecuencia, la relación entre desempleo y brecha vendría dada por el siguiente modelo matemático:

⁵ Como parámetro de suavizamiento se utiliza el valor de $\lambda = 100$, como lo sugiere la literatura para datos de series de tiempo anuales (Ravn y Uhlig, 2002).

$$Rateu = f(Brecha)$$

(+)

El modelo de brechas propuesto por Okun, demuestra una relación positiva entre la tasa de desempleo y la brecha relativa entre PIB real y PIB potencial. Ante lo cual, el modelo econométrico de datos de panel se presenta a continuación:

$$Rateu_{it} = \alpha_i + \nu_t + \beta_1 Brecha_{it} + u_{it}$$

Donde: *Rateu* es la tasa de desempleo departamental, *Brecha*, como bien su nombre lo indica, es la brecha relativa entre el PIB real per cápita por departamento y el PIB real potencial departamental. Asimismo, B_1 representa el estimador de pendiente, y el subíndice *i* simboliza observaciones para las diferentes entidades (departamentos), y *t* indica el periodo de tiempo (2001-2019). Además, α_i representa la heterogeneidad no observable de cada departamento, ν_t contiene la heterogeneidad no observable en el tiempo.

Por último, en un tercer momento, se realizan las pruebas del multiplicador lagrangiano de Breusch-Pagan y Hausman con el fin de identificar el mejor modelo de datos panel, y, principalmente, identificar las diferencias estructurales entre entidades.

Tabla 1.

Variables de estudio.

Variables	Sigla	Unidad	Descripción
Tasa de desocupación por departamento	Rateu	% de la población económicamente activa, base del censo 2005	Como estipula el DANE, se trata de la proporción de las personas que están solicitando trabajo en relación al número de individuos que integran la población económicamente activa (PEA).
PIB real per cápita por departamento	Realgdp	Precios constantes de 2015	En línea con Gerencie.com (2022), se refiere al valor promedio de ingresos por persona dentro un país, y, para este caso específico, a precios constantes de un año tomado como base.

Fuente: elaboración propia a partir de Cuentas Nacionales y la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) - DANE.

Así las cosas, para el desarrollo metodológico, se toma como instrumento de información secundaria los microdatos del Departamento Nacional de Estadística (DANE) para un periodo de tiempo que abarca del año 2001⁶ al 2019 debido a que, si bien existe información para el año 2020, esta información es atípica debido a las rupturas sociales y de salud que se han presentado desde comienzos de 2020 hasta la presente fecha, y puede causar problemas de inferencia estadística.

Entre tanto, en la Tabla 1 se presentan las variables de estudio, donde cabe destacar el cálculo del PIB real per cápita departamental, el cual se obtuvo de dividir la serie 1980-2020 retropolada del PIB real a precios constantes de 2015 por las proyecciones de población departamental entre 2001 y 2019. Continuando, los departamentos de estudio son los presentados en la Tabla 2, y, por su parte, los llamados nuevos departamentos⁷ por el DANE, no son tenidos en cuenta, toda vez que, no se encuentra información disponible de estos en algunas de las variables a estudiar. Así las cosas, el panel de datos consta de 24 entidades individuales y 15 unidades temporales con un total de 456⁸ observaciones.

En ello, se utiliza en primera instancia el software Excel, específicamente en la limpieza, depuración y ordenamiento de estos; complementariamente, para el análisis econométrico, se requiere del uso de Stata.

Tabla 2.

Departamentos de Colombia incorporados en el estudio.

Región	Departamento
Atlántica	Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre.
Central	Antioquia, Caldas, Caquetá, Huila, Quindío, Risaralda, Tolima.
Oriental	Boyacá, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander, Santander.
Pacífica	Cauca, Chocó, Nariño, Valle del Cauca
Bogotá	Bogotá D.C.

Fuente: DANE.

⁶ Cabe aclarar que, se toma como año inicial el 2001, debido a que los datos presentes en los microdatos del DANE no presentan información de la GEIH para años anteriores, como si sucede con la base de datos del PIB, la cual presenta cifras desde 1980 hasta 2020 por departamento.

⁷ Corresponde a Amazonas, Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Putumayo, San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Archipiélago), Vaupés y Vichada, antiguamente organizados como intendencias y comisarías (DANE, s.f.).

⁸ Un dato importante, para el año 2001 no se presenta información de la tasa de desempleo de Caquetá, debido a cuestiones de orden público, que ocasionó la pérdida de información (DANE, s.f.).

6. Resultados

El presente apartado evidencia la relación empírica entre el desempleo y crecimiento económico a nivel regional en Colombia. Adicionalmente, se demuestra la presencia de diferencias estructurales entre entidades. En ello, se comienza con la especificación econométrica con el fin de obtener el mejor modelo que corrobore la ley de Okun. Paso seguido, se estipula, mediante pruebas de correcta especificación, la heterogeneidad de panel.

6.1. Estimación econométrica

En principio, con el objetivo de establecer la existencia de heterogeneidad o no de los datos, se realiza la estimación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) agrupado y el modelo de efectos aleatorios (ver Tabla 3). Así, una vez se tengan los parámetros de cada modelo, se procede a realizar la prueba de especificación de Breusch-Pagan (ver Tabla 4.), la cual, tiene como hipótesis nula que la variación del efecto panel es igual a cero, $Var(u_i) = 0$ (Montero Granados, 2011; Rojas Manzo, 2019), en otras palabras, existe homogeneidad entre las entidades lo que, en efecto, significaría que es más conveniente usar un modelo MCO agrupado.

Tabla 3.

Modelo de MCO Agrupado vs. Modelo de Efectos Aleatorios.

Variables	Variable dependiente:	
	MCO Agrupado	Efectos Aleatorios
brecha	0.053 (0.036)	0.056* (0.029)
Intercepto	11.05*** (0.145)	11.04*** (0.388)
Observaciones	455	455
R-cuadrado	0.005	0.007
Número de id		24

Nota. Los errores estándar están entre paréntesis.

Significancia: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Fuente: estimación propia a partir de datos del DANE.

Tabla 4.

Prueba del multiplicador lagrangiano de Breusch-Pagan para efectos aleatorios.

chibar2(01)	441.92
Prob > chibar2	0.0000

Fuente: elaboración propia.

En ese sentido, los resultados de la prueba del multiplicador lagrangiano de Breusch-Pagan demuestran la existencia de heterogeneidad estructural de las entidades, puesto que, al ser el valor del p-value < 0.05, rechazamos la hipótesis nula de homogeneidad.

Ahora bien, una vez establecida la presencia de efectos individuales diferenciales a través de la especificación de efectos aleatorios, el análisis empírico suscita un nuevo interrogante ¿Cuál es el mejor modelo de datos panel: efectos fijos o efectos aleatorios? Para dar respuesta a la incógnita, se procede a estimar ambos modelos (ver Tabla 5), guardar y comparar los estimadores por medio del test de Hausman (ver Tabla 6), el cual estipula como hipótesis nula que los parámetros tanto de efectos fijos como aleatorios no difieren considerablemente.

Tabla 5.

Modelo de Efectos Fijos vs. Modelo de Efectos Aleatorios.

Variables	Variable dependiente:	
	Rateu	
	Efectos Fijos (1)	Efectos Aleatorios (2)
brecha	0.056* (0.029)	0.055* (0.029)
Intercepto	11.05*** (0.119)	11.04*** (0.388)
Observaciones	455	455
R-cuadrado	0.008	0.007
Número de id	24	24

Nota. Los errores estándar están entre paréntesis.

Significancia: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: estimaciones propias a partir de datos del DANE.

Tabla 6.*Test de Hausman con parámetro sigmamore.*

chi2(1)	1.26
Prob>chi2	0.26

Fuente: elaboración propia.

En ese orden de ideas, el test de Hausman evidencia que el modelo más apropiado es el de efectos aleatorios, pues, en efecto, el p-value > 0.05 , no se rechaza la hipótesis nula, es decir, los estimadores de los dos modelos (fijos y aleatorios) no presentan diferencias considerables.

En cuanto a los resultados de la Tabla 5, se obtiene que el estimador de la *brecha* es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 10% (p-value $0.058 < 0.1$) y presenta el signo esperado. Adicionalmente, podemos observar que, si bien el R^2 es relativamente bajo, en palabras de Goldberger, un nivel alto del coeficiente de determinación no es prueba a favor del modelo, como tampoco un nivel bajo de este lo es en su contra (Como se citó en Gujarati y Porter, 2010, p. 206). En vista de lo anterior, *ceteris paribus*, si la brecha entre el PIB real per cápita y PIB real potencial aumenta en uno por ciento, en promedio, la tasa de desempleo se incrementa en 0,055 por ciento. En otras palabras, el PIB real per cápita está por debajo de la capacidad de producción de largo plazo.

Adicionalmente, tomando en cuenta la inversa, *ceteris paribus*, si la tasa de desempleo aumenta uno por ciento, este acontecimiento se asocia a una pérdida de producción igual al 18,18% del PIB real potencial per cápita departamental aproximadamente, como consecuencia, en parte, de la informalidad de las empresas (Santos Zúñiga et al., 2019) en territorio colombiano, de hecho, según estimaciones realizadas por Fernández (2020) “en el 2018, el 60% de las firmas, el 38% de los trabajadores y el 33% de la producción” (p. 133) prevalecían en la informalidad, lo cual deja entrever la difícil coyuntura económica del país, y el detrimento de la productividad generando círculos viciosos que repercuten negativamente en la satisfacción de los trabajadores en términos salariales y laborales (Fernández, 2020).

Por añadidura, el intercepto de la estimación, que es una aproximación a la tasa natural de desempleo, expone la tasa de pleno empleo en 11,04 por ciento, valor casi exacto al promedio de los valores estudiados (ver Tabla 7.), y que posiblemente podría deberse a lo mencionado anteriormente, desenmascarando graves fallas estructurales de un mercado laboral inestable.

Así, se hace evidente entonces, la relación empírica de tendencia negativa entre la tasa de desempleo y crecimiento económico bidireccionalmente. De forma sencilla y efectiva, se puede observar dicha tendencia negativa en la Figura 3, en la medida que el PIB real per cápita aumenta, la tasa de desempleo disminuye.

Tabla 7.

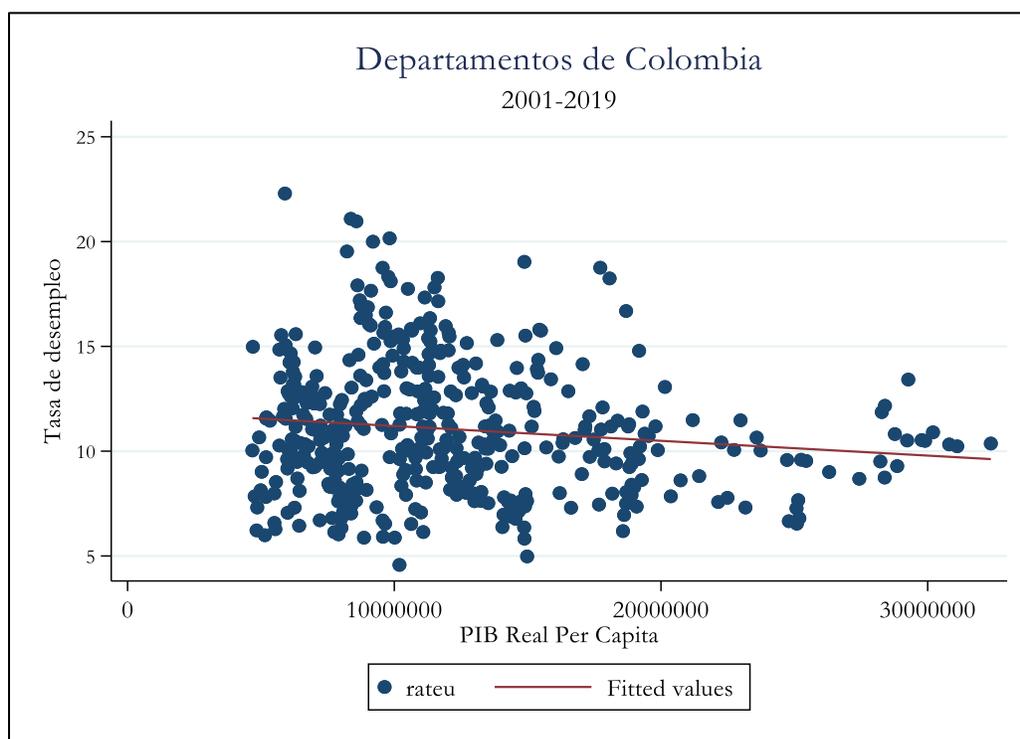
Estadísticos descriptivos.

Estadístico	PIB real per cápita	Tasa de desempleo
Media	12.069.680	11.05
Mediana	10.989.545	10.56
Mínimo	4.679.759	4.57
Máximo	32.369.816	22.29
Desviación Estándar	5.580.070	3.11

Fuente: cálculos propios a partir datos del DANE.

Figura 3.

Relación empírica entre tasa de desempleo y PIB real per cápita – departamentos de Colombia 2001-2019.

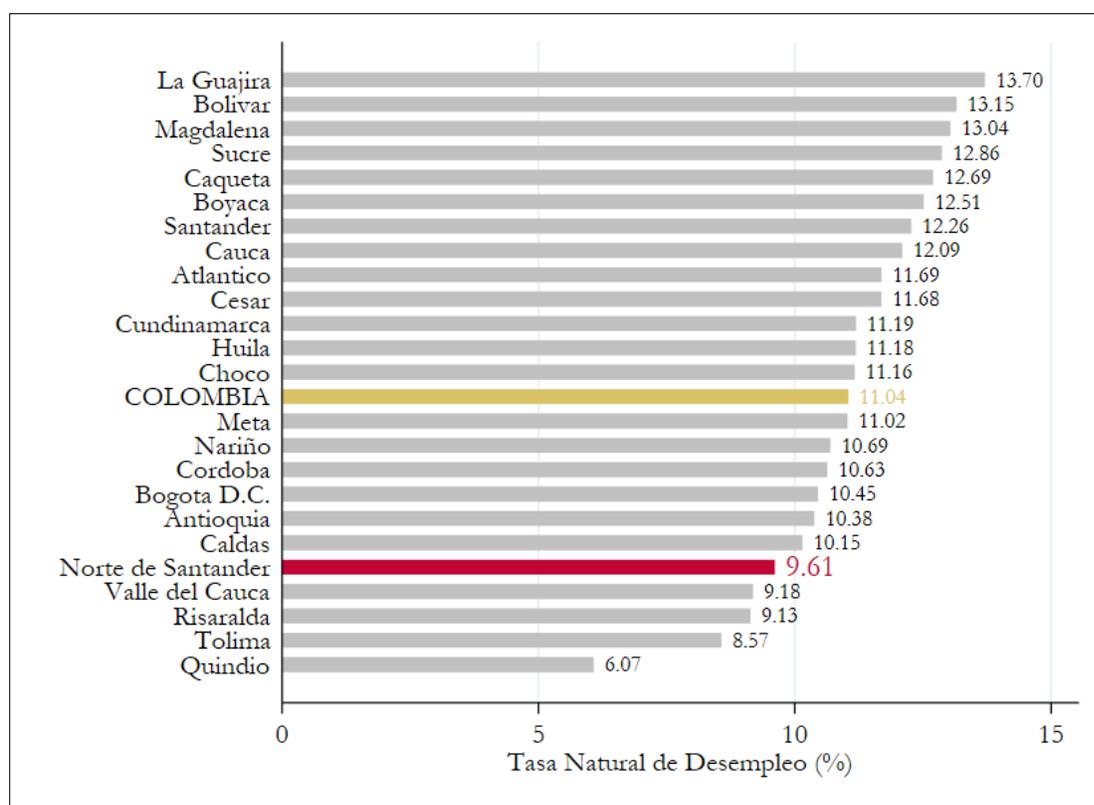


Fuente: elaboración propia a partir de datos del DANE.

Por último, se presentan los resultados por departamentos de la tasa natural de desempleo. Como se puede observar en la Figura 4, La Guajira reporta la mayor tasa, y Quindío, Tolima y Risaralda computan el mejor comportamiento del país. En ese estado de cosas, Norte de Santander ocupa la quinta posición, de abajo hacia arriba, como uno de los departamentos con la menor tasa de desempleo natural en el periodo de estudio, presentado así, un resultado particular, pues en los más recientes reportes del DANE, donde, para ilustrar, Cúcuta y su área metropolitana ocupan el tercer puesto de mayor informalidad (66,5%); y, análogamente, el departamento se ubica en el octavo lugar con mayor incidencia de pobreza monetaria con 52,5%, por lo que sorprenden estos hallazgos.

Figura 4.

Tasa Natural de Desempleo – Departamentos de Colombia 2001-2019.



Fuente: elaboración propia a partir de la estimación econométrica.

7. Conclusiones

El presente estudio demuestra la existencia de correlación negativa entre la tasa de desempleo y el PIB real per cápita en los departamentos de Colombia. Como se pudo observar, si la brecha entre PIB real potencial y PIB real observado diverge un 1%, esto se traduce, en promedio, en un incremento del 0,055% de la tasa de desempleo, e inversamente, si la tasa de desempleo aumenta 1%, la economía pierde un 18,18% de producción cuando el PIB real se encuentra por debajo del potencial. De igual forma, se demuestra la importancia de la especificación de datos de panel, pues permite identificar, a diferencia de otros modelos econométricos, las diferencias estructurales entre entidades, como quedó demostrado con el test de Breusch-Pagan, cuyo p-valor fue estadísticamente significativo ($0,000 < 0,05$), rechazando la hipótesis nula de homogeneidad entre departamentos, dicho en otros términos, evidenciando la precisión de un modelo de efectos aleatorios.

En ese orden de ideas, la perspectiva empírica de la ley de Okun ofrece una comprensión clara del fenómeno estudiado, las repercusiones a nivel macroeconómico y la importancia que tiene sobre el nivel de riqueza de un país, la efectiva inserción de la población en la estructura de producción. De otra parte, es importante resaltar los efectos negativos de llevar el nivel de producción por encima del óptimo potencial de largo plazo o, en su defecto, producir por debajo de las capacidades óptimas (potenciales). De hecho, en el caso de Colombia, al presentar altas tasas de desempleo e informalidad, se distorsiona el aparato productivo, y el panorama empeora si se tiene en cuenta la economía sumergida.

Dicho lo anterior, una estrategia viable en el mediano y largo plazo, sería la inversión en capital humano; complementariamente, es preciso dirigir metas hacia la innovación tecnológica, y todo lo planteado es posible, tal cual lo expone Sala-i-Martin (2019) “el sistema educativo debe poner el énfasis en los niveles donde están todos los niños” (p. 142), en otras palabras, en los niveles de primaria y bachillerato. Pues, el autor menciona, adicionalmente, que los niños y niñas, ya desde pequeños, deberían ser creativos y generar ideas. Ante lo cual, “no se pueden separar economía y política” (Stiglitz, 2020, p. 14), se debe trabajar conjuntamente desde las instituciones económicas y políticas con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los colombianos, orientando esfuerzos en combatir las diversas brechas estructurales en el mercado laboral, y proporcionando herramientas de protección intelectual más efectivas que generen incentivos en las personas y, a

su vez, eliminando trámites burocráticos innecesarios en la creación de empresas, que si bien el gobierno nacional a través de la Ley 1429 de 2010 y demás normativa⁹ tiene la iniciativa de mejora en términos de informalidad reduciendo costes de formalización (Ley 1429, 2010, Artículo 1), el objetivo en este rubro ha decrecido paulatinamente, pues para el trimestre móvil de julio-septiembre de 2012, la tasa de informalidad de las 13 principales áreas metropolitanas fue de 51,5% (DANE, 2012), y para este mismo periodo, pero en 2022, fue de 44% (DANE, 2022c), por lo que para futuros estudios podrían realizarse análisis de los determinantes de esta lenta reducción.

⁹ Véase Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT, s.f.).

Referencias

- Acemoğlu, D., & Robinson, J. A. (2012). *Por qué fracasan los países: los orígenes del poder, la prosperidad y la pobreza*. Editorial Planeta Colombiana S.A.
- Arias Odón, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica* (6.a ed). Editorial Episteme, C.A.
- Ary, D., Jacobs, L. C., Sorensen, C., & Razavieh, A. (2010). *Introduction to research in education* (8th ed). Wadsworth.
- Bonet, J. A., & Meisel, A. (2006). El legado colonial como determinante del ingreso per cápita departamental en Colombia. Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/dtseru.75>
- Castellanos-Buitrago, K. (2018). *Una Revisión del Comportamiento de la Tasa de Desempleo en Colombia para el periodo 1990-2017: Y la Ley de Okun* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia]. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22390/1/Trabajo%20de%20Grado_Ley%20de%20Okun.pdf
- Castro Castaño, V., & López Buritica, L. K. (2019). *La ley de Okun para los departamentos de Colombia: 2008-2016* [Tesis de Pregrado, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca]. <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/163/B.%20Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dajcman, S. (2018). A Regional Panel Approach to Testing the Validity of Okun's Law: The Case of Slovenia. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 52(3/2018), 39-54. <https://doi.org/10.24818/18423264/52.3.18.03>
- Del Canto, E., & Silva, A. (2013). Metodología Cuantitativa: Abordaje Desde la Complementariedad en Ciencias Sociales. *Revista de Ciencias Sociales*, 0(141). <https://doi.org/10.15517/rcs.v0i141.12479>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2012). *Boletín de prensa medición del empleo informal y seguridad social Trimestre julio – septiembre de 2012*. [Archivo PDF]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_informalidad/bol_ech_informalidad_jul_sep2012.pdf

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2022a). *Medición de empleo informal y seguridad social Trimestre enero - marzo 2022*. [Archivo PDF]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_informalidad/bol_geih_informalidad_ene22_mar22.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2022b). *Principales indicadores del mercado laboral marzo de 2022*. [Archivo PDF]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_mar_22.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2022c). *Boletín técnico ocupación informal Trimestre julio - septiembre 2022*. [Archivo PDF]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_informalidad/bol_geih_informalidad_jul22_sep22.pdf
- Departamento Nacional de Planeación DNP (2021). *Mercado laboral en la crisis del COVID-19*. [Archivo PDF]. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Notas_politica_publica_EMP_LEO_09_04_21_v4.pdf
- Fernández, C. (2020). Informalidad empresarial en Colombia. *Coyuntura Económica: Investigación Económica y Social*, L, 133-168.
- Franco-Martín, A. (2017). *Evidencia de la Ley de Okun para Colombia, Chile y Argentina: 1980 – 2014* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14428/4/Franco%202017.%20Ley%20de%20Okun.%20Mayo%209%20%282%29.pdf>
- Gerencie.com (2022). *PIB*. <https://www.gerencie.com/pib.html#:~:text=El%20PIB%20per%20c%C3%A1pita%20se,las%20familias%20de%20cada%20pa%C3%ADs>.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (Quinta edición). McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw Hill Interamericana.
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), 1. <https://doi.org/10.2307/2953682>

- Kalmanovitz, S. (2019). *Nueva historia económica de Colombia* (2.a ed.). Penguin Random House Grupo Editorial SAS.
- Leal Acosta, A. C. (2019). *La ironía de la riqueza*. <https://www.portafolio.co/revista-portafolio/la-ironia-de-la-riqueza-536492>
- Ley 1429 de 2010. Por la cual se expide la ley de formalización y generación de empleo. 29 de diciembre de 2010. D.O. No. 47.937.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo MINCIT (s.f.). *Formalización empresarial*. [https://www.mincit.gov.co/minindustria/estrategia-transversal/formalizacion-empresarial#:~:text=Ventanilla%20C3%9Anica%20Empresarial.&text=reduciendo%20a%205%20el%20n%C3%BAmero,\(hoy%20toma%2011%20d%C3%ADas\)](https://www.mincit.gov.co/minindustria/estrategia-transversal/formalizacion-empresarial#:~:text=Ventanilla%20C3%9Anica%20Empresarial.&text=reduciendo%20a%205%20el%20n%C3%BAmero,(hoy%20toma%2011%20d%C3%ADas)).
- Montero Granados, R. M. (2011). *Efectos fijos o aleatorios: Test de especificación*. [Archivo PDF]. <https://www.ugr.es/~montero/matematicas/especificacion.pdf>
- Okun, A. (1962). *Potential GNP: its Measurement and Significance* [Archivo PDF]. <https://mileskorak.files.wordpress.com/2016/01/okun-potential-gnp-its-measurement-and-significance-p0190.pdf>
- Pajón Scocco, J. I. (2018). *Evaluación de la competencia del sistema bancario argentino periodo 2006-2016 mediante un modelo de Panzar-Rosse*. [Archivo PDF]. https://www.eco.unc.edu.ar/files/iestadistica/Presentacin_Peretto_18.pdf
- Posa Cardiel, B. (2020). *Estimación de la Ley de Okun para Australia, Canadá y Estados Unidos* [Tesis de Pregrado, Universidad de Zaragoza]. <https://zagan.unizar.es/record/101085/files/TAZ-TFG-2020-2854.pdf>
- Ravn, M. O., & Uhlig, H. (2002). On Adjusting the Hodrick-Prescott Filter for the Frequency of Observations. *Review of Economics and Statistics*, 84(2), 371-376. <https://doi.org/10.1162/003465302317411604>
- Rodríguez, P., & Peredo, F. de J. (2007). Estimación de la Ley de Okun para la economía mexicana. *Análisis Económico*, XXII (51), 59-79.
- Rojas Manzo, S. M. (2019). Estimación de la ley de Okun para la economía mexicana desde un enfoque panel, 2005 – 2016. *El Semestre de las Especializaciones*, 1(1), 69-93.
- Sala-i-Martin, X. (2019). *Economía en colores*. Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U.

Santos Zúñiga, H., Amarillas Urbina, V. A., & Aguilera Fernández, A. (2020). *Crecimiento económico y desempleo en México: una aplicación de la Ley de Okun*. [Archivo PDF]. <http://ru.iiec.unam.mx/5219/1/3-141-Santos-Amarillas-Aguilera.pdf>

Stiglitz, J. (2020). *Capitalismo Progresista: La Respuesta a la Era del Malestar*. Penguin Random House.