

Efectos macroeconómicos del capital público en el crecimiento económico

*José Luis Hernández Mota**

Resumen

En el presente trabajo se analizan los efectos macroeconómicos del gasto público sobre el comportamiento de las empresas y de la demanda de los factores de producción en una economía a efecto de determinar si la infraestructura pública es un insumo más (junto al trabajo y *stock* de capital privado) en la determinación del grado de utilización de la capacidad productiva o en la existencia de efectos a escala en la economía, elaborando un modelo donde se considera al capital público en la toma de decisiones de las empresas de una economía, así como su grado de complementariedad y/o sustituibilidad con el capital privado.

Palabras clave: crecimiento económico, capital público, infraestructura pública, gasto público productivo, complementariedad.

Abstract

This paper assesses the macroeconomic effects of public expenditure on the behavior of the firms and the demand of the factors of production in an economy to determine if the public infrastructure is an input more (next to the labor and stock of private capital) in the determination of the degree of use of the productive capacity or in the existence of effects on scale in the economy. In this sense, it is considered to elaborate a model where it is introduced to the governmental capital in the decision making of the firms of an economy like its degree of complementariness with the private capital.

Key words: economic growth, public capital, public infrastructure composition, public productive expenditure, complementariness.

Artículo recibido el 18-11-09

Artículo aceptado el 02-07-10

* Profesor de tiempo parcial del Departamento de Producción Económica de la UAM-Xochimilco. Correo electrónico: jlhernandm@prodigy.net.mx. Se agradecen los comentarios y observaciones de los dictaminadores.

Después de la publicación del trabajo de Robert Solow, *A contribution to the theory of economic growth*, publicado en 1956,¹ relativo a dilucidar las causas que generan el crecimiento económico, se generó una vasta literatura, tanto teórica como empírica, que tomó como referencia dicho trabajo, aportando evidencias de que existe una relación positiva entre la inversión privada y el crecimiento económico que se genera de manera exógena por la acción de la inversión privada en capital físico, y que provoca un cambio tecnológico sobre la actividad económica.²

En este consenso, desde la década de 1980 diversos economistas³ desarrollaron una activa área de investigación, denominada teoría del crecimiento endógeno, desde donde se postula que el progreso tecnológico es resultado del incremento del capital humano que, conjugado con un *stock* de capital relativamente grande y un ambiente favorable para la acumulación de capital físico y humano (o inversión productiva), se provocan rendimientos crecientes que generan un estímulo a la actividad productiva y al mismo tiempo un incremento del ingreso y, por lo tanto, de la demanda, con lo que se tiene un mayor crecimiento económico. Esta nueva visión teórica acerca de dicho crecimiento, provocó el resurgimiento de la controversia⁴ acerca de los factores que determinan que la tasa de crecimiento de un país crezca en el largo plazo.

¹ *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, Harvard University and MIT Press, 1956, febrero, pp. 65-94.

² Este corpus de la teoría del crecimiento económico es conocido como “análisis de crecimiento neoclásico”, el cual se caracteriza por generar crecimiento de manera exógena. Sin embargo, es importante destacar que la relación entre la inversión privada y el crecimiento económico ya existe en la obra de John Maynard Keynes, *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, FCE; publicada originalmente en 1936, donde se describe el mecanismo por el cual la inversión incide en el nivel de empleo y éste en el nivel de ingreso. La diferencia es que en Keynes las decisiones de los empresarios se toman en un marco de incertidumbre respecto de la expectativa del nivel de demanda efectiva, mientras los modelos de crecimiento neoclásico consideran un marco de previsión perfecta.

³ Entre los cuales destacan los trabajos de Paul Romer, “Increasing Returns and Long-Run Growth”, *Journal of Political Economy*, vol. 94, University of Chicago, 1986, octubre, pp. 1002-37; y Robert Lucas, “On the Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, Elsevier BV, 1988, julio, pp. 3-42.

⁴ Al respecto, véase Bennett T. McCallum, “Neoclassical vs. Endogenous Growth Analysis: An Overview”, *Economic Quarterly*, Federal Reserve Bank of Richmond, vol. 84, núm. 4, 1996, otoño, pp. 41-71.

Sin embargo, simultáneamente, con la publicación de los trabajos seminales de David A. Aschauer (1989), en lo empírico, y Robert J. Barro (1990), en lo teórico,⁵ diversos economistas han realizado un importante esfuerzo para, primero, dilucidar si el gasto público es productivo o no;⁶ y, segundo, abordar la influencia del gasto público en las decisiones de consumo e inversión de los agentes en modelos que permiten la posibilidad de un crecimiento persistente por medio de su influencia en el crecimiento de la productividad de las empresas y en el bienestar de los individuos, tomando en cuenta que existe un consenso en el hecho de que la política fiscal influye de manera decisiva en la determinación de la realidad económica, puesto que afecta directamente a la utilización de los recursos y sobre el nivel de demanda agregada de una economía, además de que influye también sobre la balanza de pagos, el nivel de la deuda, las tasas de interés, la inflación y el crecimiento económico.

Ahora bien, en el plano de la política de crecimiento, el consenso postula que la convergencia hacia el crecimiento económico es un juego de oferta y demanda basado en la interacción y combinación eficiente de distintas variables y diferentes agentes dentro de un mercado. Esta convergencia, para que genere un crecimiento autosostenido, precisa de variables determinantes como inversión en capital físico y humano, un régimen de incentivos, recursos financieros, información oportuna y ordenamiento institucional. Pero, en los últimos años, inspirados en los modelos de crecimiento endógeno y, particularmente desde la publicación en 1989 del citado trabajo de Aschauer, donde se muestra que el gasto público en infraestructura tiene una alta correlación con el crecimiento de la productividad y, por tanto, con la explicación del crecimiento económico de los últimos años, distintos autores⁷ han seguido analizando, tanto teórica como

⁵ David A. Aschauer, "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics*, vol. 23, 1989, pp. 177-200; y Robert J. Barro, "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 98, University of Chicago, 1990, pp. S103-S125.

⁶ El gasto público será productivo si incrementa la rentabilidad de la inversión en general, promoviendo la inversión privada y el crecimiento económico sin que el sector público compita con el privado por recursos y el gasto público pueda desplazar al privado, incluidas las inversiones. Así, el gasto público improductivo será aquel que actúe en sentido contrario a lo estipulado.

⁷ Entre los que podemos citar por fecha de publicación a Sergio Rebelo, "Long-run Policy Analysis and Long-run Growth", *Journal of Political Economy*, vol. 99, 1991, pp. 500-521; Robert J. Barro y Xavier Sala-i-Martin, "Public Finance in Models of Economic Growth", *Review of Economic Studies*, vol. 59, 1995, pp. 654-661; Stephen J. Turnovsky y Walter H. Fisher, "The Composition of Government Expenditure and its Consequences for Macroeconomic Performance", *Journal of Economics Dynamics and Control*, vol. 19, 1995, pp. 747-786; G. Otto y G. Voss, "Is Public Capital Provision Efficient", *Journal of Monetary Economics*, vol. 42, 1998, pp. 47-66; y P. Demetriades y T. Mamuneas, "Intertemporal Output and Employment Effects of Public Infrastructure Capital: Evidence from 12 OECD Economies", *Economic Journal*, vol. 110, Wiley-Blackwell, 2000, pp. 687-712.

empíricamente, el impacto de la política fiscal sobre el crecimiento económico, reconociéndose que existen externalidades que generan convergencias hacia un mayor crecimiento económico a largo plazo, aunque los efectos a escala no son sostenibles, pues la evidencia ha mostrado una reducción de los niveles de producción per cápita y aumento en la diferenciación de salarios; por consiguiente, una de las conclusiones que se derivan a partir del marco teórico de los estudios citados es que existe un conflicto entre la producción per cápita y la desigualdad funcional, siempre que el gobierno decide financiar cualquier tipo de mejora de la capacidad productiva.

En consecuencia, tomando en cuenta la endogeneidad del gobierno en el proceso de crecimiento económico, el propósito del presente trabajo es presentar un análisis, en primer lugar, sobre si el producto generado por un gasto público productivo que deviene en infraestructura pública y social puede ser considerado como un insumo más, junto al trabajo y el *stock* de capital privado, teniendo así un *stock* de capital público y, en segundo lugar, tratar de cuantificar sus efectos sobre el sector productivo de la economía. Esto es debido a que, como se ha observado en los últimos años, la tendencia seguida por los países en desarrollo ha sido la de poner en práctica reformas fiscales, con lo cual los gobiernos se enfrentan a elecciones difíciles en cuanto a la composición del gasto público que deban realizar. Tales elecciones incluyen cambios posibles en el gasto del gobierno destinado a seguridad, salud, educación, subsidios a las empresas e infraestructura pública en cuanto al gasto corriente. Asimismo, está también latente la decisión entre destinar recursos a la formación de capital público y/o a la prestación de bienes y servicios. Obviamente la elección adecuada dependerá de las implicaciones que cada uno de estos tipos de gastos tienen sobre la productividad, el crecimiento y el bienestar de los agentes.

Así, desarrollando un modelo simple de gasto público y crecimiento basado en el enfoque de minimización de costos, resulta que para incrementar la eficiencia productiva de una economía con carencia de infraestructura económica y social, puede y debe destinarse un mayor gasto público en estos rubros que forme capital público y que permita a los productores utilizar a éste como parte de su tecnología y les genere una externalidad positiva fortaleciendo, además, la capacidad productiva total de la economía; por lo cual, la planeación del gasto público debe estar plenamente consensuada conforme las necesidades sin que provoque distorsiones o, en su caso, un problema de congestión en la utilización del capital público.

CONCEPTUALIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

Antes de considerar el concepto de infraestructura pública, es importante señalar que el gasto público representa el costo de las actividades del sector público que comprenden la producción y el suministro de bienes y servicios y las transferencias de ingresos y, por lo tanto, que el sector público proporciona dos tipos de bienes y servicios: los que pueden ser consumidos o usados directamente por la población en forma individual o colectiva (como el transporte público y los parques nacionales), y los que mejoran la productividad de los factores de producción (puertos industriales). Los gastos de infraestructura, como las carreteras, son una combinación de ambos. Otros gastos públicos son transferencias a los hogares y empresas (subsidios, principalmente).

Ahora bien, dado que el gasto en bienes y servicios incluye los costos administrativos e indirectos de funcionamiento del gobierno, entonces este tipo de gastos puede afectar la prestación eficiente de los servicios públicos, razón por la que la productividad en el sector público puede ser medida por los programas de empleo público, donde la remuneración de los empleados es la principal influencia sobre la eficiencia del gasto público.

En cambio, la inversión pública o gasto de capital debe complementar y respaldar las actividades determinadas por el mercado, en lugar de competir con ellas. Es decir, el sector público puede estar en cualquier sector que se considere estratégico, siempre y cuando la inversión pública se dirija hacia aquellos sectores poblacionales que más lo necesitan y por mejorar la eficiencia de esa inversión.

En este sentido, resalta la importancia de la distinción entre el gasto público productivo y el gasto público improductivo. Para hacerla tenemos que considerar las categorías de nivel, eficiencia y combinación del gasto público. El nivel se refiere al monto del gasto público, mientras que la eficiencia tiene que ver con que el suministro de bienes y servicios alcance los objetivos determinados minimizando tanto los costos financieros y administrativos como las externalidades negativas que pueda provocar el gasto público y su financiamiento al sector privado; por su parte, la combinación o composición del gasto público está referida a la combinación adecuada de productos del sector público. En consecuencia, el problema del nivel es una cuestión macroeconómica y las otras dos son estructurales. En este sentido, el gasto público afecta tanto a la oferta como a la demanda agregada; y será productivo si incrementa la rentabilidad de la inversión en general, promoviendo la inversión privada y el crecimiento económico sin que el sector público compita con el privado por recursos y el gasto público pueda desplazar al privado, incluidas las inversiones. Por consiguiente, el gasto público improductivo será aquel que actúe en sentido contrario a lo estipulado.

En consecuencia, uno de los problemas teóricos resultantes de la literatura sobre el impacto del gasto público en las economías, aparece con la clasificación de los agregados en infraestructura. Así, es común considerar al capital público como un conglomerado de infraestructuras, es decir, se le considera de manera agregada. Por ejemplo, Robert J. Barro, en su artículo publicado en 1990, considera al capital público como el agregado total del gasto público productivo ejercido por el gobierno en la economía o inversión pública que genera infraestructura física, también conocida como infraestructura económica. Sin embargo, no se considera lo que Hansen, en su artículo “Unbalanced growth and regional development” (1965),⁸ clasificó como infraestructuras sociales. Según esta clasificación, las infraestructuras económicas son aquellas que apoyan directamente a las actividades productivas⁹ y agrupan a las infraestructuras de transporte, las destinadas a la prestación de servicios públicos de abastecimiento de agua, electricidad e hidrocarburos, las destinadas a la prestación de servicios de telecomunicaciones y las relacionadas con la gestión del suelo, entre otras. Respecto de las infraestructuras sociales, éstas están integradas fundamentalmente por las educativas y sanitarias, los centros asistenciales y culturales, las infraestructuras de medio ambiente y una serie de instalaciones como estaciones de policía, bomberos o ayuntamientos. Así, tenemos que básicamente el gasto público productivo lo podemos clasificar en infraestructura económica (producto de la inversión pública) que forma capital público físico, el cual es complementario al capital físico privado, e infraestructura social (producto de la inversión social del gobierno) que provee y mejora capital humano a la economía.¹⁰

Dada la anterior clasificación de infraestructuras, se puede entonces descomponer el gasto productivo en dos vertientes principales: gastos en infraestructura social, los cuales afectan directamente al proceso de acumulación de capital, en tanto que permite mejorar la productividad del factor trabajo a partir del mejoramiento de las condiciones de vida generales proporcionado por el gasto público; y gastos en infraestructura física que afectan la productividad

⁸ *Western Economic Journal*, vol. 4, 1965.

⁹ Dicho apoyo debe entenderse como complemento de la inversión privada y no sustitución de ésta por la inversión pública, eliminándose así cualquier efecto desplazamiento sobre la inversión privada e incrementando el *stock* total de capital físico de la economía que puede ser utilizado en labores productivas por los agentes económicos.

¹⁰ José Luis Hernández Mota, “La composición del gasto público y el crecimiento económico”, *Análisis Económico*, vol. XXIV, núm. 55, 2009, primer cuatrimestre, pp. 85 y ss. Se hace una distinción en la forma en que el gasto público puede clasificarse en gasto público productivo e improductivo y sus efectos en la formación de capital físico y humano, en relación con el tamaño óptimo del gobierno.

de las empresas en tanto que agrega capital al *stock* total de la economía, de manera tal que éstas puedan utilizarlo en sus procesos productivos de forma continua a lo largo de su ciclo de vida. Por tanto, la infraestructura económica y social generada por el gasto público productivo permite que éste sea un flujo acumulable, mismo que no se termina en el primer instante de su consumo, por lo que se forma así el capital público que representa un acervo, producto de la acumulación a lo largo del tiempo de los flujos del gasto público productivo.¹¹

Asimismo, la clasificación de infraestructuras permite tener medidas más concretas del capital público conforme a la clasificación funcional y operativa del gasto público utilizado en las bases de datos correspondientes puesto que, conforme la evidencia empírica, el tipo (o definición) de capital público utilizado para realizar estimaciones, es un factor que condiciona los resultados obtenidos, pues no es la misma magnitud utilizar el concepto de capital público total (que incluye tanto la infraestructura económica como la social) que sólo utilizar el gasto productivo directo (infraestructura económica). Además, también hay que distinguir entre el capital público provisto únicamente por el gobierno central, por el conjunto de las administraciones públicas o el que tiene un carácter de infraestructura pública aunque no sea provisto por las administraciones públicas.¹²

La descomposición del capital público permite también que, a la hora de plantear alternativas de gasto público, se tenga una base más sólida para plantear los efectos que puede tener dicho gasto sobre la economía y así formular políticas de gasto público óptimas destinadas a estimular el crecimiento de una economía.

¹¹ Sin embargo, es importante destacar que el proceso descrito es posible cuando la infraestructura generada por el gasto público es no-exclusiva y, en grado variado, no-rival respecto del capital privado, condiciones que permiten la acumulación de infraestructura pública y, por tanto, la formación del capital público de la economía, debido también a que dicha generación de infraestructura no se termina en el primer instante de su consumo, sino que sólo conlleva a una depreciación de la misma, producto de su utilización a lo largo del tiempo.

¹² Por ejemplo, el capital público de titularidad privada –correspondiente a carreteras, infraestructuras hidráulicas, puertos, aeropuertos, etcétera–, no provisto por el sector público –como son las autopistas, aeropuertos y puertos concesionados, instalaciones eléctricas y de hidrocarburos, etcétera.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

El enfoque de las funciones de producción

El enfoque más comúnmente utilizado para abordar el análisis de los efectos del capital público sobre el crecimiento económico (o más concretamente sobre el producto y/o la productividad) dentro de la literatura económica, ha consistido en el desarrollo de modelos basados en que en el comportamiento del sector privado se actúa como un agente representativo asumiendo que el gasto público es un bien compuesto, mismo que o interactúa con el bien de consumo privado en la función de utilidad del agente o bien actúa como apoyo a la capacidad productiva de la economía por medio de su incorporación en la función producción. En este último caso, los gastos son en construcción de carreteras, aeropuertos, puertos industriales, gastos en educación, salud, capacitación y gastos similares, mientras que, por otro lado, pueden clasificarse como gastos de inversión pública en infraestructura o gastos públicos productivos. Sin embargo, también es importante mencionar que dicho enfoque utiliza supuestos restrictivos (imposición de tecnologías del tipo Cobb-Douglas, imposición del grado de rendimientos constantes, etcétera); no obstante, ha protagonizado en buena medida el debate sobre la clarificación y cuantificación de los efectos macroeconómicos del gasto público.¹³

Los resultados obtenidos por Aschauer (1989),¹⁴ acerca de la elevada elasticidad del producto respecto del capital público en Estados Unidos en el periodo 1945-1985, y acerca del hecho de que el declive del crecimiento de la productividad desde 1970 es atribuible a la disminución del crecimiento del capital público en el mismo periodo, despertaron el interés por esta literatura, pues con este resultado se mostró la relación entre la productividad y el *stock* de acumulación de capital y el flujo del gasto público en bienes y servicios.¹⁵ Asimismo, su estudio es un parteaguas en cuanto a la discusión del papel gubernamental, pues de la concepción tradicional de que los gastos públicos provocan alzas de la tasa de interés real y efectos *crowding-out* en la inversión

¹³ Al respecto, véanse David A. Aschauer, "Is Public Expenditure Productive?", *op. cit.*; Robert J. Barro, "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *op. cit.*; y Sergio Rebelo, "Long-run Policy Analysis and Long-run Growth", *op. cit.*

¹⁴ David A. Aschauer, "Is Public Expenditure Productive?", *op. cit.*

¹⁵ Sobre todo cuando dicho gasto público se destina a la generación de bienes y servicios de alta tecnología no provistos por el sector privado, al menos en su etapa de gestación, y que posteriormente se transfieren a las empresas para su producción y comercialización. Un ejemplo de ello son los desarrollos tecnológicos logrados por las agencias espaciales y militares de los países desarrollados como los microprocesadores, internet, aeronáutica, entre otros.

privada se pueden concebir también efectos positivos como el incremento de la riqueza y el estímulo a la demanda de consumo de los agentes por medio de la mejora de la productividad de la economía. Es decir, se presenta un análisis diferente acerca del impacto de las decisiones fiscales sobre el sector privado, sobre todo en el marco de que las políticas financieras del gobierno son neutrales en tanto que no provocan distorsiones en los precios y, por lo tanto, son irrelevantes para los resultados del sector privado. Asimismo, este nuevo tipo de análisis permite enfatizar el hecho de que las decisiones del sector público pueden ser hechas recurriendo tanto a variables reales tales como las tasas impositivas que cambian los incentivos privados a consumir, invertir y producir, como a cambios en los patrones de bienes y servicios ofrecidos a lo largo del tiempo.

Por otro lado, el análisis llevado a cabo por Aschauer ha permitido la distinción entre cambios transitorios y permanentes del gasto público en bienes y servicios para explicar los movimientos en la tasa de interés, el producto y la balanza comercial. Por ejemplo, un *shock* del gasto público transitorio en la economía ocurre cuando éste provoca un exceso de demanda que presiona al alza de la tasa de interés, pero que puede generar un incremento de la producción, mismo que si no responde resulta en un déficit comercial. Mientras un *shock* permanente puede reducir el producto.

Otro de los puntos principales que se rescatan del trabajo de Aschauer tiene que ver con lo referente a la clasificación de los impactos del gasto público en la economía, es decir, con el análisis de la composición de éste. Específicamente, mientras la inversión pública puede inducir a un incremento de la tasa de beneficios privada y, por tanto, al estímulo de la inversión privada, el consumo público tiene una pequeña influencia sobre la producción. La causa: el impacto en la productividad. Así, de acuerdo con los resultados de Aschauer, éstos permitieron dar una explicación sencilla y económicamente verosímil de porqué se estaba produciendo una caída considerable de las tasas de crecimiento en muchos países desarrollados, respecto de las prevalecientes una década antes. Por tanto, si la caída en la productividad tenía su origen en el descenso del ritmo de la inversión pública en infraestructuras, como se deducía de su trabajo, la receta de política económica para restituir las tasas de crecimiento de la productividad a los niveles anteriores era evidente: incrementar el ritmo de dotación de infraestructuras a los niveles de años precedentes.

Tomando como base las implicaciones señaladas por Aschauer, Barro (1990) y Rebelo (1991)¹⁶ iniciaron la utilización del marco de optimización intertemporal

¹⁶ Robert J. Barro, "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", *op. cit.*; Sergio Rebelo, "Long-run Policy Analysis and Long-run Growth", *op. cit.*

de clarificación de mercado en conjunto con los avances en la modelización del crecimiento endógeno, para analizar los efectos reales del gasto de gobierno separándolos de los efectos adicionales que pueda provocar la manera de financiar dicho gasto. En ese sentido, Barro enfatiza la distinción entre bienes y servicios públicos que entran en la función de utilidad de los agentes, y aquellos que complementan la producción del sector privado. Sin embargo, su análisis toma principalmente la segunda línea. En consecuencia, el consumo de gobierno tendrá efectos negativos sobre el crecimiento si no complementa la producción privada. Esto tiene su explicación en el hecho de que el modelo de Barro, al suponer un balance equilibrado del presupuesto público, presupone la validez del Teorema de Equivalencia Ricardiana,¹⁷ mismo que postula que cualquier incremento en el gasto público tiene que ser compensado por un alza de los impuestos, presentes o futuros, con lo cual se reducen tanto los rendimientos como los incentivos a invertir por parte de los agentes, y este efecto se verá maximizado si el gasto público no se destina a complementar la producción privada provocando, en cambio, un efecto *crowding-out*.

Sin embargo, en el mismo razonamiento de Barro, si el gasto público se destina a la provisión de bienes y servicios complementarios a la producción privada y que ayuden a la reducción de sus costos, entonces podría haber efectos positivos sobre el crecimiento, sobre todo en países en desarrollo. Es decir, el modelo de Barro es un modelo donde el gasto público es un insumo productivo que se incluye en la función producción. Al proponer lo anterior, Barro supone que todo el gasto público es productivo en este sentido, mientras que si el gasto público no se destina como un complemento a la producción, entonces éste será improductivo. Sus resultados empíricos, similares a los de Aschauer, muestran que hay una correlación negativa entre el crecimiento del producto y el consumo público y, en cambio, encuentra una correlación positiva entre la inversión pública y el crecimiento del producto, pero destacando el hecho de que o es la inversión en infraestructura la que apoya al sector privado, o bien el gasto en mejora de capacitación de la población o ambos, de manera tal que se provoca el incremento del producto marginal del capital a partir de la mejora de las productividades marginales de los factores productivos.

Ahora bien, dentro del marco neoclásico de la actividad macroeconómica el trabajo a destacar es el desarrollado por M. Baxter y R. G. King, "Fiscal Policy in General Equilibrium",¹⁸ donde se analizan los efectos de la composición del gasto del gobierno sobre el crecimiento y bienestar. De su análisis se deriva

¹⁷ Teorema reconocido ampliamente a partir de la publicación de un artículo del mismo autor en 1974: Robert J. Barro, "Are Government Bonds Wealth Net?", *Journal of Political Economy*, vol. 82, 1974, pp. 1095-1117.

¹⁸ *American Economic Review*, vol. 83, American Economic Association, 1993, pp. 315-34.

que cambios permanentes en las compras gubernamentales tienen importantes efectos sobre la actividad macroeconómica cuando éstas son financiadas por impuestos *lump-sum*. Sin embargo, los efectos son cambios temporales. Esto se debe a que la decisión de financiar es cuantitativamente más importante que los cambios en las compras gubernamentales, pues sólo la inversión pública tiene efectos sobre el producto y la inversión privada.

En cambio, en el artículo “The composition of government expenditure and its consequences for macroeconomic performance” (1995), Turnovsky y Fisher¹⁹ diferencian los gastos del gobierno que mejoran la utilidad de los consumidores de aquellos que afectan directamente la operación de las firmas. Sin embargo, se abstraen acerca de la acumulación del capital humano, la incertidumbre de los agentes y de los tipos de impuestos usados para financiar los gastos públicos. Esta distinción les permite concluir que cuando el gasto público se destina en beneficio de los consumidores, lo que prevalecen son efectos riqueza, pues la actividad gubernamental afecta a los recursos disponibles del sector privado, además de generar una sustitución intertemporal en el esfuerzo laboral, lo cual impacta directamente en la actividad económica en sentido inverso. Mientras que cuando los gastos públicos se destinan a la creación de infraestructura de manera tal que se mejora la productividad marginal del capital, entonces los impactos son positivos sobre la actividad económica, pues se incide directamente en la capacidad productiva de la economía.

El enfoque dual o de funciones de costes de producción o de beneficios

Aun cuando este enfoque es alternativo para superar algunas de las limitaciones planteadas anteriormente por el de la función producción, en relación con los efectos del capital público sobre el producto o la productividad, su planteamiento formal ocurrió antes de la publicación del trabajo seminal de Aschauer en 1989.

W.E. Diewert, en su artículo “The Measurement of the Economic Benefits of Infrastructure Services”,²⁰ relaciona y cuantifica los beneficios económicos que obtiene el sector privado de la economía mediante el uso de las infraestructuras de servicios proporcionados por el sector público, a partir del uso de funciones de costos. En su estudio, introduce a la infraestructura de servicios como un

¹⁹ Stephen J. Turnovsky y Walter H. Fisher, “The Composition of Government Expenditure and its Consequences for Macroeconomic Performance”, *op. cit.*

²⁰ W.E. Diewert, “The Measurement of the Economic Benefits of Infrastructure Services”, *Lecture Notes in Economic and Mathematical Systems*, vol. 278, 1986, primavera, Verlag.

insumo provisto por el sector público utilizado por el sector privado dentro de su función de costos. Al minimizar la empresa su función de costos, a pesar de que se genera un incremento en la productividad de los factores, éste no es suficiente para hacer competitiva a la empresa en el mercado. En cambio, si en dicho proceso se obtiene una reducción directa de sus costos, entonces ello puede permitir mejorar la competitividad de la empresa; por lo que los resultados obtenidos por Diewart son más modestos para el efecto del gasto público convertido en infraestructura pública, que los conseguidos por Aschauer en su artículo de 1989 y por el resto de los trabajos desarrollados basados en el enfoque de la función producción. Por esta razón, la influencia de este tratamiento del capital público a partir de las infraestructuras, mediante la utilización de la teoría de la dualidad, no tuvo el mismo impacto en la literatura económica sobre el crecimiento económico que el realizado por el enfoque basado en la función producción reseñado en la sección anterior.

A pesar de lo anterior, en los últimos años se ha intensificado la utilización del enfoque dual, sobre todo para estudios empíricos, mostrando siempre evidencia del impacto positivo del gasto público productivo, transformado en capital público, sobre la productividad privada y su crecimiento, debido a que se le considera insumo productivo –que produce efectos externos positivos– provisto por el sector público y no pagado por las empresas, lo cual implica que la elasticidad coste del capital público es negativa. Sin embargo, dado el casi nulo costo de uso del capital público para el sector privado,²¹ Diewert encontró que las infraestructuras de servicios y los consumos intermedios de las empresas son sustitutivos, mientras que es complementario con el capital privado.

Siguiendo este enfoque dual y utilizando una función de costos traslogarítmica, Nadiri y Mamuneas²² obtienen una elasticidad de reducción de costos entre -0.11 y -0.21 para 12 industrias manufactureras de Estados Unidos, lo cual implica una alta eficiencia del capital público o precio sombra alto. Esto, obviamente, constituye un aliciente para el fomento del gasto público productivo, en tanto se demuestra escasez de infraestructura. Es decir, estos autores muestran a partir de la comparación entre los precios sombra de la infraestructura pública (o capital público) y su costo de uso, que los niveles óptimos de capital público todavía no se alcanzan, por lo que éste es productivo, aun cuando los resultados apuntan a un impacto menos optimista que el mayoritariamente obtenido a partir de funciones de producción. Ahora bien,

²¹ Sería nulo por completo si las empresas no pagaran impuestos.

²² I. Nadiri y T. Mamuneas, "The Effect of Public Infrastructure and R&D Capital on the Cost Structure and Performance of US Manufacturing Industries", *Review of Economics and Statistics*, vol. 76, núm 1, 1994, pp. 22-37.

dado que la elasticidad costo obtenida es negativa, del análisis se deriva que las industrias consideradas reducen sus costos, a corto y largo plazo, y éstos son efectivos si y sólo si las infraestructuras públicas son un factor gratuito para las empresas, o bien estén financiadas mediante impuestos *lump-sum*. Esto implica que si bien el capital público es un insumo, también es una variable exógena dentro de la función de costos.

En la otra vertiente del enfoque dual, la estimación de funciones de beneficio, los resultados mejoran, aunque la literatura al respecto es todavía escasa. Así, Demetriades y Mamuneas²³ encuentran en su estudio empírico para 12 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que el gasto público en infraestructura tiene un efecto positivo sobre el beneficio, la demanda de insumos privados y la oferta del producto. La elasticidad del producto total de las infraestructuras oscila entre el 0.355 del Reino Unido al 2.056 de Noruega, obteniéndose relaciones de complementariedad del capital privado y del factor trabajo con el capital público. Esto es posible debido a que cuando se trata con funciones de beneficios, los insumos productivos (entre ellos el capital público) y el producto son variables endógenas, en contraste con lo que ocurre cuando se trabaja directamente con funciones de costos o de producción. Los resultados obtenidos permiten abordar el problema de cuál es la provisión óptima de infraestructura pública, señalando que aun cuando se tienen efectos positivos, no se puede hablar de una necesidad universal de mayores dotaciones de infraestructuras, sino más bien, a partir de éstos evaluar la necesidad o suficiencia de éstas en función de que el capital público o infraestructura presenten precios sombra positivos –es decir, que reduzcan los costos de las empresas privadas y, por lo tanto, sean un insumo productivo más–, confrontando dichos beneficios para las empresas privadas con alguna medida del costo social del uso de las infraestructuras.

En resumen, los resultados arrojados por el enfoque dual encuentran que el capital privado y el público (o infraestructura pública) son factores de producción complementarios. Esto implica que incrementar la dotación de infraestructuras productivas por parte del sector público genera más tejido productivo (incrementando a su vez el capital privado) a largo plazo. Sin embargo, la relación entre infraestructura pública (o capital público) y el factor trabajo es más heterogéneo y no se puede hablar de un patrón claro. De hecho, para el caso del trabajo de Demetriades y Mamuneas, se encuentra que en algunos países ambos factores son complementarios y en otros son sustitutivos.

²³ P. Demetriades y T. Mamuneas, "Intertemporal Output and Employment Effects of Public Infrastructure Capital...", *op. cit.*

UN MODELO DE GASTO PÚBLICO Y CRECIMIENTO

En esta sección se presenta un modelo sencillo basado en el enfoque dual, que se tratará de utilizar en lo sucesivo como marco de referencia para analizar los efectos de la composición del gasto público productivo (o infraestructuras económicas) en el crecimiento económico. Dicho gasto público se tratará como un insumo externo, motivo por lo cual trataremos con funciones de costos privadas.

Generación de infraestructura por el gasto público

Asumiendo que los recursos distribuidos por el gasto público total, G , son una fracción fija θ de dicho gasto total, de la cual varias participaciones son distribuidas en salud, educación o gastos en infraestructura social que mejoran la calidad de vida y, por ende, la productividad del trabajo (θ_L), gastos en infraestructura física o económica (θ_K) y otros gastos (θ_M) son adoptados. El gasto total está dado entonces por:

$$1) G(t) = (\theta_L + \theta_K + \theta_M) G(t)$$

$$\text{donde } \theta_L + \theta_K + \theta_M = 1.$$

Asimismo, suponiendo que el total de la población está expresada por L y dividimos la expresión (1) por ésta, obtenemos el gasto público en términos per cápita:

$$1a) g(t) = (\theta_L + \theta_K + \theta_M) g(t)$$

$$\text{donde } g = \frac{G}{L}$$

Asimismo, si $\theta_M = 1$ esto implica que la relación gasto público-PIB es destinada exclusivamente a gastos administrativos gubernamentales y puede, por tanto, ser un indicador sobre el tamaño del gobierno. Pero, si $\theta_M = 0$, entonces el gasto público es completamente productivo, dado que la totalidad de éste se destina a la “inversión pública” y el tamaño del gobierno puede llegar a ser

el óptimo cuando se alcance el máximo de crecimiento en las productividades generado por ésta.

Nótese que la fracción $\theta_L g$, el gasto por individuo en salud, educación, que incide directamente en el individuo, puede reflejar un índice de calidad, mismo que ayuda a mejorar la productividad laboral y la fracción $\theta_K g$, el gasto por unidad de trabajo efectivo en infraestructura física que incide directamente en el mejoramiento del *stock* de capital físico.

Así, los efectos de alguna de las formas del gasto público sobre el producto de largo plazo pueden ser divididos al menos en dos componentes que definan la productividad o improductividad de dicho gasto. Dicha composición consideraría dos tipos de gasto público: primero, gastos en salud y educación, que afectan directamente al proceso de acumulación de capital, producto de la mejora de la calidad de las capacidades de los trabajadores, mismas que permiten elevar el nivel promedio de la fuerza laboral y, por ende, su productividad marginal; segundo, los gastos en infraestructura que afectan la productividad de las empresas. Asimismo, si se supone que la infraestructura física y humana generada por el gasto público es no-exclusiva y en grado variado no-rival, entonces el gasto público productivo puede acumularse y formar así el “capital público” de la economía. Es decir, la propiedad de no-exclusión y no-rival en alto grado de la infraestructura económica y social generada por el gasto público productivo, permite que éste sea un flujo acumulable, mismo que no se termina en el primer instante de su consumo, por lo cual se forma así el capital público que representa un acervo, producto de la acumulación a lo largo del tiempo de los flujos del gasto público productivo.

Ahora bien, siguiendo a Barro,²⁴ suponemos que el gobierno financia sus flujos de gastos brutos por medio de una tasa impositiva al ingreso, τ , de manera que

$$2) \ G = \tau Y$$

La ecuación (2) describe la restricción presupuestal del gobierno de corto plazo o el flujo del gasto público en bienes y servicios productivos y/o improductivos, cuyo financiamiento se obtiene de los ingresos obtenidos mediante una tasa impositiva uniforme aplicada sobre el producto. Sin embargo, el gasto público productivo (el flujo de bienes y servicios adquiridos mediante el gasto público y que se destina a educación, salud, y similares (infraestructura

²⁴ Robert J. Barro, “Government Spending in a Simple Model...”, *op. cit.*

social) ($\theta_L G$) o infraestructura económica ($\theta_K G$), al considerarse que no constituye un gasto en consumo, entonces esto permite que dicho gasto, en su conjunto, pueda tratarse como inversión pública y, por lo tanto, permita tratarlo como acervo, pues al tratarse de gasto en infraestructura económica y social se le puede considerar a ésta en la forma de capital público. Esto sería más significativo en tanto se clasifica a éste como el gasto en infraestructura que permite incluirlo dentro del *stock* agregado de capital de la economía que influye sobre la productividad total de las empresas.

La implicación de lo anterior significa que el gasto público productivo, al ser equivalente a la inversión pública, provoca adiciones al acervo total de capital de la economía por medio de la formación del capital público, K_G , mismo que es equivalente al *stock* agregado de infraestructura pública disponible para todos los agentes de la economía en cualquier instante del tiempo. De manera más concreta, la inversión pública en infraestructura económica y social se considera que son gastos públicos destinados a la provisión de carreteras, puertos, aeropuertos, obra hidráulica, educación, salud, etcétera, los cuales mejoran tanto la productividad de las empresas como el bienestar de los individuos, así como sus capacidades productivas, y que puede clasificarse como “gasto público productivo que forma capital público”.

Por lo anterior, al considerar que existe un *stock* inicial de infraestructura pública dada de manera exógena, y si suponemos que ésta sufre una depreciación por su uso a lo largo del tiempo, entonces podría expresarse a la acumulación de capital público de la siguiente manera:

$$3) K_G = I_G - \delta_G K_G$$

siendo δ_G la depreciación del capital público e $I_G(t) = (\theta_L + \theta_K)G$ la inversión pública bruta, misma que es equivalente al gasto público productivo.

Si asumimos que la inversión pública en infraestructura física y humana es financiada por impuestos directos uniformes a los ingresos de los agentes mediante la tasa $\tau_{\theta p}$, suponiendo que el gobierno mantiene su restricción presupuestal en equilibrio, entonces tenemos que la parte del producto destinada a la inversión pública en infraestructura económica y social es:

$$2a) I_G = \tau_{\theta p} Y$$

Así, tenemos que las expresiones (2) y (2a) vinculan la acumulación del capital público, generado por el flujo del gasto público productivo, con las decisiones de gasto y tributación de los agentes, ello implica que el gobierno puede elegir una política pública que asuma las reglas de decisión del agente privado haciendo, a su vez, endógena la inversión pública en infraestructura.

El capital público y la actividad productiva

Para considerar los efectos del capital público en la actividad productiva, el siguiente análisis considera una economía descentralizada sin dinero, en el sentido de que aun cuando se considera la participación del gobierno, tanto las políticas de éste como los flujos monetarios son neutrales para las decisiones del sector privado; asimismo, se suponen que las firmas y agentes son representativos, en tanto que se consideran idénticos en su comportamiento, y poseen los insumos y activos de la economía, incluyendo los derechos de propiedad de las firmas; se considera, además, que las firmas y agentes tienen un horizonte infinito de planeación y actúan bajo un marco de previsión perfecta de manera tal que los consumidores y productores se consolidan; la población se supone constante y la tecnología y la infraestructura entran en la función producción como un insumo externo a las que todas las firmas tienen acceso y que les permite transformarlos conjuntamente con los insumos trabajo y capital en un producto, que se supone homogéneo; así como un gobierno quien proporciona la infraestructura económica y social mediante el gasto público productivo, mismo que representa el *stock* de capital público de que pueden disponer libremente los agentes, financiado con impuestos no distorsionantes. Nótese que en este caso se está tratando al gasto público productivo como un gasto en inversión y no como un gasto en consumo, razón por la cual se habla de un acervo y no de un flujo.

Así, siendo L el trabajo, CI los insumos intermedios, K el capital privado y K_G el capital público disponible que depende de la magnitud del gasto público productivo, G , la función de producción que cada firma utiliza para realizar su proceso productivo, puede expresarse como

$$4) Y(t) = F [K, L, CI, K_G (G), t]$$

Donde el tiempo, t , entra en la función producción para captar el efecto del progreso técnico y la medida adecuada del producto; Y , es el valor de la producción; y, en lugar del producto dado, se utilizan bienes intermedios, CI , en la producción. Suponiendo una separabilidad por parte del factor capital

público en el proceso de producción, se puede, por tanto, asumir que el gasto público productivo es un insumo más del proceso de producción, pero con la salvedad de que en dicho proceso la producción funciona aun sin la presencia de dicho factor, por lo cual ello nos permite separarlo del proceso en sí. Es decir, el producto puede ser producido sólo con la presencia de los factores privados, trabajo y capital, y el agregado derivado de la utilización del capital público en el proceso productivo se manifiesta en el mejoramiento de la eficiencia de éste, que se consigue en la elaboración del producto, de manera tal que la producción logra obtener rendimientos crecientes a escala cuando los productores utilizan al factor capital público como parte de su tecnología.²⁵

Esto implica que el capital público, al mismo tiempo que se constituye en un insumo complementario de la producción, conforme transcurre el tiempo, puede convertirse en un insumo necesario para la realización de ella; por lo cual, estaría generando externalidades positivas a la producción. Esto es posible en tanto que el capital público sea un factor no pagado por las empresas, mismas que –por cierto– no tienen capacidad para elegir su volumen, ya que éste lo determina el sector público. Sin embargo, se supone que el gobierno cuenta con un *stock* inicial de capital público que pone a disposición de los agentes de la economía al inicio del proceso de la producción, por lo cual no les cuesta a éstos, y ello implica que el financiamiento de dicho gasto ocurre un periodo después de haber iniciado el proceso de producción, por lo cual en ese periodo puede haber una tasa impositiva igual a cero más no en periodos sucesivos.

Por consiguiente, retomando como base analítica al enfoque dual, lo que se hará es modelizar la toma de decisión de las empresas privadas de una economía, que minimizan su función de costos variables sujeta a la restricción tecnológica, es decir, a la anterior función producción. A partir de la minimización de los costos son posibles dos ámbitos de análisis. En primer lugar, el de corto plazo si se supone que el capital privado es un factor cuasi-fijo (es decir, que las empresas no pueden alterar a corto plazo). En este caso, los costos totales son la suma de los costos variables (CV) más los costos fijos (tradicionalmente el costo del capital privado):

²⁵ En realidad, la función producción (4) podría ser perfectamente una Cobb-Douglas, como la presentada en los trabajos de 1989 de David A. Aschauer, "Is Public Expenditure Productive?", *op. cit.*; Robert J. Barro, "Government Spending in a Simple Model...", *op. cit.*; Stephen J. Turnovsky y Walter H. Fisher, "The Composition of Government Expenditure...", *op. cit.*; José Luis Hernández Mota, "La composición del gasto público...", *op. cit.*; y en general en los modelos basados en el enfoque de la función producción presentado en la sección anterior, con la única salvedad de que aquí se incluyen los consumos intermedios como otro factor productivo más.

$$5) C(w, v, K, K_G, Y, t) = CV(w, v, K, K_G, Y, t) + P_K K$$

Donde w, v, P_K son los costos de los factores del sector privado; es decir, los precios del trabajo de los bienes intermedios y del uso del capital privado.

En cambio, si consideramos que el ámbito de análisis es de largo plazo, entonces tenemos que todos los factores privados y, por tanto, los costos son variables:

$$6) CV(w, v, P_K, K_G, Y, t)$$

De este modo, podemos modelizar el comportamiento minimizador de las empresas si formulamos y resolvemos el problema de optimización de someter la función de costos de corto o largo plazo (ecuaciones 5 y 6) a la restricción tecnológica (ecuación 4). Sin embargo, a partir del enfoque dual es posible obtener la función de costos variables, utilizando el lema de Shepard, a partir de las demandas óptimas de los factores (L^* , CI^* y K^*). Por ejemplo, para el análisis de corto plazo esta función vendría dada por:

$$CV = wL^* + vCI^{*26}$$

Para hacer un análisis más pormenorizado del impacto del capital público en la economía, procederemos a utilizar este enfoque dual. Así, tenemos que con la finalidad de tener variables constantes en el estado estacionario (es decir, que las tasas de crecimiento de largo plazo sean sostenidas), es necesario tratar con cantidades por unidad de trabajo efectivo y si, como anotamos en líneas arriba, el producto puede ser producido sólo con la utilización de los insumos privados trabajo y capital, tenemos por tanto que la cantidad del producto por unidad de trabajo efectivo disponible en el tiempo t ,

$$y = \frac{Y}{L}$$

está dada por la siguiente función producción en forma intensiva de utilización de insumos privados $y = F(k, l, ci) = f(k, ci)$

²⁶ La función tiene sólo como argumento al trabajo y al consumo de bienes intermedios debido a que el capital es libre y es impagado por las empresas que lo utilizan, por lo tanto tiene un precio nulo, mientras que el costo del uso del capital privado lo constituye sólo su depreciación correspondiente.

Donde $k = \frac{K}{L}$ y $ci = \frac{CI}{L}$

son los insumos capital privado y consumo intermedio por unidad de trabajo efectivo, respectivamente, $f(k, ci)$ puede representarse como una función producción prototipo en forma intensiva semejante a la Cobb-Douglas en sus argumentos.²⁷

$$7) f(k, ci) = \alpha_0 k^\alpha ci^\beta$$

Siendo α_0 , α y $\beta > 0$ los coeficientes tecnológicos, mismos que muestran la eficiencia de la participación del trabajo en los factores productivos de la empresa. En este sentido, el trabajo total demandado por las firmas puede suponerse como un valor ponderado del producto de la oferta laboral individual y del *stock* de capital humano.

Sin embargo, si consideramos que las empresas tienen a su disposición el capital público acumulado, mismo que se manifiesta en la infraestructura económica y social disponible en la economía y optan por utilizarla para mejorar sus procesos productivos, mediante el mejoramiento de la calidad de los factores privados capital y trabajo, entonces tenemos que la función producción representativa de las firmas (4), que incluye al capital público, por unidad de trabajo efectivo queda de la siguiente forma:

$$4a) y(t) = f(k, l, ci, k_G) = f(k, ci) * k_G(\theta)$$

Donde el capital público puede ser expresado en términos del gasto público productivo que genera infraestructuras públicas y que es mostrado por las siguientes relaciones

$$K_G(\theta_L G) = (\theta_L G)^\eta$$

$$K_G(\theta_K G) = (\theta_K G)^\sigma$$

²⁷ Se propone este tipo de función producción en tanto que es una función bien comportada que cumple con las siguientes propiedades: $f' > 0$, $f'' < 0$, $f'(0) = \infty$, $f'(\infty) = 0$, con la salvedad de que no necesariamente se tendrán rendimientos constantes a escala.

Aquí los parámetros σ y η miden la efectividad del gasto público sobre la productividad de las firmas y el incremento en la eficiencia de los trabajadores por medio del incremento en su capital humano. Dichos parámetros están en el rango $0 \leq \sigma \leq 1$ y $\eta > 0$. Cuando $\sigma = 0$, entonces el gasto público productivo no es un insumo requerido en la producción del bien final y dicho gasto provoca un efecto *crowding out*, pero cuando $\eta = 0$, el gasto público destinado a mejorar la eficiencia de los trabajadores es desperdiciado, pues no agrega nada al capital humano.

Sin embargo, si consideramos al gasto público productivo en su conjunto, entonces tenemos que uniendo dichas relaciones referentes al capital público éste se expresa conforme a la siguiente expresión:

$$K_G(G) = (\theta_K G)^\sigma (\theta_L G)^\eta$$

Si,

$$k_G = \frac{K_G}{L}$$

representa al capital público por unidad de trabajo efectivo,

$$g = \frac{G}{L}$$

es el gasto público per cápita y los parámetros θ_K y θ_L son las proporciones del gasto público destinadas a la creación de infraestructura económica y social, respectivamente, se tiene que el capital público por unidad de trabajo efectivo resulta en:

$$8) k_G = (\theta_K g)^\sigma (\theta_L g)^\eta \text{ }^{28}$$

²⁸ Nótese que $k_G = (\theta_K g)^\sigma (\theta_L g)^\eta \equiv k_G = (\theta_K \frac{G}{L})^\sigma (\theta_L \frac{G}{L})^\eta$,

por tanto tenemos que $k_G = (\theta_K G)^\sigma (\theta_L G)^\eta L^{-(\sigma + \eta)}$ y como $k_G = \frac{K_G}{L}$, entonces, haciendo la sustitución respectiva $K_G = (\theta_K G)^\sigma (\theta_L G)^\eta L^{1 - \sigma - \eta}$ y al dividir toda esta expresión por L llegamos a la expresión del capital público en términos per cápita: $k_G(g) = (\theta_K g)^\sigma (\theta_L g)^\eta$.

Por tanto, la ecuación (4a) se puede describir, sustituyendo respectivamente tanto la ecuación (7) como la ecuación (8) en ésta, dando por resultado:

$$4b) \quad y = f(k, ci) * k_G = \alpha_0 k^\alpha ci^\beta (\theta_L g)^\eta (\theta_K g)^\sigma$$

Dada esta especificación, tenemos que las empresas pueden obtener rendimientos constantes en los insumos privados si y sólo si $\alpha + \beta = 1$, pero de (4b) se deduce que hay “efectos a escala” cuando las empresas emplean, al menos, algún tipo de infraestructura pública, puesto que $1 + \eta + \sigma > 1$.²⁹ Esto es así debido a que la infraestructura pública presume efectos positivos sobre el producto total, lo cual implica que ésta provee economías a escala en la producción.

En consecuencia, asociando la función de costos variables con la función producción expresada en (4b), y asumiendo que los precios de los insumos son fijos, hallamos que las demandas óptimas de los factores productivos son las siguientes:

$$9) \quad k^* = [(\alpha_0 (\theta_L g)^\eta (\theta_K g)^\sigma)^{-1} y \beta^{-\beta} \alpha^\beta P_k^{-\beta} v^\beta]^{1/(\alpha+\beta)}$$

$$ci^* = [(\alpha_0 (\theta_L g)^\eta (\theta_K g)^\sigma)^{-1} y \beta^{-\alpha} \alpha^\alpha P_k^{-\alpha} v^\alpha]^{1/(\alpha+\beta)} \quad 30$$

²⁹ El hecho de que las empresas enfrenten una función producción individual, homogénea de grado 1 (o de rendimientos constantes), implica que los beneficios son cero, pero como la infraestructura pública origina economías a escala, entonces tenemos que la función producción global a que se enfrentan las empresas es una de rendimientos crecientes con la que se abre la posibilidad de obtener beneficios positivos, mismos que pueden ser apropiados por el gobierno mediante la tributación y después redistribuirlos en la economía por medio del gasto público, del cual los beneficiarios son todos los agentes de la economía, o bien las empresas se quedan con ellos.

³⁰ La deducción de las demandas de los factores es la siguiente: dada la función producción (4b), se la igualdad entre la tasa marginal de sustitución técnica y la relación entre insumos y precios, la condición que define la trayectoria de la expansión requiere que $\frac{P_k}{v} = \frac{\alpha ci}{\beta k}$

Tomando logaritmos a ambas ecuaciones, se obtiene el siguiente sistema de dos ecuaciones simultáneas

$$\begin{aligned} \alpha \ln k + \beta \ln ci &= \ln y - \ln \alpha_0 - \ln k_g \\ -\ln k + \ln ci &= \ln \beta - \ln \alpha + \ln P_k - \ln v \end{aligned}$$

Al resolver el sistema se obtienen las demandas óptimas de los factores.

Donde k^* y v^* son las cantidades requeridas de insumos de capital e intermedios per cápita para producir y unidades de producto con la relación de insumos que minimiza el costo. Así, el costo de producir y unidades del bien es:

$$10) C = P_k k^* + v c i^*$$

Nótese que en (10), el insumo capital público está ausente debido a que éste no es pagado por las empresas y, en todo caso, para evitar efectos distorsionantes, será financiado por una estructura impositiva neutral.

Además, de (9) se deduce que un incremento del gasto público en infraestructuras públicas, un aumento de su eficiencia, una mayor utilización de éstas por parte de las empresas o una combinación de estas condiciones, en el largo plazo, se tendría un efecto sustitutivo del capital privado por el capital público, en tanto que éste representa un bien libre, impagable y, en cierto grado, no-rival, aunque en el corto plazo funcionaría como un insumo complementario de la producción.

Dichas relaciones de complementariedad y sustitutibilidad, también pueden deducirse del precio sombra del capital público o infraestructuras, Z_{kg} ,³¹ pues éste nos muestra el ahorro en los costos variables para las empresas de una unidad invertida en infraestructuras públicas. Además, se puede obtener también que parte de dicho ahorro se debe a cada uno de los factores de producción, por lo cual entre mayor sea el precio sombra del capital público mayor la sustitutibilidad entre éste y los factores productivos, constituyéndose además, como un insumo productivo más, aunque también serviría como un estímulo a la inversión privada, pues los rendimientos mejorarían debido al ahorro en insumos y al mejoramiento de la productividad de los factores. Asimismo, si obtenemos la elasticidad costo del capital público $\varepsilon_c K_G$,³² podemos observar en qué porcentaje

³¹ El precio sombra lo podemos obtener directamente derivando la función de costos variables respecto del capital público

$$Z_{kg} \equiv \frac{\partial CV}{\partial K_G} = -w \frac{\partial L(\cdot)}{\partial K_G} - v \frac{\partial CI(\cdot)}{\partial K_G} - P_K \frac{\partial K(\cdot)}{\partial K_G}$$

³² La elasticidad costo la obtenemos de la siguiente manera:

$$\varepsilon_c K_G \equiv \frac{\partial C}{\partial K_G} \frac{K_G}{C} = -Z_{kg} \frac{K_G}{C}$$

Donde C es la función de costos y Z_{kg} el precio sombra del capital público.

se pueden reducir los costos de las empresas privadas de la economía, dado un incremento de uno por ciento en la dotación de infraestructura por parte del sector público mediante el gasto público productivo.

Ahora bien, también es posible obtener toda una serie de efectos del capital público sobre la productividad de los factores para cuantificar qué parte del crecimiento de la productividad en la economía es debida a las infraestructuras públicas, con lo que se estaría en posibilidad de abordar el problema de cuál es la provisión óptima de las mismas, aspecto imprescindible para evaluar la necesidad y/o suficiencia del gasto público en infraestructura.

CONCLUSIONES

Como se ha podido comprobar, el *stock* de capital público interviene junto con los demás insumos de la producción en el proceso productivo e incide sobre su productividad. Así, las infraestructuras públicas son un determinante importante de la producción; su eficiencia y tasa de crecimiento reducen la cantidad de factores privados empleados para un nivel de producción dado, estimulan la tasa de beneficio y, por ende, la inversión privada. Sin embargo, no hay que pasar por alto que tales gastos de inversión pública en infraestructuras deben ofrecer a la sociedad beneficios suficientes para compensar su costo social y ser superiores a otros posibles usos alternativos de los recursos empleados. En consecuencia, el estudio del gasto público tiene que ser analizado más en la forma en que se gasta que en la eficacia por sí misma. Es decir, el análisis del gasto público, además de que tiene que ver con sus impactos derivados de su destino a programas de mejoramiento educacional, salud o de infraestructura económica que mejoren las capacidades productivas de los factores de producción, para incidir positivamente sobre el crecimiento económico de largo plazo, hay que tener en cuenta que este vínculo no es suficiente para asegurar el mecanismo de crecimiento, pues la composición de los presupuestos públicos, si no son adecuados, pueden convertirse en trabas para hacer posible que el gasto público se convierta en bienes y servicios efectivos para la producción y, por tanto, para la generación de un producto mayor y de un tejido productivo a largo plazo.

Cabe mencionar que aunque los resultados teóricos del modelo desarrollado nos proporciona una guía de política de gasto público eficiente, que procure el incremento de la eficiencia productiva de la economía por medio de la creación de infraestructuras económicas y sociales que formen capital público; el modelo tiene la limitante de presuponer un comportamiento racional del gobierno que actúe conforme la lógica económica y no conforme a intereses, con un sentido de planeación que atienda las necesidades tanto del sector social

como del productivo, cuestión que en la práctica, sobre todo en las economías no desarrolladas, no impera al carecer del marco institucional presupuesto por el análisis.

Por último, si bien se deduce del análisis que la formación del capital público se puede conseguir sin incrementar los costos de las empresas, pues la primera se financia por medio de una estructura impositiva neutral en el corto plazo, el modelo también muestra que en el largo plazo puede ocurrir una sustitutibilidad del capital privado por el público, por lo que este último tendría que ser financiado o pagado por las empresas cuando haya sido incorporado como un insumo tecnológico adicional, permitiéndoles continuar con economías a escala, con rendimientos crecientes y evitando un problema de congestión del capital público pues, a la larga, éste les proporcionaría una rentabilidad superior a la que obtendrían invirtiendo en capital privado exclusivamente. Sin embargo, habría que considerar, en análisis posteriores, la complementariedad productiva de la inversión pública en el marco de las economías emergentes restableciendo el rol económico del Estado, conjuntamente con los desequilibrios recientes ocasionados por las crisis de inestabilidad financiera.