

CUADERNO DE INVESTIGACIÓN

**MODELO DE FACTIBILIDAD HACENDARIA:
CASO PRÁCTICO PARA EVALUAR LA
SOSTENIBILIDAD DE LA INVERSIÓN EN
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN MÉXICO**

SERIE: CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN EN FINANZAS PÚBLICAS

ENERO 2017



Resumen

El presente estudio es una aplicación de un modelo para evaluar la factibilidad hacendaria de decisiones legislativas en México. En particular, la investigación aborda la reforma al artículo 3ro constitucional, elaborada en 2012, y donde se estableció que la educación media superior (EMS) fuese una obligación del Estado Mexicano. A través del Segundo Artículo Transitorio se asentó que el Estado debe garantizar la EMS para aquellas personas que en edad típica hubieran concluido la educación básica, además, para lograr esto se estipuló que debe ser de manera gradual y creciente a partir del ciclo escolar 2012-2013 y hasta lograr la cobertura total en sus diversas modalidades en el país, a más tardar en el ciclo escolar 2021-2022.

En este contexto, el trabajo analiza qué efectos producen los componentes de la inversión en educación para el crecimiento económico, la sostenibilidad de la deuda y otras variables macroeconómicas. Para lograr esto, se considera un marco de economía pequeña y abierta con tres sectores, el de bienes transables, no transables, y el de la producción del bien de educación; en tanto, existen dos clases de consumidores, del tipo ahorrador y no ahorrador. Más aún, se incorporan supuestos acerca de las ineficiencias del sector público para llevar a cabo la inversión de capital correctamente, presiones de sostenibilidad de la deuda, y crecimiento tanto de la economía como de la población estudiantil.

Concretamente, se modelan diversos escenarios para evaluar diferentes esquemas de inversión en EMS, donde los principales dos hallazgos son: (i) la inversión en educación genera múltiples beneficios para los consumidores en el largo plazo, y (ii) para cumplir la obligatoriedad de la EMS implica un incremento de la deuda doméstica en el corto y mediano plazo, dinámica que se ve acompañada por un crecimiento sostenido del producto. Precisamente, este comportamiento es lo que da muestra de cómo esta iniciativa en materia de educación, puede ser implementada y sostenible siempre que se mantenga la disciplina y se realicen ajustes en la política fiscal.

Índice

1. Introducción	1
2. Descripción general de la educación en México	8
3. Modelo	15
3.1. Consumidores	16
3.2. Firmas	19
3.3. El gobierno	22
3.4. Vaciado de mercado	26
4. Calibración	27
5. Esquema de inversión pública en infraestructura educativa	34
6. Resultados	37
6.1. Resultados de largo plazo	38
6.2. Resultados de corto y mediano plazo	41
6.2.1. Escenario base en el corto y mediano plazo	43
6.2.2. Escenario tendencia en matriculación en el corto y mediano plazo	46
6.2.3. Escenario ISR como fuente de financiamiento en el corto y mediano plazo	48
6.2.4. Escenario transferencias como fuente de financiamiento en el corto y mediano plazo	50
7. Experiencias internacionales: Estados Unidos y Japón	53
7.1. Resultados de largo plazo	58
7.2. Resultados de corto y mediano plazo	62
8. Conclusiones	67
9. Apéndice	69
9.1. Condiciones de primer orden	69
9.2. Vaciado de mercados	73
9.3. Semi-elasticidad y calibración de γ y A_h	80
9.4. Escenarios complementarios y propuestos por Buffie <i>et al.</i> (2012)	80
9.4.1. Restricción al ajuste fiscal en combinación con deuda externa	81
9.4.2. Escenario base con externalidades en el capital humano y cambios en los parámetros de eficiencia en la inversión en infraestructura educativa	85
9.4.3. Escenario base con deuda externa y choques externos inesperados	89
9.5. Tabla resumen con los resultados en el nuevo estado estacionario	93

1. Introducción

Comprender los impactos y consecuencias de la inversión del sector público es un elemento relevante cuando los gobiernos diseñan políticas públicas que buscan elevar el bienestar de los hogares. En este contexto, si los mecanismos financieros empleados para sostener las inversiones públicas no se gestionan prudentemente, pueden surgir escenarios de crisis fiscales o de deuda. Ghosh *et al.* (2011), indican que actualmente la autoridades de economías subdesarrolladas deberían cuestionarse el margen de maniobra fiscal, o si necesitan urgentemente un ajuste fiscal para garantizar la sostenibilidad de la deuda.

El objetivo principal de este estudio es realizar un ejercicio de análisis de sostenibilidad de deuda pública, donde se identifique el impacto fiscal que tendría una política de aumento a la inversión en educación y que tenga por objetivo lograr la cobertura universal del nivel medio superior en México. Para llevar a cabo el análisis, se cuantifica el efecto en el crecimiento económico y otras variables macroeconómicas derivado de trayectorias que representan diferentes esquemas de inversión. La presente propuesta se basa principalmente en una combinación de los trabajos de Buffie *et al.* (2012) y Giovanni *et al.* (2014), en los que se aborda por un lado la teoría de la importancia del capital humano, y por el otro, los mecanismos de inversión en proyectos de infraestructura por parte del sector público.

Actualmente, la inversión pública se vincula a otros campos más allá de la infraestructura, como es el caso del capital humano, la educación, la investigación y desarrollo, entre otros. Así, diversos estudios aportan evidencia de los efectos positivos sobre el crecimiento que se derivan de la inversión pública en nuevos sectores. En este sentido, Agénor (2005) distingue múltiples canales, entre los que identifica que la productividad y la disminución de costos de la inversión en capital público, que tienen un efecto sobre el crecimiento económico. Por lo tanto, la ampliación del capital público aumenta la productividad del trabajo y del capital privado, al tiempo que reduce los costos unitarios. Por su parte, los canales restantes corresponden a (i) un efecto complementario sobre el capital privado, lo

que significa que el capital público adicional eleva la tasa de retorno de capital privado; (ii) un efecto de desplazamiento de la inversión (crowding out), ya que una ampliación de capital público puede requerir financiamiento interno que desplaza a la inversión privada; y (iii) un efecto de “vigor holandés”, lo que implica que un aumento de capital público puede elevar la productividad total de los factores, debido al efecto positivo de las externalidades por aprendizaje que se derivan de la práctica (véase Berg *et al.* (2010)).

En particular, con la asignación de mayores recursos de inversión pública a la educación, la literatura demuestra que el aumento de capital humano calificado es un catalizador para lograr tasas de crecimiento económico sostenibles. En modelos de generaciones traslapadas, el capital humano se puede aumentar a través de las generaciones convirtiéndolo en un motor de crecimiento, ya que cada individuo con sus capacidades educativas incorpora los niveles de capital humano de sus padres, lo que se traduce en más recursos disponibles para aumentar la producción.

Bowles (1999) implementa un modelo de generaciones traslapadas junto con funciones de producción neoclásicas tradicionales para demostrar que la sociedad puede optar por educar a sus hijos, incluso sin tener un motivo explícito. Los resultados indican que con un nivel de capital humano promedio más alto entre los trabajadores, aumenta el retorno de capital físico acumulado para generaciones más longevas, así como los niveles de capital de la siguiente generación. En este marco, los resultados sugieren que la sociedad prefiere una política que proporcione mayor calidad de educación a los estudiantes con habilidades superiores.

En consecuencia, si los rendimientos en la educación pública y privada difieren, la educación pública no da lugar a la convergencia de ganancias en el tiempo; por lo que la calidad de la educación modifica las condiciones del mercado y las expectativas de los individuos. Así, para un determinado nivel esperado de ingresos, la gente está dispuesta a gastar más para la educación con mayor rentabilidad, esto a pesar de que el sistema educativo público pudiera establecer un menor costo.

Por otro lado, múltiples autores han estudiado los beneficios de la educación en la economía en general. Roubini y Milesi-Ferrett (1994) analizan los impactos que la tributación de los capitales humano y físico tienen sobre los incentivos para acumular dichos factores, con lo que en última instancia deducen las consecuencias de la imposición óptima sobre los factores del ingreso. Las conclusiones indican que gravar la acumulación de dichos capitales reducen el crecimiento en el largo plazo. Por otra parte, un subsidio a la acumulación de capital humano produce que un impuesto al trabajo y un impuesto al consumo tengan efectos equivalentes. Como resultado, una acción prioritaria en política pública es impulsar la acumulación de capital humano a través de la política fiscal.

En este marco y de acuerdo con el Banco Mundial, desde 1990 México ha desarrollado un ambicioso proceso de reforma en materia de educación con el fin de que el nivel primario tenga cobertura universal, exista equidad de género, se alcancen los Objetivos de Desarrollo del Milenio respecto a alfabetización, y se mejore la calidad educativa. Para el país, la ampliación de la cobertura en los niveles de educación primaria y secundaria ha sido esencial, ya que se ha logrado una cobertura de 98 % y 88 %, respectivamente. Trabajadores con un nivel de instrucción de educación media superior (EMS) han sido intensamente demandados por las industrias automotriz y aeronáutica, sin embargo, la oferta laboral se ha visto limitada y ha creado cuellos de botella para la producción. De hecho, elevar tanto la cobertura, como la calidad y el número de graduados en el nivel medio superior, es crucial para que México permanezca como un país competitivo ante sus pares internacionales (véase Benítez (2014)).

En particular, si bien México cuenta con una absorción en EMS de 98 % de los graduados de secundaria, la tasa de graduación en EMS es de 60 %. Por otro lado, la calidad de la educación es una preocupación importante en todos los niveles, ya que la mayoría de los estudiantes no cumplen con los estándares internacionales mínimos. En 2012, en el examen del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA por sus siglas en

inglés¹) las calificaciones de los estudiantes mexicanos estuvieron por debajo del promedio de la OCDE en temas de matemáticas, lectura y ciencias. Por ello, se debe procurar una asignación eficiente de la inversión para lograr la cobertura universal y la calidad adecuada que permitan cumplir las metas educativas.

En materia de financiamiento público, por lo general los países de bajos y medianos ingresos emplean la deuda pública para financiar inversión como la mejor estrategia de desarrollo. Sin embargo como cualquier otra entidad, el gobierno puede enfrentar problemas de agencia que provocan fricciones y pérdidas en la inversión por los gastos que se ejercen. En este marco, en el de mediano y largo plazo se enfrentan grandes complejidades, tanto en las estrategias de inversión como en la elección del sector sobre el que se debe invertir.

Más aún, el mecanismo para financiar la inversión pública es relevante. Los impuestos de los ciudadanos constituyen uno de los recursos principales para las inversiones del gobierno, y si estos se asignan de manera ineficiente en los sectores de bajo de retorno, además de provocar descontento en la población se generan niveles de crecimiento por debajo del potencial. La deuda pública es la otra fuente importante de ingresos para el gobierno, por lo que si las autoridades realizan una gestión imprudente de este instrumento financiero, existe una alta probabilidad de que surjan periodos de cargas fiscales e inestabilidades macroeconómicas.

En este marco, organismos internacionales como el Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI), entre otros, realizaban análisis ad hoc que dependían de las circunstancias de cada economía. Por esta razón, en un esfuerzo por estandarizar una metodología que permitiera ver la factibilidad hacendaria de realizar grandes inversiones como estrategia nacional, surgió el Análisis de Sostenibilidad de la Deuda (ASD). Concretamente, esta metodología ha sido utilizada extensamente para identificar los patrones de inversión y sobre endeudamiento en situaciones que ponen en peligro la estabilidad

¹El PISA es un proyecto que la OCDE desarrolla cada dos años y cuyo objetivo es evaluar la formación de los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria, hacia los 15 años; para lo cual la prueba cubre las áreas de lectura, matemáticas y competencia científica.

macroeconómica.

El ASD utiliza una línea base de 20 años de proyecciones macroeconómicas para las principales variables como el crecimiento del PIB, el endeudamiento, las exportaciones, entre otras, para así poder identificar ratios de sobre endeudamiento. Asimismo, el ASD considera que un país está en alto riesgo de sobre endeudamiento si alguno de los ratios de deuda, como deuda a PIB o deuda sobre exportaciones, superan un umbral predeterminado en el tiempo de referencia. Los umbrales se determinan con base en evidencia empírica sobre escenarios con periodos de estrés financiero que fueron originados por los niveles de deuda subyacente. El marco permite da referencias de política económica para un manejo prudencial de la deuda pública.

En ese mismo sentido, Buffie *et al.* (2012) señala que una economía está en riesgo moderado si en algunos escenarios se rebasa el umbral preestablecido, esto al introducir pruebas de estrés que simulan choques negativos sobre el crecimiento o el tipo de cambio nominal, entre otras variables. Sin embargo, es importante tener en cuenta que en última instancia las calificaciones de riesgo son asignadas con el criterio del personal del FMI.

Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo de investigación es implementar una aplicación del modelo ASD para México al tiempo que se tiene la política de universalizar la educación media superior en todo el territorio nacional, y con el cual se busca precisar tanto los impactos fiscales como la sostenibilidad de la deuda pública en el mediano y largo plazo.

Para ello, el marco analítico del estudio se basa en las investigaciones de Buffie *et al.* (2012) y Giovanni *et al.* (2014) sobre el vínculo que guarda la sostenibilidad de la deuda pública y el comportamiento del superávit primario. En particular, el modelo ASD del presente estudio permite que el gobierno tenga diferentes opciones de financiamiento y muestra de manera explícita las reacciones de la política fiscal que aseguran la sostenibilidad de la deuda pública.

En el modelo de referencia, la ayuda disponible que pueda llegar a tener el gobierno,

así como los flujos de deuda concesionada se dan de forma exógena. Mientras que para el resto de fuentes de financiamiento, el gobierno ajusta los impuestos y las transferencias para sostener cualquier ampliación de la inversión pública. Además, el modelo considera la contratación de deuda comercial externa.

Asimismo, el modelo tiene dos sectores dentro de una economía pequeña y abierta, por lo tanto, se consideran bienes transables y no transables con precios separados para las exportaciones e importaciones. Estas características especiales permiten el análisis de la tipo de cambio real, la necesidad de lograr el equilibrio externo e interno, y una evaluación de choques a los términos de intercambio (TDI). Además de choques TDI, el modelo incorpora movimientos en el riesgo de la deuda externa del gobierno, para lo cual considera cambios en las tasas de interés mundiales y choques negativos a la productividad total de los factores (PTF); lo cual permite dar forma a los choques inesperados de la economía.

Los dos sectores privados tienen acceso limitado a los mercados de capitales internacionales, a fin de modelar las imperfecciones de estos mercados financieros. Más aún, este acceso limitado a los mercados internacionales de capital es determinante para el sector privado, ya que resalta la importancia de las decisiones del gobierno cuando éste busca acceder a recursos vía endeudamiento no concesional. De contar con mercados de capital totalmente abiertos, no existiría diferencia entre si el gobierno coloca deuda en el país o en el extranjero; ya que al final, agentes privados podrían acceder a recursos del extranjero para posteriormente prestárselos al gobierno.

Específicamente, los principales hallazgos de Buffie *et al.* (2012) y Giovanni *et al.* (2014) se pueden resumir en:

- Cuando una economía sólo puede pedir prestado bajo el esquema concesionado para cubrir parte de la inversión, resulta inevitable realizar ajustes fiscales y en el sector privado; sobre todo cuando la inversión aumenta la carga fiscal y la economía presenta condiciones estructurales débiles.
- El endeudamiento interno es menos eficaz en comparación con el endeudamiento

comercial externo, ya que no proporciona recursos externos adicionales, y en consecuencia demanda ajustes fiscales más drásticos y empeora el desplazamiento de la inversión en el sector privado; donde se asume que el tipo de cambio permanece estable.

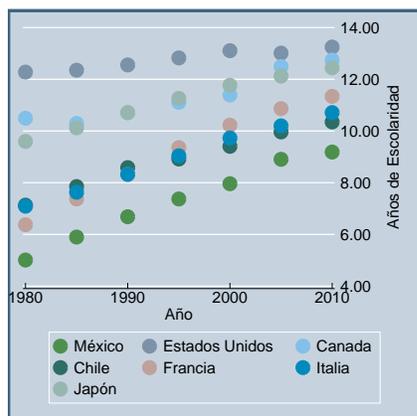
- Cuando una economía escoge tener una transición suave, renuncia a algunos de los beneficios de las inversiones de horizonte de largo plazo ya que decide contratar deuda de largo plazo.
- Los ejercicios de simulación muestran la necesidad de métodos computacionales para cuantificar correctamente que la magnitud de la inversión sea consistente con un determinado nivel de capital público, el cual habrá de ser financiado con ganancias extraordinarias y recursos de endeudamiento; y donde se garantice la sostenibilidad de la deuda en el largo plazo.
- El análisis revela la importancia de considerar información específica del país para mapear los valores de los parámetros del modelo. Sin embargo, cuando esto no es posible, un análisis de sensibilidad puede ser conducido para determinar los valores.

En este marco, la presente investigación incorpora un tercer sector que produce capital humano, para lo cual considera una función de producción del tipo Ben Porath. Para ello, la sección 2 presenta una descripción general del sector educativo en México. Por su parte, la sección 3 describe la base de modelo y los supuestos considerados. La sección 4 muestra la calibración del modelo, mientras que la sección 5 abarca los diferentes esquemas de inversión en infraestructura educativa que son evaluados para garantizar la cobertura universal de la educación, y su sostenibilidad en el mediano y largo plazo. En tanto, la sección 6 otorga los resultados numéricos de las simulaciones. La sección 7 cubre experiencias internacionales, concretamente el caso estadounidense y japonés aplicado a México; y por último, la sección 8 expone las conclusiones.

2. Descripción general de la educación en México

A fin de comprender el contexto de la situación educativa en México, esta sección otorga un resumen general del sector. Desde la década de los 80s México ha desarrollado un proceso de reforma para la educación con el fin de lograr que el nivel básico tenga cobertura universal. Además, en 2012 fue aprobado elevar a rango constitucional la obligatoriedad de la educación media superior con el fin de incrementar el nivel de capital humano, y en consecuencia el desarrollo económico y social. Con esta medida, el gobierno mexicano adquirió la obligación de garantizar la EMS para todos aquellos jóvenes en edad típica de estudiar.²

Figura 1: Años de escolaridad promedio, comparativo internacional en la población de 15 a 65 años de edad



Fuente: Elaboración propia con datos de Barro y Lee (2010).

Con base en datos de la Secretaría de Educación Pública (SEP), en México los años de escolaridad promedio han aumentado, ya que entre 2005 y 2013 el incremento fue de casi un año de escolaridad al pasar de 8.1 a 9 años.³ El nivel de escolaridad alcanzado en 2013 de alrededor de 9 años, corresponde a la terminación de la educación a nivel secundaria.

De acuerdo con Barro y Lee (2010), la Figura 1 muestra la evolución de los años de escolaridad promedio en el periodo de 1980 a 2010 para México y otros seis países. Durante este tiempo, México presentó un crecimiento de 80% en el nivel educativo promedio de la población, y a pesar del buen desempeño, la media de nivel educativo entre los mexicanos está por debajo del grado medio superior. Pese al esfuerzo para aumentar el grado de escolaridad en la población, México se encuentra rezagado con respecto a Canadá, Chile, Estados Unidos, Francia, Italia y Japón.

²Acorde al Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), la edad típica para estudiar en el nivel EMS es de 15 a 17 años de edad.

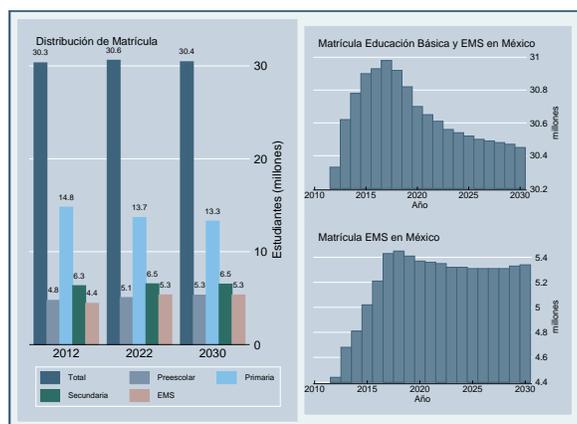
³Datos tomados de SEP (2013).

Es así que el planteamiento de 2012, para constituir como obligación del Estado la EMS, de lograr su propósito en el largo plazo supondría elevar el promedio en 3 años más, para así poder alcanzar una media cercana a los 12 años de escolaridad en el territorio nacional.

La medida implementada para garantizar el nivel de EMS entre la población estudiantil de México, implica que a aquellos estudiantes de nivel secundaria que pasen al nivel medio superior, se les deberá asegurar un espacio para que éstos puedan continuar con sus estudios. Es por esta situación, que es pertinente dimensionar el número de estudiantes que demandarán EMS en los próximos años, para así cuantificar las presiones financieras que afrontará el gobierno en la búsqueda de cumplir con el compromiso constitucional.

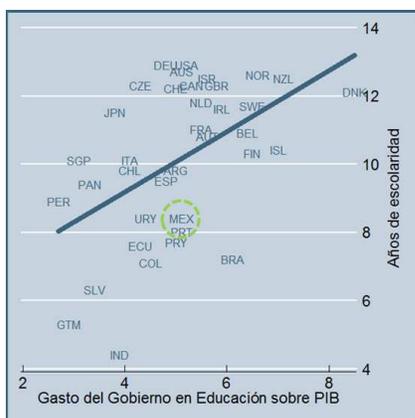
Con base en el Sistema Nacional de Información Estadística Educativa (SNIE) de la SEP, la Figura 2 muestra la evolución de la matrícula de educación básica y media superior en México de 2012 a 2030, las cuales presentan un cambio importante en la composición de la matrícula estudiantil total. Mientras que la suma de la matrícula de educación básica y media superior pasa de 30.3 a 30.6 millones de estudiantes de 2012 a 2022, lo que corresponde a un crecimiento cercano al 1.0%; la EMS pasa de 4.4 a 5.3 millones de estudiantes matriculados, equivalente a un incremento de 20.0%. Estas proyecciones dan evidencia de la relevancia que tomará la EMS durante los próximos años, de hecho, la matrícula de EMS alcanzará su nivel máximo en 2018 con 5.45 millones de estudiantes.

Figura 2: Estudiantes en el nivel básico y medio superior



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Nacional de Información Estadística Educativa (SNIE) de la SEP.

Figura 3: Años de escolaridad pob. de 15 a 65 años de edad y gasto público en educación



Fuente: Elaboración propia con datos de la UNESCO.

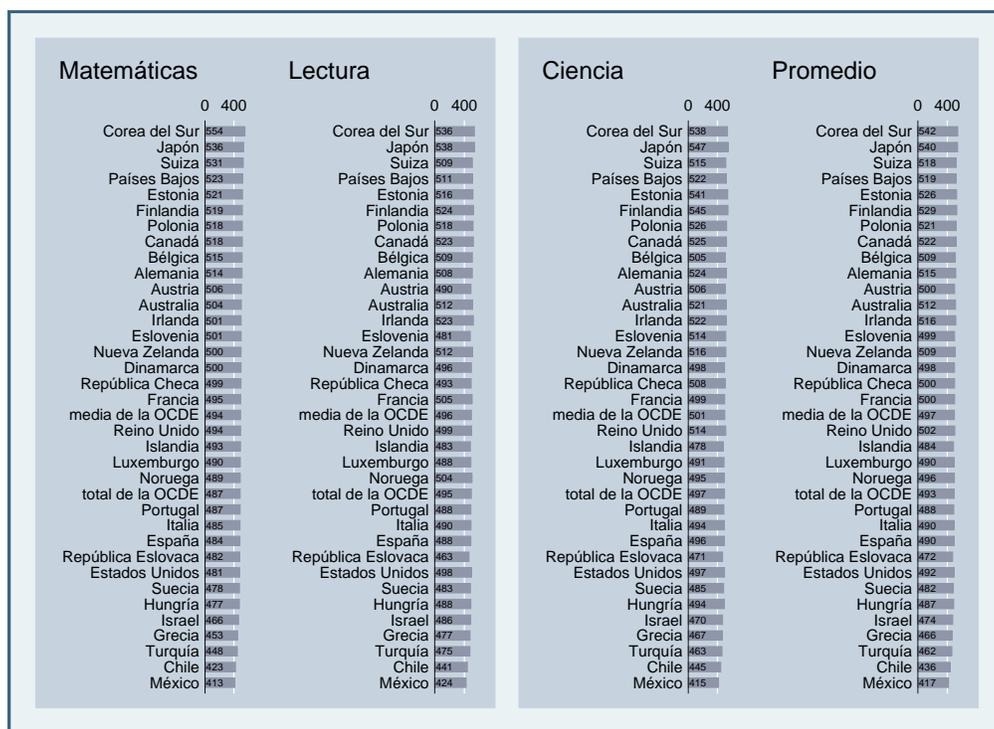
Es por esta situación, que la medida implementada para garantizar la educación media superior en México toma particular relevancia para generar un efecto positivo en el desarrollo de capital humano, que a su vez se traduzca en un mayor grado de crecimiento económico. Sin embargo, debe considerarse que alcanzar esta condición necesariamente demandará la canalización de mayores recursos por parte del gobierno y del sector privado.

En este contexto, la Figura 3 muestra la razón del gasto público contra el PIB y los años de escolaridad promedio entre la población de 15 a 65 años de diversos países. En México el promedio de años de escolaridad es menor respecto al gasto en educación que realiza, ya que con un nivel similar de gasto, países como Argentina, Chile y España poseen niveles de escolaridad superiores. Esta situación se agudiza si se compara

al país con economías desarrolladas, quienes incluso pueden llegar a ejercer menos gasto con mejores resultados en términos del número de años de escolaridad; tal es el caso de Italia y Japón. Esta tendencia es parte de la realidad de algunos países latinoamericanos como Brasil, Colombia, Ecuador y Uruguay; que al ejercer un cierto nivel de gasto como proporción del PIB, presentan menores años de escolaridad en comparación con sus pares de economías desarrolladas. Este comparativo está en línea con Giovanni *et al.* (2014) quien apunta a que en comparación con países desarrollados, existe menor eficiencia del gasto público en países en vías de desarrollo.

Si bien, como se mencionó antes, el grado de escolaridad ha aumentado en México, esto no se ha traducido en la generación de mayores competencias entre sus estudiantes. De hecho, existe un rezago en cuanto a la calidad de la educación que perciben los mexicanos. La figura 4 muestra que México se encuentra por debajo del promedio de los países miembros de la OCDE en el examen del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA). Inclusive en la prueba de 2012, México ocupó la última posición de la clasificación de los países miembros de la organización.

Figura 4: Resultados Pisa 2012



Fuente: Elaboración propia con datos de la OCDE.

Diversos autores han explorado la importancia que tiene la calidad de la educación para aumentar el ingreso de una sociedad. Schoellman (2011) emplea datos de migrantes de Estados Unidos para medir la calidad de la educación del país de origen, y con ello concluir que la calidad de la educación es igual de importante que los años de escolaridad; ya que su investigación logra explicar hasta en 20.0% las diferencias entre países en cuanto a la cantidad de producto por trabajador.

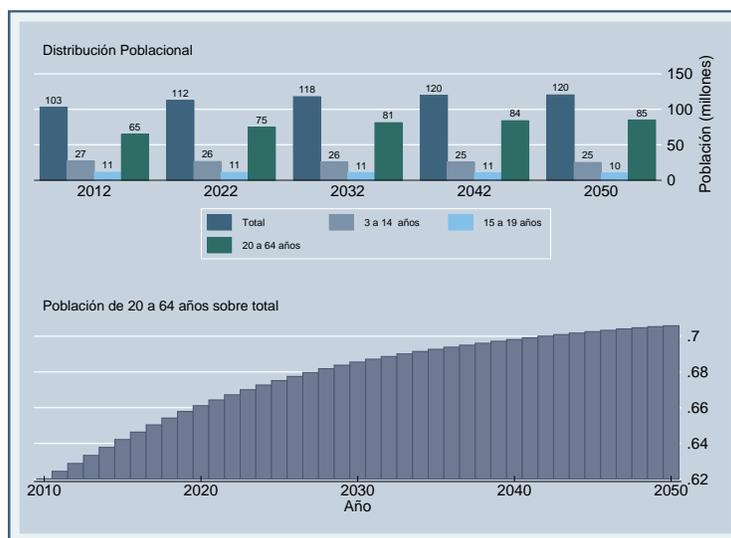
Hanushek (2013) y Hanushek y Wößmann (2007) aportan evidencia para soportar que a diferencia de los simples años de escolaridad, las habilidades cognitivas tienen un mayor vínculo con el incremento y la distribución de los ingresos, así como con el ritmo de crecimiento económico.

También es importante destacar que existe evidencia sobre los beneficios y externalidades positivas que produce la obligatoriedad de la educación. Acemoglu y Angrist (2001) al analizar la variación en diversas leyes de obligatoriedad en asistencia escolar en Estados Unidos, para el periodo entre 1920 y 1960, identifican que la educación produce externalidades positivas entre 1.0 a 3.0 % sobre los salarios de todos los trabajadores; y pese a que esto parece ser un efecto menor, los autores señalan que es suficiente para justificar la existencia de subsidios escolares.

Por otro lado, al buscar la universalización de la EMS debe considerarse que la población presenta un comportamiento dinámico y que los costos de este nivel educativo son mayores que los asociados a la educación básica. En este sentido, la figura 5 presenta estimaciones de la distribución por edades de la población hasta el año 2050, donde se pronostica que la dinámica permanezca estable. En tanto, hasta 2015 la tasa de crecimiento poblacional anual para el rango de edades entre tres y 64 años fue 0.5 %, y se estima que para la próxima década esta tasa se ubique en 1.0 %.

La Figura 5 también muestra la importancia que tendrá el sector entre 20 y 64 años, rango de personas que se consideran pueden trabajar en actividades que demandan mayor sofisticación. Es por esta razón, que toma particular relevancia que la población en general tenga un mayor grado de instrucción, de forma que se pueda aprovechar este aumento de la fuerza laboral, y con ello generar un crecimiento económico sostenido.

Figura 5: Dinámica poblacional



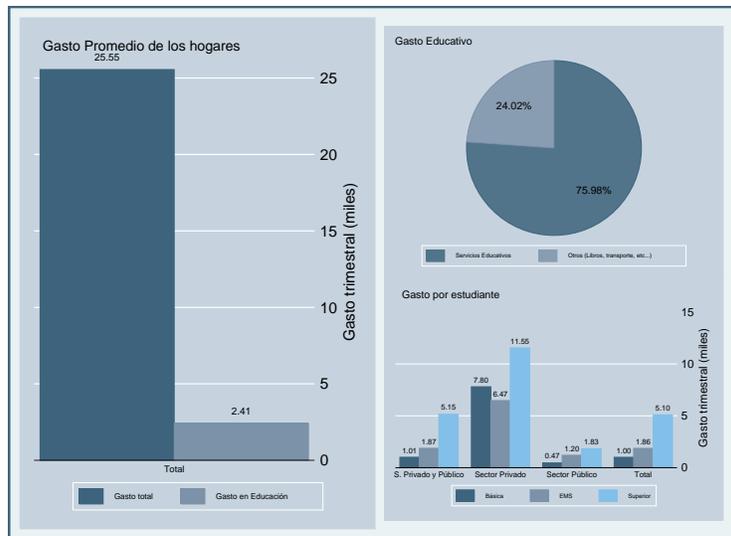
Fuente: Elaboración propia con datos de las Proyecciones de la Población 2010-2050 del Conapo.

Por su parte, la Figura 6 muestra el gasto de los hogares en educación, donde de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), en 2012 del gasto total de los hogares en promedio se destinó 10.0% a educación. Particularmente, aquellos hogares que tienen estudiantes en promedio desembolsaron en educación 14.0% del total del gasto. Este indicador aumenta a 20.0% entre los hogares que mandan a sus estudiantes a escuelas privadas. Por su parte, del gasto total que los hogares destinan a educación, el 76.0% se utiliza para cubrir el costo de los servicios educativos.

La figura 6 también muestra que para aquellos hogares que envían a sus hijos a la escuela, pasar del nivel básico al medio superior implica un aumento en el gasto promedio por estudiante de 86.0%. Al desagregar la información se aprecia que existe una marcada diferencia entre quienes asisten a escuelas privadas y públicas, mientras que para los hogares que pagan escuelas privadas el gasto disminuye 12.0%; para los hogares que mandan a sus hijos a la escuela pública representa un incremento de 180% en el gasto promedio por estudiante.

Estos resultados reflejan la necesidad que tiene el gobierno para ampliar la oferta y aumentar los índices de absorción y graduación del nivel medio superior en un entorno donde la población percibe que contar con EMS genera beneficios; de lo contrario el costo de oportunidad de asistir a la escuela permanecerá alto.

Figura 6: Gasto de los hogares en educación



Fuente: Elaborado propia con datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2012.

3. Modelo

La presente investigación tiene como principal marco de referencia el modelo de Buffie *et al.* (2012), al cual se le hacen ciertas adaptaciones para evaluar la factibilidad hacendaria de la universalización de la EMS en México; donde la modificación más importante es la inclusión de un tercer sector económico que se encarga de la formación de capital humano. Este marco da como resultado una economía pequeña y abierta, con tres sectores económicos y el sector público. Así, el país además de producir bienes transables y no transables con capital y trabajo, produce el capital humano, o educación, con trabajo e infraestruc-

tura educativa. Los tres sectores utilizan infraestructura pública como un insumo para la producción. El precio del bien compuesto extranjero P_t^* actúa como el numerario y es igual a uno por simplicidad. Todas las variables están sin tendencia con $(1+g)^t$, donde g como es la tasa de crecimiento de largo plazo del PIB real.

3.1. Consumidores

El modelo contempla dos tipos de consumidores: ahorradores S y los no ahorradores NS . La cantidad total de mano de obra para ambos tipos de consumidores es constante, con $l^{NS} = al^S$ donde $a > 0$. El trabajo efectivo está dado por $L_t^j = l^j h_{t-1}^j$ para $j = S, NS$ y h_{t-1}^j es el capital humano del consumidor j . A continuación se presentan las variables y los parámetros a considerar para cada tipo de consumidor, y el análisis inicia por el consumidor representativo del tipo ahorrador que resuelve el siguiente problema,

$$\text{máx} \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{(c_t^S)^{1-1/\tau}}{1-1/\tau} \quad (1)$$

sujeto a

$$\begin{aligned} P_t b_t^S - b_t^{S*} &= (1 - \mathcal{H}_{y,t}) (r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t L_t^S) \\ &+ \frac{\mathcal{R}_t}{1+a} + \frac{\mathcal{T}_t}{1+a} - \frac{1+r_{t-1}^*}{1+g} b_{t-1}^{S*} + \frac{1+r_{t-1}}{1+g} P_t b_{t-1}^S \\ &- P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) - (1 - \tau_{i_e}) P_{e,t} i_{e,t}^S - P_t c_t^S (1 + \mathcal{H}_t) \\ &- \mu_a z_{a,t} - \mu_e z_{e,t} - \mathcal{P}_t^S + \frac{\Phi_t}{1+a} + \tau_{e,t}^S \end{aligned} \quad (2)$$

donde c_t^j (para $j \in \{S, NS\}$) es una canasta agregada de consumo, $-c_{x,t}^j$, consumo del bien exportable $-c_{m,t}^j$ consumo del bien importable $-c_{n,t}^j$ consumo del bien no transable.⁴

⁴El consumo agregado esta dado por

$$c_t^j = \left[\rho_x^{1/\epsilon} (c_{x,t}^j)^{(\epsilon-1)/\epsilon} + \rho_m^{1/\epsilon} (c_{m,t}^j)^{(\epsilon-1)/\epsilon} + \rho_n^{1/\epsilon} (c_{n,t}^j)^{(\epsilon-1)/\epsilon} \right]^{\epsilon/(\epsilon-1)}$$

donde ϵ es la elasticidad intratemporal de sustitución y ρ_j son los parámetros de la distribución de la

El término, $AC_{j,t}^S = \frac{v}{2} \left(\frac{i_{j,t}^S}{k_{j,t-1}^S} - \delta - g \right)^2 k_{j,t-1}^S$ (con $v > 0$) corresponde al costo de ajuste por cambiar capital acumulado, para $j \in \{x, n\}$.⁵ Existe un costo de ajuste en el portafolio de deuda extranjera, $\mathcal{P}_t^S = \frac{\eta}{2} (b_t^{S*} - \bar{b}^{S*})^2$, donde \bar{b}^{S*} es el nivel inicial del valor de pasivos externos privados en el estado estacionario en tanto b_t^S representan los bonos del gobierno en poder de las familias; adicionalmente, $\beta = \frac{1}{[(1+g)^{(1-\tau)/\tau}(1+\rho)]}$ corresponde al factor de descuento, g la tasa exógena del crecimiento del PIB, ρ es la tasa de preferencia temporal pura, τ es la tasa intertemporal de sustitución, \mathcal{R} son remesas; \mathcal{T} son transferencias netas, \mathcal{H} impuesto al valor agregado (IVA), \mathcal{H}_y impuesto al ingreso, $\tau_{e,t}^j$ para $j \in \{S, NS\}$ son las transferencias dadas por el gobierno por educación, y Φ_t son los beneficios de las firmas.⁶

Donde τ_{i_e} representa el gasto en los hogares en bienes relacionados a la educación.

Las leyes de movimiento del capital humano, y de los capitales físicos en los sectores transable y no transable se expresan de la siguiente manera,

$$(1+g)h_t^S = A_h(h_{t-1}^S)^{\phi_h}(i_{e,t}^S)^\gamma + (1-\delta_e)h_{t-1}^S \quad (3)$$

$$(1+g)k_{n,t}^S = i_{n,t}^S + (1-\delta)k_{n,t-1}^S \quad (4)$$

$$(1+g)k_{x,t}^S = i_{x,t}^S + (1-\delta)k_{x,t-1}^S \quad (5)$$

Es así que el capital humano se produce con la función $G_t = A_h(h_{t-1}^S)^{\phi_h}(i_{e,t}^S)^\gamma$ la cual tiene como insumos el capital humano del periodo anterior h_{t-1}^S ,⁷ el bien de inversión educativa que se compra en el mercado $i_{e,t}^S$ y la habilidad A_h y δ_e es la tasa de depreciación del capital humano mientras δ es la tasa de depreciación del capital privado la cual es la

función CES. El precio relativo agregado esta dado por, $P_t = [\rho_x P_{x,t}^{1-\epsilon} + \rho_n P_{n,t}^{1-\epsilon} + \rho_m P_{m,t}^{1-\epsilon}]^{1/(1-\epsilon)}$.

⁵Hay que notar que no hay costo de ajuste en la acumulación de capital humano.

⁶Las remesas y transferencias son proporcionales a la participación que tiene cada tipo de consumidor en el empleo agregado; y sólo el sector de capital humano cuenta con beneficios que se devuelven proporcionalmente.

⁷La ley de movimiento del capital humano se asemeja a la propuesta por Ben Porath: $h_t^S = A_h(h_{t-1}^S Hr_{e,t}^S)^\gamma + (1-\delta_e)h_{t-1}^S$ donde $Hr_{e,t}^S$ es el tiempo dedicado a la producción de capital humano.

misma para los sectores de los bienes transable y no transable. Se impone una restricción a la inversión en capital humano tal que,

$$i_{e,t}^S \geq i_e^{min} \quad (6)$$

Condiciones de primer orden

El apéndice muestra los detalles algebraicos de las condiciones de primer orden para la solución interior, y pueden resumirse mediante los siguientes resultados;

$$\frac{c_{t+1}^S}{c_t^S} = \left(\beta \frac{(1 + \mathcal{H}_t)}{(1 + \mathcal{H}_{t+1})} \frac{1 + r_t}{1 + g} \right)^\tau \quad (7)$$

que representa la ecuación tradicional de Euler, y bajo el supuesto de solución interior, las siguientes ecuaciones otorgan las condiciones de arbitraje entre la rentabilidad del capital humano y el retorno del capital en cada sector, así como contra la rentabilidad de los bonos,

$$\frac{w_{t+1} l_s (1 - \mathcal{H}_{y,t+1})}{P_{e,t+1}} + \frac{(1 - \delta_e) + G'_{h_t^S, t+1}}{G'_{i_{e,t+1}^S, t+1}} (1 - \tau_{i_e}) = \frac{(1 + r_t)}{G'_{i_{e,t}^S}} \frac{P_{e,t}}{P_{e,t+1}} \frac{P_{t+1}}{P_t} (1 - \tau_{i_e}) \quad (8)$$

$$\frac{r_{x,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t+1})}{P_{k,t+1}} - \frac{v}{2} (\Upsilon_{x,t+1}^S)^2 + v \Upsilon_{x,t+1}^S \left(\frac{i_{x,t+1}^S}{k_{x,t}^S} + 1 - \delta \right) = (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{k,t}}{P_{k,t+1}} (1 + v \Upsilon_{x,t}^S) - (1 - \delta) \quad (9)$$

$$\frac{r_{n,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t+1})}{P_{k,t+1}} - \frac{v}{2} (\Upsilon_{n,t+1}^S)^2 + v \Upsilon_{n,t+1}^S \left(\frac{i_{n,t+1}^S}{k_{n,t}^S} + 1 - \delta \right) = (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{k,t}}{P_{k,t+1}} (1 + v \Upsilon_{n,t}^S) - (1 - \delta) \quad (10)$$

$$(1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} = \frac{1 + r_t^*}{1 - \eta \left(b_t^{S*} - \bar{b}^{S*} \right)} \quad (11)$$

donde $\Upsilon_{i,t+1}^S = \left(\frac{i_{i,t+1}^S}{k_{i,t}^S} - \delta - g \right)$. La ecuación 8 la que muestra condición de arbitraje entre el rendimiento de capital humano y el rendimiento neto de los bonos, lo que crea

una de las marcadas diferencias con los resultados de Buffie *et al.* (2012); esto debido a la incorporación al modelo de un tercer sector económico.

En lo que respecta a los consumidores no ahorradores, si bien éstos tienen la misma función de utilidad respecto a los individuos ahorradores, la solución a su problema de decisión se vuelve trivial puesto que la oferta de trabajo es fija y este tipo de consumidores no invierten ni ahorran. Por lo tanto, su comportamiento de consumo está totalmente a cargo de su presupuesto,

$$P_t c_t^{NS} (1 + \mathcal{H}_t) = (1 - \mathcal{H}_{y,t}) w_t L_t^{NS} + a \frac{\mathcal{R}_t}{1+a} + a \frac{\mathcal{T}_t}{1+a} - (1 - \tau_{ie}) P_{e,t} i_{e,t}^{NS} + a \frac{\Phi_t}{1+a} + \tau_{e,t}^{NS} \quad (12)$$

y

$$i_{e,t}^{NS} \geq i_e^{min} \quad (13)$$

Donde i_e^{min} es exógena y es una decisión de política del gobierno que asegura una inversión mínima por parte de los consumidores no ahorradores, este nivel ínfimo garantiza que puedan seguir la dinámica de la ley de movimiento del capital humano y con ello cerrar la brecha de desigualdad respecto al consumidor ahorrador.

Finalmente, para tener cantidades agregadas se adicionan las variables de ambos consumidores para obtener: $c_{n,t}$, $c_{m,t}$, $c_{x,t}$, L_t , b_t^* , b_t , $i_{x,t}$, $i_{n,t}$, $i_{e,t}$, $k_{x,t}$, $k_{n,t}$, $AC_{x,t}$, $AC_{n,t}$, \mathcal{P}_t^S y Φ_t^S .

3.2. Firmas

El producto de bienes transables y no transables con $j \in \{x, n\}$ se constituye usando tres factores: capital privado $k_{j,t}$, infraestructura productiva $z_{a,t}$ y trabajo efectivo $L_{j,t}$. En cada sector, la firma representativa utiliza una función de producción Cobb-Douglas,

$$q_{x,t} = A_{x,t} (z_{a,t})^{\psi_{xza}} (k_{x,t-1})^{\alpha_x} (L_{x,t})^{1-\alpha_x} \quad (14)$$

$$q_{n,t} = A_{n,t} (z_{a,t})^{\psi_{nza}} (k_{n,t-1})^{\alpha_n} (L_{n,t})^{1-\alpha_n} \quad (15)$$

Con el fin de tener cierta flexibilidad para modelar del mercado que produce el bien de servicios educativos, en un principio se consideraron las siguientes especificaciones,

$$q_{e,t} = A_{e,t} (z_{a,t})^{\psi_{eza}} L_{e,t} \quad (16)$$

$$q_{e,t} = A_{e,t} (z_{a,t})^{\psi_{eza}} (z_{e,t})^{\psi_e} (L_{e,t})^{1-\alpha_e} \quad (17)$$

$$q_{e,t} = A_{e,t} (z_{a,t})^{\psi_{eza}} (z_{e,t})^{\psi_e} (k_{e,t-1})^{\alpha_e} (L_{e,t})^{1-\alpha_e} \quad (18)$$

Pese a que las tres funciones para la producción del bien de educación son crecientes, cóncavas y positivas; la decisión sobre qué función se eligió para modelar este sector, estribo en que la segunda descripción mostró mejor sensibilidad a las distintas variables y condiciones del modelo. Ya que la segunda función de producción considera como insumos infraestructura pública general, infraestructura pública educativa y trabajo efectivo; intrínsecamente está el supuesto de que todos los materiales para la formación bruta de capital, desde el material de construcción hasta los edificios y cualquier capital físico para las escuelas, son proporcionados por el gobierno.

Las productividades de los bienes transable y no transable se expresan como,

$$A_{j,t} = a_j \left(\frac{q_{j,t-1}^I}{\bar{q}_j^I} \right)^{\sigma_j} (k_{j,t-1})^{\xi_j} (\bar{h}_{t-1}^-)^{\varphi} \quad (19)$$

para $j \in \{x, n\}$; donde $q_{j,t-1}^I$ es producción del periodo inmediato interior a t y \bar{q}_j^I es el valor de estado estacionario de la producción. Por simplicidad, la producción de capital humano no posee externalidades en la infraestructura pública y \bar{h}_t^- es la externalidad

debida al capital humano promedio,

$$A_{e,t} = a_e \left(\frac{q_{e,t-1}^I}{\bar{q}_e^I} \right)^{\sigma_e} (h_{t-1}^-)^{\varphi} \quad (20)$$

Demanda de factores

La demanda de los factores de producción en los tres sectores se obtiene a partir de resolver el siguiente problema de maximización de beneficios,

$$\max_{L_{j,t}, k_{j,t-1}} \{P_{j,t}q_{j,t} - w_t L_{j,t} - r_{i,t}k_{j,t-1}\}, \text{ para } j \in \{x, n\}$$

lo que implica que la demanda de los factores sean,

$$P_{x,t}\alpha_x \frac{q_{x,t}}{\hat{k}_{x,t-1}} = r_{x,t} \text{ y } P_{n,t}\alpha_n \frac{q_{n,t}}{\hat{k}_{n,t-1}} = r_{n,t} \quad (21)$$

$$P_{x,t}(1 - \alpha_x) \frac{q_{x,t}}{L_{x,t}} = w_t \text{ y } P_{n,t}(1 - \alpha_n) \frac{q_{n,t}}{L_{n,t}} = w_t \quad (22)$$

en el caso del sector del bien de educación se produce conforme a la siguiente demanda,

$$P_{e,t}(1 - \alpha_e) \frac{q_{e,t}}{L_{e,t}} = w_t(1 - \tau_{w_e}) \quad (23)$$

Donde τ_{w_e} representa distorsiones en el mercado de trabajo del sector educativo.

En esta economía, tanto las firmas privadas como la infraestructura física y educativa emplean una máquina importada para ser construidos, junto con a_j unidades del bien no transable con $j \in \{k, z_a, z_e\}$. Por lo que los precios relativos están dados por,

$$P_{k,t} = P_{mm,t} + a_k P_{n,t} \quad (24)$$

$$P_{z_a,t} = P_{mm,t} + a_{z_a} P_{n,t} \quad (25)$$

$$P_{z_e,t} = P_{mm,t} + a_{z_e} P_{n,t} \quad (26)$$

donde P_{mm} es el precio relativo de la maquinas importadas y P_n es el precio relativo de los bienes no transables.

3.3. El gobierno

La inversión del gobierno en infraestructura pública ($i_{z_a,t}$) y educativa ($i_{z_e,t}$), siguen las leyes de movimiento,

$$(1 + g) z_{a,t+1}^{\mathcal{FL}} = (1 - \delta) z_{a,t}^{\mathcal{FL}} + i_{z_a,t} \quad (27)$$

$$(1 + g) z_{e,t+1}^{\mathcal{FL}} = (1 - \delta) z_{e,t}^{\mathcal{FL}} + i_{z_e,t} \quad (28)$$

donde $z_{j,t+1}^{\mathcal{FL}}$ es el capital público libre de fricciones con $j \in \{a, e\}$; y δ es la depreciación, que en en este modelo es la misma para ambos tipos de infraestructura.

Al igual que Buffie *et al.* (2012), uno de los aspectos clave del modelo es introducir las fricciones s_e y s_a para representar las ineficiencias que tiene la inversión pública, i.e. una unidad invertida en infraestructura por el gobierno no necesariamente se traduce en una unidad de capital productivo. Por lo tanto, el capital efectivo evoluciona conforme a,

$$z_{a,t} = \bar{s}_a \bar{z}_a + s_a (z_{a,t}^{\mathcal{FL}} - \bar{z}_a) \quad (29)$$

$$z_{e,t} = \bar{s}_e \bar{z}_e + s_e (z_{e,t}^{\mathcal{FL}} - \bar{z}_e) \text{ donde } s_a, s_e, \bar{s}_a, \bar{s}_e \in [0, 1] \quad (30)$$

que al combinarse con el conjunto de ecuaciones anteriores, se obtiene que la ley de movimiento del capital físico público e infraestructura educativa están determinadas por

$$(1 + g) z_{a,t+1} = (1 - \delta) z_{a,t} + s_a (i_{z_a,t} - \bar{i}_{z_a}) + \bar{s}_a \bar{i}_{z_a} \quad (31)$$

$$(1 + g) z_{e,t+1} = (1 - \delta_e) z_{e,t} + s_e (i_{z_e,t} - \bar{i}_{z_e}) + \bar{s}_e \bar{i}_{z_e} \quad (32)$$

donde $\bar{i}_{z_a} = (\delta + g) \bar{z}_a$ y $\bar{i}_{z_e} = (\delta_e + g) \bar{z}_e$.

Ajuste fiscal y balanza del gobierno

El ingreso del gobierno se compone del impuesto al valor agregado (IVA), impuestos al ingreso y tarifas por uso de infraestructura, $\mu_j = f\delta_j P_{z_j,0}$ para $j \in \{a, e\}$. Las tarifas son expresadas como una fracción fija (f) del costo recurrente. El gasto del gobierno se emplea en transferencias para los hogares, la producción de capital humano, pagar deuda e invertir en infraestructura. En consecuencia la balanza de gobierno se encuentra dada por,

$$\begin{aligned} P_t \Delta b_t + \Delta d_{t,c} + \Delta d_t &= \frac{r_{t-1} - g}{1 + g} P_t b_{t-1} + \frac{r_{d,t-1} - g}{1 + g} d_{t-1} + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} d_{c,t-1} \\ &+ P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} + \mathcal{T}_t - P_t c_t \mathcal{H}_t + \tau_{ie} P_{e,t} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) \\ &- w_t (1 - \tau_{w_e}) L_{e,t} - \mathcal{H}_{y,t} (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) \\ &- \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t - \mu_a z_{a,t} - \mu_e z_{e,t} + \tau_{e,t}^S + \tau_{e,t}^{NS} \end{aligned} \quad (33)$$

y

$$\tau_{e,t}^S = SubP_{e,t} i_{e,t}^S \quad (34)$$

$$\tau_{e,t}^{NS} = SubP_{e,t} i_{e,t}^{NS} (1 + \theta) \quad (35)$$

donde $\mathbb{I}_{z_j,t} = \mathbb{H}_{j,t}(i_{z_j,t} - \bar{i}_{z_j}) + \bar{i}_{z_j}$ corresponde a inversión pública y el término $\mathbb{H}_{j,t} = \left(1 + \frac{i_{z_j,t}}{z_{j,t-1}^F} - \delta - g\right)^\phi$ con $\phi > 0$ captura el grado de capacidad de absorción de inversión del sector público, para $j \in \{a, e\}$. Los valores de $\tau_{e,t}^S$ y $\tau_{e,t}^{NS}$ son las transferencias que el gobierno otorga para comprar educación, mientras que θ es una prima dada por el gobierno a los consumidores no ahorradores; esto captura el hecho de que para financiar la educación de quienes no quieren invertir, se debe incurrir en mayores costos para generar los incentivos adecuados.⁸

Como señala Buffie *et al.* (2012), es conveniente expresar la restricción presupuestaria del gobierno en términos de la brecha fiscal (Gap), i.e. gastos menos ingresos cuando las transferencias y los impuestos están en su nivel inicial. Por lo que la brecha fiscal antes de ajustes en la política esta dada por,

$$\begin{aligned} \mathfrak{Gap}_t = & \frac{1 + r_{d,t-1}}{1 + g} d_{t-1} + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} d_{c,t-1} + \frac{r_{t-1} - g}{1 + g} P_t b_{t-1} \\ & + P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} + \mathcal{T}_0 - P_t c_t \mathcal{H}_0 - \mathcal{H}_{y,0} (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) \\ & - \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t - \mu_a z_{a,t} - \mu_e z_{e,t} + \tau_{e,t}^S + \tau_{e,t}^{NS} \end{aligned} \quad (36)$$

En consecuencia, al sustituir esta expresión de la brecha fiscal con un nivel determinado de transferencias en educación, en la restricción presupuestaria original del gobierno; se obtiene la siguiente ecuación

$$\begin{aligned} \mathfrak{Gap}_t = & P_t \Delta b_t + \Delta d_{t,c} + \Delta d_t + (\mathcal{H}_t - \mathcal{H}_0) P_t c_t \\ & + (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) (\mathcal{H}_{y,t} - \mathcal{H}_{y,0}) \\ & - (\mathcal{T}_t - \mathcal{T}_0) \end{aligned} \quad (37)$$

⁸Dado que τ_{i_e} representa gastos extras en educación para no afectar la balanza de gobierno, se tiene que $\tau_{i_e} P_{e,t} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) - \mathcal{G}_t = 0$.

Si bien en el corto y mediano plazo la brecha sería cubierta con deuda, para garantizar la factibilidad hacendaria, en el largo plazo tendría que ser respaldada con impuestos, transferencias o subsidios. Por ello, a continuación se definen las funciones de reacción y objetivo de la política fiscal.

$$\mathcal{H}_t^{target} = \mathcal{H}_0 + \lambda_{\mathcal{H}} \left(\frac{\mathfrak{G}ap_t}{P_t C_t} \right) \quad (38)$$

$$\mathcal{H}_{y,t}^{target} = \mathcal{H}_{y,0} + \lambda_{\mathcal{H}_y} \left(\frac{\mathfrak{G}ap_t}{r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t} \right) \quad (39)$$

$$\mathcal{T}_t^{target} = \mathcal{T}_0 + (1 - \lambda_{\mathcal{H}} - \lambda_{\mathcal{H}_y}) \mathfrak{G}ap_t \quad (40)$$

Estás ecuaciones reflejan las decisiones de política que un gobierno aplica como respuesta a cambios en la brecha fiscal, y para denostar su preferencia, los parámetros $\lambda_{\mathcal{H}}$ y $\lambda_{\mathcal{H}_y} \in [0, 1]$ reflejan el peso específico de la directriz a seguir. En tanto, las siguientes funciones describen los ajustes con relación al nivel objetivo de deuda pública y la forma en que habrá de financiarse.

$$\mathcal{H}_t^r = \mathcal{H}_{t-1} + \lambda_1 (\mathcal{H}_t^{target} - \mathcal{H}_{t-1}) + \lambda_2 \frac{(X_{t-1} - X^{target})}{y_t} \quad (41)$$

$$\mathcal{H}_{y,t}^r = \mathcal{H}_{y,t-1} + \lambda_1 (\mathcal{H}_{y,t}^{target} - \mathcal{H}_{y,t-1}) + \lambda_2 \frac{(X_{t-1} - X^{target})}{y_t} \quad (42)$$

$$\mathcal{T}_t^r = \mathcal{T}_{t-1} + \lambda_3 (\mathcal{T}_t^{target} - \mathcal{T}_{t-1}) - \lambda_4 (X_{t-1} - X^{target}) \quad (43)$$

Entonces los impuestos y transferencias quedan definidos de acuerdo a la siguientes funciones de reacción.

$$\mathcal{H}_t = \min\{\mathcal{H}_t^r, \mathcal{H}_u\} \quad (44)$$

$$\mathcal{H}_{y,t} = \min\{\mathcal{H}_{y,t}^r, \mathcal{H}_{y,u}\} \quad (45)$$

$$\mathcal{T}_t = \max\{\mathcal{T}_t^r, \mathcal{T}_l\} \quad (46)$$

Donde los $X_t = b_t, d_t, X^{target}, \mathcal{H}_u, \mathcal{H}_{y,u}$, y \mathcal{T}_l son parámetros exógenamente dados. Estas funciones de reacción implican que para satisfacer la balanza del gobierno, la deuda puede ser cubierta con diferentes fuentes de política de corto plazo y después ajustarse de forma endógena. Mientras que en el largo plazo cuando la deuda llega a su nivel objetivo, las únicas fuentes disponibles de política fiscal para los ingresos son los impuestos.

3.4. Vaciado de mercado

En equilibrio la oferta y la demanda en el mercado laboral son iguales,

$$L_t = L_t^S + L_t^{NS} = L_{x,t} + L_{n,t} + L_{e,t} \quad (47)$$

El mercado de bienes no transables se vacía de la siguiente manera,

$$q_{n,t} = \rho_n \left(\frac{P_{n,t}}{P_t} \right)^{-\epsilon} c_t + a_k (i_{x,t} + i_{n,t} + AC_{x,t} + AC_{n,t}) + a_{z_a} \mathbb{I}_{z_a,t} + a_{z_e} \mathbb{I}_{z_e,t} \quad (48)$$

En equilibrio la oferta y la demanda en el mercado de bienes de educación son iguales,

$$q_{e,t} = i_{e,t}^S + i_e^{NS} \quad (49)$$

Después de agregar ambos tipos de consumidores y emplear la restricción presupuestal

del gobierno, se obtiene la siguiente condición de factibilidad de la economía,⁹

$$\begin{aligned}
\Delta b_t^* + \Delta d_{t,c} + \Delta d_t &= \frac{r_{t-1}^* - g}{1 + g} b_{t-1}^* + \frac{r_{d,t-1} - g}{1 + g} d_{t-1} + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} d_{c,t-1} \\
&+ P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} + P_{k,t} (i_{x,t} + i_{n,t} + AC_{x,t} + AC_{n,t}) \\
&+ P_{e,t} (i_{e,t}^S + i_e^{NS}) \\
&- P_{x,t} q_{x,t} - P_{n,t} q_{n,t} - P_{e,t} q_{e,t} + P_t c_t \\
&+ \mathcal{P}_t - \mathcal{R}_t - \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t
\end{aligned} \tag{50}$$

4. Calibración

La calibración del modelo sigue el marco de referencia de Buffie *et al.* (2012) y Giovanni *et al.* (2014), donde en el equilibrio inicial del estado estacionario $P_x = P_n = P_m = P_{mm} = w = P = a_e = 1$. En tanto para calibrar los parámetros del caso mexicano, se emplea una base de 20 años que va desde 1993 hasta 2013; de otra forma la calibración se realiza con datos disponibles recientes. Los valores que se calibran son los siguientes:

- Los parámetros ρ_n , ρ_m y ρ_x , productividades a_x , a_n y los parámetros que capturan los rendimientos al capital humano γ y ϕ_h son calibrados en equilibrio inicial de estado estacionario, esto con los precios iguales a uno y que se cumplan ciertas restricciones que se describen a continuación,
 - La participación del sector no transable en la economía es 63.0 % del PIB sin incluir el sector educativo, resultado de promediar datos del obtenidos de Sectores Económicos en la Cuenta Pública (SECP (2011)) entre 2003 y 2011.
 - La participación del sector de bienes importados es 12.0 % del PIB, lo que resulta de promediar datos del Banco Mundial entre 1993 y 2013.

⁹El sector educativo es el único que posee beneficios, los cuales están definidos como $\phi_t = \phi_t^S + \phi_t^{NS}$ donde $\phi_t^S = \phi_t^{NS}$, i.e. ambos consumidores poseen los mismos beneficios.

Cuadro 1: Calibración de los parámetros del modelo

Parámetro	Valor	Definición
ρ_n	0.75	Participación de bienes no transables
ρ_m	0.16	Participación de bienes importados
ρ_x	0.09	Participación de bienes transables
τ	0.5	Elasticidad de sustitución intertemporal
ϵ	0.5	Elasticidad de sustitución intratemporal a través de los bienes
α_x	0.48	Participación del capital en el valor agregado en el sector exportable
α_n	0.35	Participación del capital en el valor agregado en el sector no transable
ξ_x	0	Externalidad del aprendizaje de capital del sector exportable
ξ_n	0	Externalidad del aprendizaje de capital del sector no transable
φ_h	0	Externalidad del aprendizaje del capital humano
a_k	0.46	Participación de los costos de insumos no transables en la producción de capital físico
a_{za}	0.46	Participación de los costos de insumos no transables en la producción de capital físico en infraestructura
ψ_x	0.15	Elasticidad de la producción sectorial respecto a la infraestructura del sector exportable
ψ_n	0.15	Elasticidad de la producción sectorial respecto a la infraestructura del sector exportable no transable
ψ_e	0.08	Elasticidad de la producción sectorial respecto a la infraestructura del sector educativo
δ	0.05	Tasa de depreciación
v	5.85	Costo de ajuste de capital
μ_{za}	0.051	Tarifa para usuarios de servicios de infraestructura
g	0.7 %	Tasa exógena de crecimiento económico de largo plazo
r	7.4 %	Tasa de interés real inicial de la deuda interna
r^*	7.4 %	Tasa de interés real inicial de la deuda externa privada
r^f	4 %	Tasa de interés real inicial de la deuda pública externa libre de riesgo
r_d	0 %	Tasa de interés real inicial de la deuda pública concesionada
r_{dc}	5.1 %	Tasa de interés real inicial de la deuda pública externa comercial
n	0.00074	Costo de ajuste del portafolio de deuda privada con el extranjero
ng	0	Prima de riesgo de la deuda pública
vg	0.011	Prima de riesgo de la deuda pública
R	28 %	Rendimiento inicial de la infraestructura
b	22.7 %	Deuda pública interna inicial como porcentaje del PIB
d	0 %	Deuda pública concesionada inicial como porcentaje del PIB
dc	10 %	Deuda pública externa comercial inicial como porcentaje del PIB
b^*	5 %	Deuda privada externa como porcentaje del PIB
R	2 %	Remesas como porcentaje del PIB
N	2 %	Ingresos no tributarios del gobierno como porcentaje del PIB
i_{za}	2 %	Inversión en infraestructura como porcentaje del PIB
sa	0.5	Eficiencia de la inversión pública
sa_{ss}	0.5	Eficiencia de la inversión pública en estado estacionario
Φ	0	Capacidad de absorción de la inversión
H	16 %	IVA inicial
H_y	2.64 %	Impuesto al ingreso inicial
T	10.3 %	Transferencias iniciales como porcentaje del PIB
λ_H	1	Peso del IVA en el ajuste de la política fiscal
λ_{H_y}	0	Peso del ISR en el ajuste de la política fiscal
λ_i para $i \in \{1, 3\}$	0.25	Parámetro de reacción de la política fiscal
λ_j for $j \in \{2, 4\}$	0.02	Parámetro de reacción de la emisión de deuda
a	0.85	Relación de dotación de trabajo de consumidores no ahorradores en comparación con los ahorradores
i_{ze}	0.2 %	Inversión en infraestructura educativa como porcentaje del PIB
$1 - \alpha_e$	0.92	Participación del pago al trabajo en el valor agregado del sector educativo
μ_{ze}	0.051	Tarifa de los usuarios de servicios de infraestructura educativa
δ_e	0.01	Tasa de depreciación del capital humano
a_{ze}	0.46	Participación de los costos de los insumos no transables en la producción infraestructura educativa
se	0.5	Eficiencia de la inversión pública en infraestructura educativa
se_{ss}	0.5	Eficiencia de la inversión pública en infraestructura educativa en estado estacionario
γ	0.57	Participación del bien de educación en la producción de nuevo capital humano
ϕ_h	0.43	Participación del bien capital humano en la producción de nuevo capital humano
A_h	0.10	Habilidad en la producción de capital humano
$\tau_{w,e}$	-0.83	Distorsión en el mercado laboral del sector educativo
$\tau_{i,e}$	-0.26	Gasto en bienes relacionados con la educación

Fuente: Elaboración propia.

- La participación del sector educativo en la economía es 6.7 % PIB, de acuerdo con el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) esto representa el promedio de 2000 a 2009 del gasto en educación en México.
- $\rho_x = 1 - \rho_n - \rho_m$
- Se fija que la depreciación al capital humano en 1 %. Este valor es congruente con la literatura, en particular, Weber (2009) estima que en Suiza la depreciación para las mujeres y los hombres está 0.7 % y 1.5 %, respectivamente. Murillo (2006) señala que la depreciación de la educación en España es de 1.9 % para administradores y profesionistas, 0.5 % para oficinistas y trabajadores calificados en cultivo y pesca, y 0.3 % para trabajadores manuales. Por su parte, Cho (2005) para analizar en México la efectividad de las transferencias del programa Progresá, actualmente denominado Prospera, utiliza una depreciación del capital humano de 1 %, estimación que está alineada con el valor que propone el presente estudio.
- Con base en la investigación Morales-Ramos (2011), γ , ϕ_h y A_h se calibran, dada la depreciación del capital humano y la participación del sector educativo de tal forma que en el equilibrio inicial el rendimiento promedio de inversión educativa sea de 8.23 %¹⁰ y $\gamma + \phi_h = 1$.
- Se estima que el valor de la prima por transferencias educativa sea 0.3 % el PIB. Dato que de acuerdo con Khandker *et al.* (2010) corresponde a la participación del gasto en el programa Progresá para el año 2004 . Lo que da como resultado $\theta=0.13$.
- Se estima el parámetro $\tau_{i,e}$ tal que gasto total en educación represente el 10 % del gasto total lo que corresponde a la participación del gasto en servicios educativos más otros gastos relacionados en los hogares de acuerdo a ENIGH 2012.

¹⁰El apéndice muestra la ecuación de este parámetro.

- Se estima el parámetro $\tau_{w,e}$ tal que la participación en el trabajo del sector de producción del bien de educación sea 5.6 %, correspondiente al promedio de 2005 a 2013 de la participación del trabajo en servicios educativos en el trabajo total, acorde a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).
- Con base en la estimación para México de Meza y Urrutia (2011), la elasticidad de sustitución intertemporal $\tau = 0.5$.
- De igual forma, con la estimación para México de Meza y Urrutia (2011), la elasticidad de sustitución intratemporal entre bienes $\epsilon = 0.5$.
- También Meza y Urrutia (2011), señalan que la participación del pago al capital en la producción del bien exportable $\alpha_x = 0.48$ y del no transable $\alpha_n = 0.35$.
- Los valores g y r implican un valor de $\beta = 0.94$.
- En el equilibrio inicial, las externalidades de aprendizaje por capital en el sector exportable φ_h , así como las de por producción σ_x y σ_n , son iguales a cero. En el apéndice se explora la idea de externalidades positivas del capital humano.
- La participación de los costos de los insumos no transables en la producción de capital, a_k y a_{za} , se calculan con el porcentaje promedio de maquinaria importada sobre la inversión total entre 2000 y 2012, lo que resulta en $a_k = 0.68$ y $a_{za} = 0.46$.¹¹
- Para las elasticidades de producción sectorial con respecto a infraestructura, ψ_x y ψ_n , se asume que el retorno de la infraestructura proporcionada por el sector público es 0.28, lo que a su vez implica $\phi_j = 0.15$ para $j \in \{x, n\}$ y que se tengan los mismos valores que Buffie *et al.* (2012).¹²

¹¹Se utilizan datos de Banxico sobre el valor de la maquinaria importada con respecto al PIB, mientras que la razón de inversión a PIB se toma del Bando Mundial. Con $P_{mm} = P_n = 1$ se tiene que $\frac{P_{mm}}{P_{mm} + a_k P_n} = 0.68$, lo que implica $a_k = 0.46$.

¹²El valor del retorno a la infraestructura es tomado de Giovanni *et al.* (2014). Mientras que de la metodología de Buffie *et al.* (2012) se toma $R + \delta = R_z = \frac{(\phi_x VA_x + \phi_n VA_n + \phi_e VA_e)(\delta + g)}{i_z}$, donde VA_i es el valor agregado del sector i en el PIB e i_z es la inversión del gobierno en infraestructura.

- La participación del pago al capital en la producción del bien de educación $\phi_e = \alpha_e = 0.08$, de acuerdo con OECD (2014).
- Con base en Meza y Urrutia (2011), la tasa de depreciación $\delta = 0.05$.
- El costo de ajuste del capital, v , está relacionado con ω , elasticidad de la inversión con respecto a la q de Tobin. Así, con $\omega \in \{1, 2, \dots, 10\}$, se toma el promedio y resulta en $v = 5.85$.
- De acuerdo a Buffie *et al.* (2012) la tarifa para los usuarios de servicios de infraestructura, $\mu_{za} = 0.051$.
- La tasa de crecimiento exógena, $g = 0.0076$, con $g = (1 + ga)(1 + gn)$ donde ga es la tasa exógena de crecimiento de la productividad y gn es la tasa de crecimiento poblacional para el rango entre 15 y 65 años de edad. Para calcular ga se realizó un ejercicio de contabilidad del crecimiento con base en una función de producción agregada $Y_t = A_t k_t^\alpha (h_t E_t)^{1-\alpha}$, donde k_t = capital, h_t = horas trabajadas, E_t = años de escolaridad, y A_t = productividad. Con una diferencia de logaritmos es posible calcular la tasa de crecimiento de A_t , por lo que $ga = 0.009$, prácticamente igual a cero; resultado que es consistente con la investigación de Bergoeing *et al.* (2001) para el caso de México.¹³ En tanto para la tasa de crecimiento poblacional, se emplearon las proyecciones de 1993 a 2050 para el rango entre 3 y 65 años de edad del Consejo Nacional de Población (Conapo), esto debido a la naturaleza del modelo y la población que pretende capturar.
- En estado estacionario $r = r^*$. Por lo tanto, la tasa de interés real inicial de la deuda interna, $r = 7.4\%$; esto corresponde al nivel promedio de 2001 a 2014 de la tasa implícita que reporta la SHCP.

¹³Los datos del PIB fueron tomados de Kehoe y Meza (2011), mientras que los años de escolaridad del documento Panorama Educativo 2008 y de bases del Inegi. Debido a que sólo se tiene una muestra de cinco años para el cálculo del crecimiento de los años de escolaridad, se consideró un promedio del crecimiento anualizado para este indicador.

- La tasa de interés externa real libre de riesgo, $r_f = 4\%$, corresponde al rendimiento promedio real de 3 a 10 años de las acciones y bonos del tesoro de Estados Unidos.
- La tasa de interés real de préstamos concesionados, r_d , es igual a 0.
- La tasa de interés real inicial de la deuda pública externa comercial, $r_{dc} = 5.1\%$, que corresponde a la tasa implícita de la deuda externa del gobierno mexicano, de acuerdo a la SHCP.
- Para los costos de ajuste de cartera y prima de riesgo se sigue el marco de Buffie *et al.* (2012); el ajuste de la prima de riesgo de la deuda pública es igual a cero, i.e. $n_g=0$. Por lo que la prima de riesgo de la deuda pública resulta de $v_g = r_f - r_{dc}$. El parámetro de ajuste de la cartera, $n = .000742$ de acuerdo con Schmitt-Grohe y Uribe (2002).
- La deuda pública interna $b = 0.14$, corresponde al promedio de 2001 a 2014 del Saldo Histórico de los Requerimientos Financieros del Sector Público (SHRFSP) doméstico entre el PIB; en tanto la deuda pública externa comercial, $dc = 0.1$, es el promedio del SHRFPS externo sobre el PIB.¹⁴ El valor de la deuda pública concesionada, $d = 0$, toma este valor ya que en México no existe tal esquema.
- La deuda externa privada inicial, $b^* = 0.05$, corresponde al valor promedio de 1994 a 2013 de la deuda privada en el extranjero sobre el PIB de acuerdo con datos del Banco Mundial.
- Para México, las subvenciones como porcentaje del PIB son iguales a cero. Mientras que datos del Banco Mundial muestran que el promedio de las remesas entre 1994 y 2013, fue 2% del PIB.

¹⁴El SHRFSP, refleja el saldo acumulado anualmente de los Requerimientos Financieros del Sector Público (RFSP) y representa una medida amplia de la deuda pública, por lo que constituye el indicador oficial de deuda pública. En tanto, los RFSP reflejan las necesidades de financiamiento del Gobierno Federal y las entidades del sector público federal, al abarcar la diferencia entre los ingresos y los gastos distintos de la adquisición neta de pasivos y activos financieros, e incorpora las actividades del sector privado y social cuando éstas actúan por cuenta del Gobierno Federal o las entidades.

- Los ingresos no tributarios del gobierno, N , ascienden a 2% del PIB. Cifra que se construye a partir del monto total de ingresos menos ingresos tributarios, ingresos por tarifas de infraestructura y gastos totales en educación; para lo cual se emplean datos de la SHCP entre 1993 y 2013.
- La inversión en infraestructura, i_{za} , tiene un valor de 2% del PIB e incluye inversión en energía, transporte, salud, agua y drenaje. El valor corresponde al promedio de 1993 a 2013 con datos de la SHCP.
- De acuerdo con Buffie *et al.* (2012) la eficiencia de la inversión pública $sa = sa_{ss}$ es igual 0.5 y la capacidad de absorción de la inversión, Φ es igual a cero.
- Acorde a la legislación tributaria en México, la tasa impositiva del IVA inicial, H , toma un valor de 0.16. Mientras que la recaudación por ingreso, Hy , asciende a 2.64% del PIB, lo cual con datos de la SHCP; representa la recolección promedio del impuesto sobre la renta (ISR) entre 1994 y 2013. Por lo tanto, la calibración del parámetro del ISR se realizó con la recaudación de este impuesto como proporción del PIB en el estado inicial. Sin embargo, la dinámica descriptiva del modelo es en términos de una tasa impositiva.
- Las transferencias, T , son iguales a 6% del PIB; este monto contempla el total del gasto público menos la inversión del sector público y el gasto público total del sector educativo. La cifra resulta de promediar datos de la SHCP entre 1993 y 2013.
- Con base en Buffie *et al.* (2012), los pesos del ajuste fiscal $\lambda_H = 1$ y $\lambda_{Hy} = 0$ toman valores de uno y cero, respectivamente.
- Asimismo, de acuerdo a Buffie *et al.* (2012), los pesos de reacción fiscal λ_i para $i \in \{1, 3\}$, son iguales a 0.25; y los pesos de reacción por deuda, λ_i para $i \in \{2, 4\}$, son iguales a 0.02.

- La razón entre no ahorradores y ahorradores, a , es igual a 0.78; nivel que se construye a partir de la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF); donde se muestra que el 56% de la población adulta cuenta con al menos un producto y/o servicio financiero formal.
- La inversión en infraestructura educativa, i_{ze} , es igual a 0.2% del PIB; esta cantidad representa la inversión promedio en formación bruta de capital para el sector educativo, entre 1993 y 2003 con datos de la SHCP.
- Las tarifas en el sector educativo se asignan para que tengan el mismo valor que las tarifas en la inversión de infraestructura, i.e. $\mu_{ze} = \mu_{za}$. La eficiencia de la inversión pública en infraestructura se asigna para que tenga el mismo valor i.e. $se = se_{ss} = sa = sa_{ss}$. Y la participación de los costos de los insumos no transables en la producción de infraestructura igualmente se asigna para que tenga el mismo valor i.e. $a_{ze} = a_{za}$.

5. Esquema de inversión pública en infraestructura educativa

Como se mencionó anteriormente, existen diversos instrumentos de política pública que el gobierno puede implementar en su búsqueda de garantizar la cobertura universal de la EMS. Entre estos instrumentos se encuentra el grado de inversión en infraestructura para producir el bien de educación, y el requerimiento mínimo de inversión que impone el gobierno para asegurar una determinada cantidad de producción del bien de educación. Es debido a la relevancia de este par de variables exógenas, que la presente sección muestra a detalle cómo se calcula el valor de estas variables del modelo.

En primera instancia es importante considerar que universalizar la cobertura de la educación básica y EMS representa un reto debido a la dinámica poblacional, ya que esto genera incrementos en el gasto público requerido. De acuerdo con la SEP, en 2012

la matrícula de la educación básica fue de 25.8 millones de alumnos, mientras que en el nivel medio superior ésta ascendió a 4.4 millones de alumnos; lo que representó 96 % y 40 % de la población en edad de estudiar en cada nivel, respectivamente. La diferencia en estos indicadores, da muestra del área de oportunidad que se tiene en el grado medio superior para incorporar un mayor número de personas en edad de estudiar; sin embargo, para lograr esto se necesita que tanto las familias como el gobierno realicen un esfuerzo por aumentar el gasto en educación.

En términos del modelo, el nivel de inversión mínima en el bien de educación refleja el gasto en educación de la economía. Así, en el estado inicial representa el gasto en el sector educativo que corresponde 6.7 % del PIB ($P_{e,t}q_{e,t}/y$) más un rubro extra que contempla otros bienes empleados en educación ($\tau_{i,e}P_{e,t}q_{e,t}$); por lo que para obtener el gasto total en educación se debe contabilizar el gasto privado más el gasto público en el sector educativo. En este contexto, para obtener el gasto base en 2012, se calculó el gasto promedio privado de un estudiante en determinado nivel educativo más el gasto promedio del sector público por estudiante¹⁵ en el mismo nivel al 2012, cifra que se pondera con la participación del sector público en el sector educativo. Con este concepto y después de multiplicarse por la matrícula total, se obtiene el gasto total en educación de la economía en 2012.

Al considerar un deflactor de precios constantes e incorporar la dinámica poblacional con grados de cobertura que pueden llegar hasta la universalización, se encuentra la dinámica de crecimiento real del gasto en educación; y si ésta es normalizada a base 100 en el nivel inicial, se obtiene la senda exógena de crecimiento en inversión mínima en educación que requiere el gobierno para un determinado grado de cobertura.

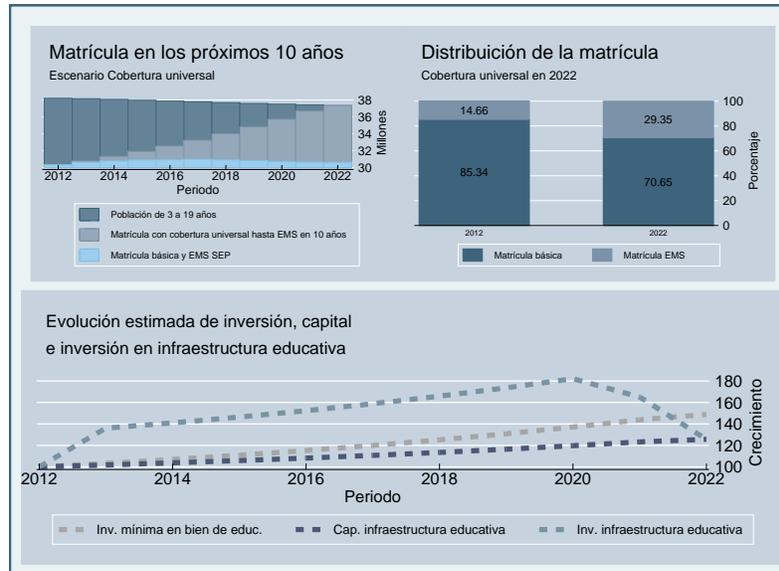
Para la inversión en infraestructura educativa se realiza un ejercicio similar, donde se toma el número de planteles por nivel educativo y la matriculación del ciclo escolar 2012-2013 para calcular el ratio de estudiantes por plantel. Al contar con el ponderador de costo por alumno en un nivel determinado, con el ratio por plantel constante, gracias a la

¹⁵Los datos de gasto promedio por estudiante del sector público por nivel fueron tomados del INEE (2012).

dinámica poblacional se puede obtener los requerimientos en el incremento de planteles y el costo asociado a éstos. De nueva cuenta se normaliza a base 100, para que se genere una senda de crecimiento de planteles donde 2022 es el nuevo nivel de estado estacionario que requiere un nivel de infraestructura constante para los próximos periodos.

La Figura 7 muestra en el panel superior izquierdo, la evolución de la matrícula requerida para incorporar a toda la población en edad de estudiar, i.e. universalización del nivel básico y EMS, la cual pasa de 30.3 millones en 2012 a 37.3 millones en 2022. En esta misma figura se muestra la proyección que la SEP ha considerado para dicho periodo. En el panel superior derecho, se observa que de implementar una política de universalización total, la composición de la matrícula cambia, donde los estudiantes de EMS ganarán una mayor proporción. Por último, el panel inferior expone las trayectorias de la senda de inversión mínima en el bien de educación, la inversión en infraestructura educativa calculada y la evolución de la infraestructura pública.

Figura 7: Evolución de cobertura, inversión en infraestructura educativa e imposición de inversión mínima en el bien de educación



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Nacional de Información Estadística Educativa (SNIE) de la SEP, y Proyecciones de la Población 2010-2050 del Conapo.

6. Resultados

Esta sección presenta los resultados de corto, mediano y largo plazo en diferentes escenarios, con el objetivo de evaluar la factibilidad hacendaria de universalizar la cobertura de la EMS en México. Es importante mencionar que, en primera instancia, el análisis se enfoca en los resultados de largo plazo; para después ahondar en el comportamiento de las trayectorias de corto y mediano plazo, donde toma particular importancia el desempeño de las variables fiscales para la toma de decisiones en el diseño de la política pública.

El escenario base contempla el IVA (H) como fuente para financiar la deuda y cubrir a toda la población en edad típica de estudiar el nivel medio superior, mientras que en escenarios alternativos se modifica el nivel de inversión mínima en el bien educación, la cantidad de inversión en infraestructura educativa, el grado de cobertura de la EMS y la

selección del instrumento para financiar el pasivo del gobierno.

En particular esta sección abordará tres escenarios alternos, mientras que el siguiente apartado contempla el estudio de los casos japonés y norteamericano; países que tuvieron éxito al implementar políticas de aumento de inversión en infraestructura educativa, enfocadas en expandir el nivel de educación entre su población.

En lo que respecta al segundo escenario, con base en el Sistema Nacional de Información Estadística Educativa (SNIE), se calcula el nivel de inversión mínima en el bien de educación y en infraestructura educativa que habría de sostener la tendencia de matriculación histórica y pronosticada para el periodo 2012-2022. Por su parte, el tercer escenario cambia de IVA (H) a ISR (Hy), esto como fuente de política fiscal para subsanar la deuda contraída y con el resto de variables acordes al escenario base. Por último, el cuarto escenario propone cambios en las transferencias del gobierno como fuente para financiar la deuda, y mantiene constantes al resto de elementos de política.

6.1. Resultados de largo plazo

Este apartado analiza el comportamiento de las diferentes variables macroeconómicas y fiscales en el largo plazo, esto ante cambios exógenos en la política del gobierno para ampliar la educación en México; para lo cual se modelan cambios en el grado de inversión en infraestructura educativa, el nivel de inversión mínima en el bien educación y sobre las variables de política fiscal IVA (H), ISR (Hy) y transferencias T que representan gasto público no educativo.

Para el presente análisis, el largo plazo se define como el comportamiento de las variables en 50 periodos a partir del estado inicial.¹⁶ A continuación se presentan los resultados de largo plazo para los escenarios planteados.

El primer hecho que destaca, es que en todos los escenarios el PIB per cápita real ($\frac{y}{P}$)

¹⁶En el apéndice se muestra el comportamiento de las variables en el nuevo estado estacionario, en contraste con el estado inicial. Asimismo, se exponen ciertos escenarios propuestos por Buffie *et al.* (2012), donde destacan aquellos que presentan variaciones en la deuda externa, presencia de externalidades, y choques a la productividad.

y el consumo (C) aumentan, así cualquier política de ampliación de infraestructura educativa implementada o nivel inversión establecido para el bien educación; generan impactos positivos para la economía.

Al establecer un nivel de inversión mínima, el consumo del consumidor no ahorrador crece en mayor proporción, lo cual se debe al rendimiento del capital humano en la economía. De acuerdo con la ley de movimiento del capital humano, la inversión presenta rendimientos decrecientes respecto a la acumulación de dicho capital para los próximos periodos.

Ante un aumento generalizado de la inversión para expandir la infraestructura para la producción de capital humano de la economía, el rendimiento que tendrá dicha inversión será mayor en los consumidores no ahorradores que en los ahorradores. Lo anterior se debe a que los primeros poseen un menor nivel de capital humano y grado de inversión. A pesar del costo asociado θ en el que incurre el gobierno para expandir el sector educativo, los beneficios que se generan son mayores y se reflejan en mayores tasas de crecimiento para el producto. Más aún, esta dinámica genera un mayor incremento en el ingreso en la población no ahorradora, y por lo tanto mayores beneficios para este sector. Sin embargo, dada la naturaleza de las funciones de reacción del gobierno, esta política se financia con deuda pública soportada con recursos provenientes de los consumidores ahorradores; lo que se traduce en un entorno de transferencia de riqueza de un tipo de consumidor a otro.

En todos los escenarios, no se presenta un desplazamiento de la inversión privada, lo que genera que el producto crezca tanto por trabajo efectivo como por crecimiento en el capital físico. En particular, se tiene un incremento de la inversión física privada en los sectores transable y no transable, lo cual apunta a una complementariedad entre los capitales humano y físico que está en línea con los hallazgos que presenta Buffie *et al.* (2012), acerca de los efectos conjugados de la infraestructura pública y el capital físico.

Por su parte, el escenario que contempla la tendencia de matriculación, presenta menores resultados en comparación con el resto de escenarios que consideran una cobertura

universal. Mientras que en los mecanismos para solventar la deuda derivada de establecer un nivel de inversión mínima para el bien de educación, se presentan aumentos en los impuestos al consumo H , y a la renta Hy , así como una disminución de las transferencias T . Por lo que en el horizonte de 50 años, se tiene que elegir sobre la fuente de política fiscal que tiene que modificarse para obtener los recursos que sostendrán el tren de deuda pública.

En particular, el escenario con el ISR como fuente de política genera menores niveles de crecimiento, ya que el aumento del impuesto crea mayores distorsiones para la economía que repercuten negativamente en su desempeño.

En tanto, las transferencias en educación para los consumidores aumentan con el establecimiento de la inversión mínima en el bien de educación. De no establecer dicho nivel, los consumidores no ahorradores tienen un detrimento en su ingreso por transferencia a la educación; lo cual se debe a que el incremento en infraestructura educativa hace que el precio del bien educativo disminuya, y al mantener la cantidad de inversión constante el valor total decae.

En cada escenario se muestran dos casos, el primero donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación y el segundo sin esta inversión mínima (Sin IM).

Los valores máximos de la participación del sector educativo y la inversión en infraestructura en el producto se ubican en 8.03 % y 0.25 % del PIB, respectivamente; lo que equivale a incrementos de 20 % y 25 % para estos indicadores.

La diferencia entre los resultados de los casos con inversión mínima y sin esta, se puede explicar principalmente porque al imponer un piso de inversión en educación, el capital humano aumenta y por lo tanto la productividad del trabajo y la producción. Se debe resaltar que el escenario que mantiene la tendencia de matriculación presenta efectos de menor magnitud comparado con el escenario base. La diferencia entre ambos escenarios se deriva del impacto de aumentar el capital humano y la productividad a raíz de fortalecer

la política de cobertura total en educación EMS. Las últimas columnas del Cuadro 2 muestran el efecto de implementar diferentes fuentes de financiamiento en el escenario base en un horizonte de largo plazo. Como es de esperarse, incrementar el ISR conlleva a efectos distorsionantes que generan un impacto negativo para el crecimiento económico.

Cuadro 2: Resultados de largo plazo
(cambio % entre estado inicial y final de largo plazo)

Variable	Base		Tendencia		ISR		Transferencias	
	IM	Sin IM	IM	Sin IM	IM	Sin IM	IM	Sin IM
y/P	9.20	0.79	0.65	0.08	8.83	0.75	9.17	0.78
C	4.60	0.32	0.42	0.03	4.26	0.29	4.50	0.31
H	16.27	16.01	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Hy	2.64	2.64	2.64	2.64	2.90	2.66	2.64	2.64
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.22	-0.08
$I^{Privada}$	8.86	0.79	0.68	0.08	8.50	0.76	8.72	0.78
τ_e^S	16.90	2.83	-0.28	0.30	16.38	2.80	16.82	2.80
τ_e^{NS}	46.85	-2.01	4.79	-0.22	46.20	-2.04	46.74	-2.02
$\frac{P_e q_e}{y}$	8.03	6.70	6.79	6.70	8.03	6.70	8.03	6.70
$\frac{P_{ze} i_{ze}}{y}$	0.23	0.25	0.20	0.20	0.23	0.25	0.23	0.25
\bar{h}	10.83	0.88	0.80	0.09	10.81	0.86	10.84	0.87
h^S	6.15	1.57	-0.08	0.16	6.10	1.54	6.16	1.56
h^{NS}	16.71	0.00	1.90	0.00	16.71	0.00	16.71	0.00
C^S	1.94	0.50	0.01	0.05	1.57	0.46	1.86	0.49
C^{NS}	10.61	-0.08	1.35	-0.01	10.36	-0.10	10.46	-0.09

Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.

Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_e q_e}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{ze} i_{ze}}{y}$), el IVA (H), y el ISR (Hy) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo.

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Resultados de corto y mediano plazo

Debido a los resultados obtenidos en el largo plazo, se torna pertinente analizar el comportamiento de los diferentes indicadores en el corto y el mediano plazo. En particular, es necesario cuantificar los efectos del producto, el consumo y el bienestar que surgen en los diferentes escenarios. Para lograr esto, en primer lugar se establece una medida que a través del tiempo dimensione la tasa interna de retorno de la inversión (TIR), para lo cual

considera los beneficios netos del crecimiento del producto menos los costos de invertir en educación.

$$\begin{aligned}
 (\text{Beneficios} - \text{costos})_t &= (y_t - y_0) - (\tau_{e,t}^{NS} + \tau_{e,t}^S - \tau_{e,0}^{NS} - \tau_{e,0}^S) \\
 &\quad - (P_{ze,t}i_{ze,t} - P_{ze,0}i_{ze,0})
 \end{aligned} \tag{51}$$

Donde x_0 es la variable x en el estado inicial.

Asimismo, se establece una métrica de utilidad total que es la suma descontada de las utilidades de ambos consumidores, y está normalizada a 100 en el escenario base.

$$\text{Utilidad} = \sum_0^T [\beta^t u(c_t^S) + \beta^t u(c_t^{NS})] \tag{52}$$

Donde T corresponde a un horizonte total de 50 periodos.

De considerar como medida de bienestar al retorno obtenido de la inversión en educación, el Cuadro 3 muestra que las tasas internas de retorno de esta política siempre son positivas. Sin embargo, en el horizonte de corto y mediano plazo de 30 años las tasas son menores, y en el caso donde no se establece un nivel de inversión mínima el retorno se reduce. El hecho de que en todos los escenarios de largo plazo se tenga mayor rentabilidad, apunta a que la inversión en infraestructura educativa requiere de un periodo de maduración para cosechar mayores beneficios. Por otro lado, es importante señalar que cuando se tiene como fuente de política la recaudación del ISR (*Hy*), se presentan los menores rendimientos debido a las distorsiones que este impuesto ocasiona.

Finalmente, en cuanto al concepto utilitario de las decisiones de política en el horizonte de 50 años, se aprecia que el escenario base de cobertura universal es el que brinda mayor utilidad, seguido de los escenarios con modificaciones en el ISR y las transferencias, respectivamente; y donde se obtiene menores beneficios es el escenario que mantiene la tendencia

de matriculación. Análogamente a los resultados de bienestar, cuando se establece una inversión mínima en el bien de educación se registran niveles de utilidad mayores. Estos resultados confirman la conveniencia de establecer un nivel de inversión mínima, lo cual se traduce en un efecto igualitario que hace que el consumo de los agentes no ahorradores crezca en mayor proporción en comparación con la población ahorradora.

A continuación se profundiza en la sendas óptimas de las principales variables en el horizonte de corto y mediano plazo.

Cuadro 3: Resultados de corto plazo y mediano plazo

Variable	Base		Tendencia		ISR		Transferencias	
	IM	Sin IM	IM	Sin IM	IM	Sin IM	IM	Sin IM
TIR en 30 años (%)	14.48	8.40	11.91	10.16	5.95	4.00	13.52	8.30
TIR en 50 años (%)	16.44	11.31	13.57	12.15	10.36	8.52	15.52	11.21
Utilidad en 50 años	99.12	94.57	95.68	94.72	99.00	94.58	97.64	94.42

Nota: La tasa interna de retorno (TIR) está calculada como el cambio en el PIB per cápita, menos el cambio en inversión en infraestructura y transferencias educativas. Mientras que la medida utilidad es en 50 años y resulta de comparar un índice estandarizado y normalizado con la suma descontada de las utilidades de ambos consumidores, donde se contempla todo el horizonte de evaluación de los 21 escenarios del presente estudio.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.1. Escenario base en el corto y mediano plazo

La Figura 8, muestra en primer lugar que existen diferencias entre los efectos de establecer un nivel de inversión mínima en el bien en educación y no hacerlo. Con base en la calibración, se sabe que para ambos tipos de consumidores el nivel de educación promedio está por debajo del grado medio superior, lo que provoca que la restricción de inversión mínima esté activa. Más aún, al contrastar la evolución de las variables en los diferentes escenarios, existe una divergencia entre los niveles que se alcanzan, y en consecuencia se crea evidencia sobre la importancia de elegir una determinada política para fomentar la educación.

En este contexto, pese a que para el consumidor ahorrador sea óptimo elegir un nivel de inversión menor al mínimo preestablecido para el bien de educación, la propia restricción le

impide tomar esta opción y causa una disminución en su utilidad. Consecuentemente, esta medida de establecer un nivel de inversión mínima tiene un efecto igualitario que mejora la utilidad de los consumidores no ahorradores. En los primeros 10 años el consumo de los agentes ahorradores cae menos de 1 %, mientras que para los no ahorradores la caída es casi imperceptible. Después el consumo crece para ambos agentes.

El salario real se incrementa para después caer en equilibrio, lo anterior, debido al efecto combinado de los movimientos de precio del bien de inversión en educación y el bien no transable. Más aún, en el largo plazo las condiciones de arbitraje hacen que el precio de la inversión en educación regrese a su nivel inicial. Por su parte, la tasa de interés tiene una caída ocasionada por el aumento exógeno de la inversión mínima establecida para el bien de educación, condición que se da desde el primer periodo con el objetivo de ampliar la cobertura educativa del nivel medio superior.

En cuanto al comportamiento de los principales indicadores destaca que mientras el producto aumenta casi inmediatamente, el consumo agregado presenta un crecimiento sostenido pasada la primera década. Con base en las ecuaciones de reacción del gobierno, la deuda es el primer mecanismo de financiamiento. Por su parte, el modelo señala que el incremento de la deuda interna deberá acompañarse inmediatamente con un aumento en los impuestos para repagar el pasivo adquirido y hacer que el esquema de financiamiento sea sostenible a lo largo del tiempo.

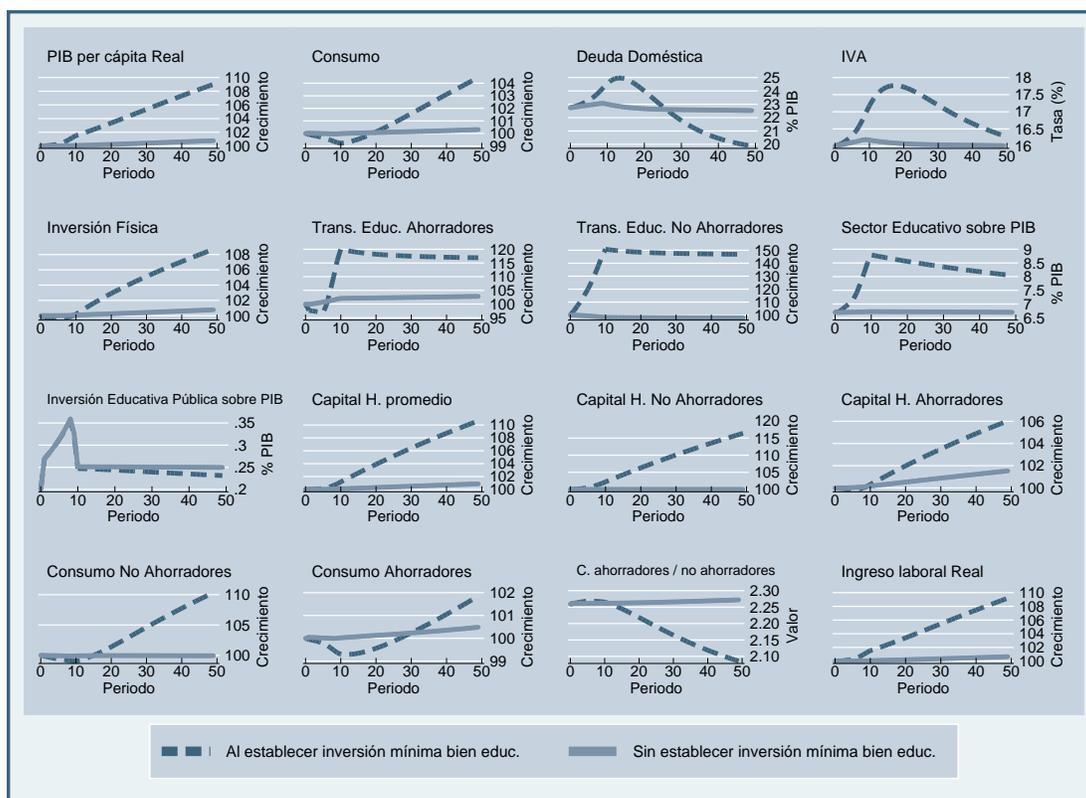
Una vez realizado el aumento del IVA (H), aunado al crecimiento del ingreso, es posible disminuir la deuda a niveles menores a los iniciales. Esto se debe a que si bien, en las funciones de reacción, el nivel de deuda nominal objetivo es el mismo que el inicial; el incremento del PIB provoca que el nivel relativo de la deuda contra este indicador disminuya.

Un hallazgo que contrasta con los resultados de largo plazo, es que la inversión física permanece constante durante la década inicial de la implementación del esquema. Esto, consecuencia de que el aumento de la deuda del gobierno es financiado por los consumidores ahorradores, lo que desplaza la canalización de recursos para la inversión física en los

sectores transable y no transable.

En el caso de las transferencias para la infraestructura educativa, i.e. gasto educativo, en el corto y mediano plazo éstas aumentan hasta 50% para los no ahorradores, y 20% para los ahorradores; mientras que en el largo plazo, el gasto en infraestructura educativa crece 25%. Estos resultados son consistentes con el hecho de que el sector educativo es intensivo en el uso del trabajo. Por lo que la principal fuente de presiones presupuestarias debido a una política para ampliar la educación, provendrá del incremento en el gasto corriente que soporte los salarios del personal docente, monto que rebasa el gasto realizado en infraestructura.

Figura 8: Efectos de corto y mediano plazo del escenario base



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$. Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{Educa}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{Educa}}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM). Fuente: Elaborado propia.

6.2.2. Escenario tendencia en matriculación en el corto y mediano plazo

La Figura 9 muestra los resultados de implementar un esquema en el cual sólo se cubre la tendencia de matriculación de las proyecciones del SNIE. A pesar de que el comportamiento de las diferentes variables es similar al del escenario base, se aprecia que las magnitudes de los cambios son menores.

La importancia de este escenario, radica en el contraste que permite hacer contra el escenario base, y con ello dimensionar lo trascendental que es incrementar la tasa de co-

bertura en el nivel de educación medio superior. Mientras que el escenario base contempla lograr una tasa de cobertura de 100% de la población en edad de estudiar y garantizar la inversión mínima en el bien de educación para implementar dicha política; el escenario de la tendencia de matriculación sólo cubre 5.3 millones de estudiantes, lo que representa 50% del potencial estudiantil.

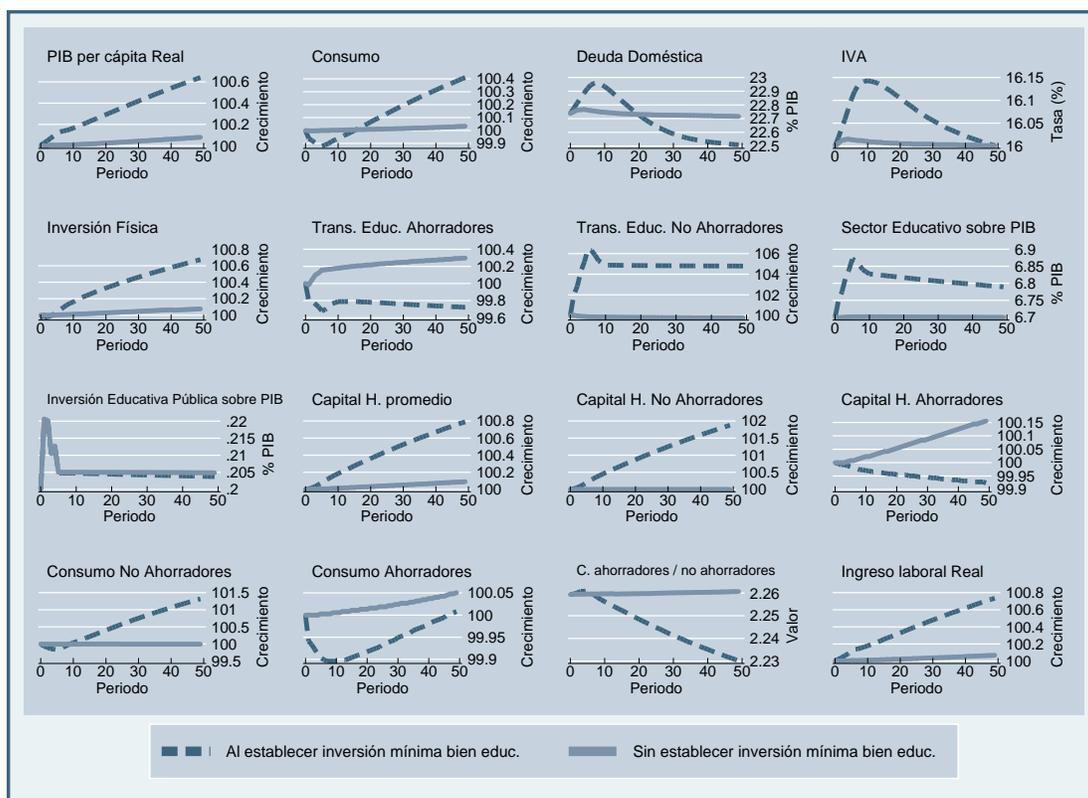
Asimismo, entre más grande sea la cobertura educacional, mayor será el aumento requerido en el nivel de inversión mínima para el bien de educación. Es así que el escenario base al necesitar aumentar en 5 millones de estudiantes la matrícula existente en EMS, representaría un incremento de la inversión de 48%; mientras que, el escenario inercial demandaría crecer la inversión sólo en 4%.

Con base en estas cifras, en el escenario con la tendencia, el 50% de la población entre 15 y 19 años estaría fuera de la aulas; lo que disminuiría la acumulación de capital humano y éste no estaría disponible para incrementar la productividad de la mano de obra. Así, las siguientes generaciones en edad de trabajar estarían menos capacitadas y esto frenaría tanto la expansión como el desempeño de las actividades económicas.

Como resultado del ejercicio en la Figura 9, en los primeros 50 años el capital humano aumenta alrededor de 0.7%. Al dividirlo por tipo de agente, el capital humano de los consumidores no ahorradores crece hasta en 2%, mientras que para los consumidores no ahorradores éste permanece relativamente constante. Por su parte, tanto las trayectorias del consumo de los agentes, como las del salario y la tasa de interés siguen patrones similares a las del escenario base, pero con magnitudes diferentes.

Por lo tanto, el presente escenario resalta la importancia de la educación media superior para el crecimiento, así como la relevancia de políticas que impulsen la absorción para que la población en edad típica de estudiar esté en las aulas. En este sentido, los resultados aquí mostrados son consistentes con la literatura que muestra la importancia de la EMS.

Figura 9: Efectos de corto y mediano plazo del escenario con la tendencia



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$. Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{Educa}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{Educa}}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM). Fuente: Elaborado propia.

6.2.3. Escenario ISR como fuente de financiamiento en el corto y mediano plazo

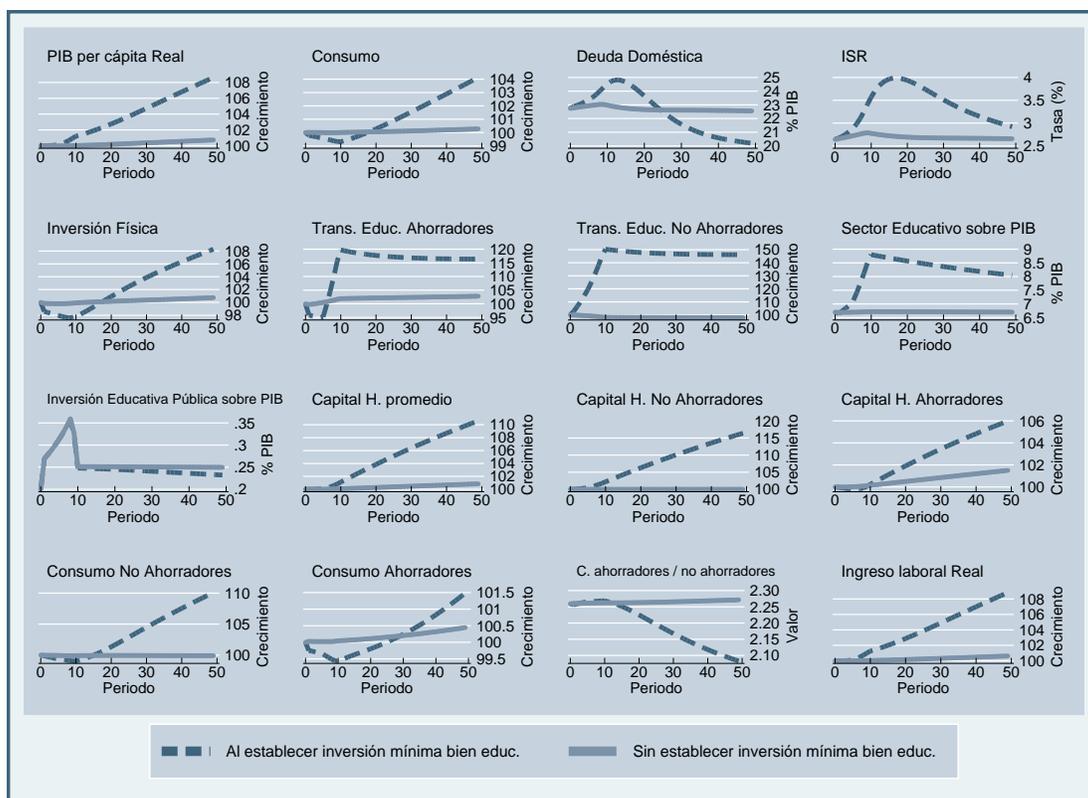
La Figura 10 muestra el escenario que resulta de cambiar de IVA (H) a ISR (H_y) como fuente de política fiscal para subsanar la deuda contraída, y mantiene el resto de variables de política conforme al escenario base. Al igual que en el escenario base, se obtiene un aumento sostenido en el PIB per cápita real, con una caída inicial en el consumo agregado que después exhibe un crecimiento sostenido. En cuanto al ISR (H_y), este aumenta su base

impositiva para solventar la deuda adquirida. Sin embargo, este aumento en tasa es mayor en comparación con la requerida para el IVA (H), ya que la base tributaria del ISR crece hasta un 51 %, mientras que el incremento máximo del IVA alcanza un 11 %.

Además, debido la distorsión creada por el incremento en el ISR, lo cual impacta directamente al ingreso de la renta del capital físico, el desplazamiento de la inversión en los sectores transable y no transable es mayor.

Al incrementarse el impuesto sobre la renta de igual manera se desincentiva a la inversión en capital humano, siempre y cuando la restricción sobre inversión mínima no esté activa para el consumidor ahorrador. Sin embargo, debido a los rendimientos decrecientes se disminuye la brecha de ingreso entre ambos consumidores al igual que en el consumo. En este sentido, Christopher (2002) indica que la existencia de un impuesto progresivo al ingreso puede generar desincentivos grandes en la acumulación de capital humano. Por su parte, Guvenen *et al.* (2009) advierten que gran parte de las diferencias salariales en Estados Unidos pueden ser explicadas por las discrepancias en impuestos progresivos al ingreso.

Figura 10: Efectos de corto y mediano plazo del escenario que utiliza el ISR como fuente de financiamiento



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.
 Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{eizy}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{eizy}}{y}$) y el ISR (H_y) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).
 Fuente: Elaboración propia.

6.2.4. Escenario transferencias como fuente de financiamiento en el corto y mediano plazo

Finalmente, la Figura 11 muestra los resultados del escenario con cambios en las transferencias como fuente de financiamiento al reducir este gasto para destinarlo a proyectos productivos y se mantiene el resto de variables de política conforme al escenario base. En el contexto del modelo, los cambios en las transferencias representan modificaciones en el

gasto público sin mover los impuestos.

Al ser las transferencias o movimientos en el gasto público un mecanismo de política fiscal que no genera los efectos distorsionantes como los del IVA y del ISR, el comportamiento de las variables es similar al encontrado en el escenario base con un efecto mayor sobre el crecimiento. A diferencia del escenario con el ISR como fuente de financiamiento de la deuda, el efecto de desplazamiento de la inversión física se ve mitigado. A pesar de esta ventaja, en comparación con el escenario base, las transferencias tienen un impacto menor hasta en 15 % para sostener los niveles de deuda.

Esta consideración representa un reto importante en materia de finanzas públicas, ya que para ampliar la cobertura del sector educativo; el gasto corriente para cubrir la nómina del personal docente juega un papel fundamental, por lo que la ausencia de fuentes de ingresos adicionales implicaría una contracción del gasto público en otros sectores y crearía presiones para la asignación del presupuesto.

Debido a que este instrumento no debe tener los efectos negativos mostrados por fuentes como el IVA y el ISR, se esperarían impactos menores que distorsionen la inversión.

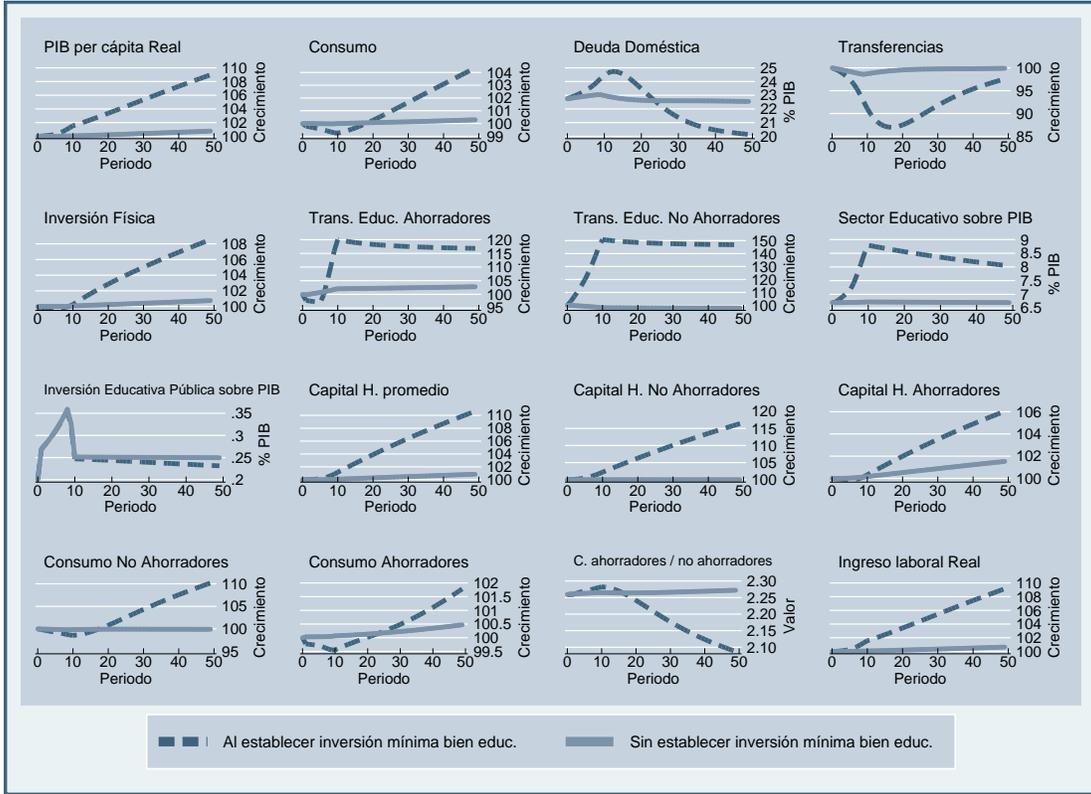
La Figura 11 muestra la evolución de las principales variables al igual que el escenario base, donde las trayectorias se asemejan a las del escenario base. Sin embargo, el efecto de desplazamiento de la inversión física es menor, hecho que no aparece con las demás fuentes de financiamiento.

En el contexto del modelo, las transferencias representan gasto corriente del gobierno. Por lo que para solventar la deuda adquirida, se debe contraer el gasto en 12.5 %. Esta postura representa un reto importante en materia de política fiscal, ya que el incremento en el gasto corriente del sector educativo significa una disminución del presupuesto en otras actividades del gobierno; así, de no implementar las reducciones se crearían presiones para mantener la solidez de las finanzas públicas.

Debido al establecimiento de un nivel de inversión mínima en el bien de educación, la evolución del capital humano presenta una tendencia similar con respecto a la que muestran

los otros tres escenarios.

Figura 11: Efectos de corto y mediano plazo del escenario con transferencias como fuente de financiamiento



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.
 Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{educ}}{y}$) y la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{eize}}{y}$) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).
 Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, algunas experiencias internacionales demuestran que la EMS fue uno de los factores relevantes para detonar el desarrollo y el crecimiento económico en países como Estados Unidos, Japón y Corea del Sur. Goldin y Katz (1998) le atribuyen gran parte del crecimiento de Estados Unidos al incremento de la educación secundaria durante el siglo pasado, este nivel es equivalente a la EMS. Por su parte Self y Grabowski (2003) encuentran un efecto causal entre los niveles de educación media superior y la superior y

el crecimiento de la posguerra en Estados Unidos. Mientras que Van Leeuwen y Földvári (2008) indican que la tecnología, la educación y la innovación fueron fundamentales para el desarrollo económico de la posguerra en Japón. Blakemore y Herrendorf (2009) mencionan de igual forma que el crecimiento económico se dio por el crecimiento de la mano de obra calificada e innovación. En tanto, Kim (2004) establece que la EMS proveyó de fuerza laboral calificada y que ésta impulsó el crecimiento de Corea del Sur en la década de los años 70's y 80's, mientras que Jang (2007) indica que el 87 % del crecimiento económico del país asiático de entre 1975 y 2004 se le atribuye a la EMS.

Debido a estas experiencias internacionales, en la sección 7 se profundiza en los casos de Estados Unidos y Japón con el fin de emular los niveles de inversión en infraestructura educativa realizada por dichos en los periodos de expansión de la cobertura que resultó en un incremento en los años de escolaridad en ambas naciones.

7. Experiencias internacionales: Estados Unidos y Japón

Esta sección presenta dos esquemas de inversión alternativos, donde el primero aborda la experiencia de Estados Unidos, mientras que el segundo utiliza cifras del caso japonés. En 1950 la población de Estados Unidos poseía 8.74 años de escolaridad promedio, mientras que en 1975 alcanzó 11.73 años,¹⁷ un crecimiento de 33 %. Por su parte, en 1970 los japoneses tenían 8.25 años de escolaridad, y para 2005 este indicador aumentó a 12.12 años,¹⁸ un incremento de 46 %.

Para evaluar la factibilidad de implementar dichas trayectorias en México, el modelo considera la inversión en infraestructura de edificios para uso escolar que los gobiernos de Estados Unidos y Japón tuvieron que realizar, ello con el fin de ampliar la educación de sus poblaciones hacia los niveles medios superiores.

¹⁷Años de escolaridad de la población promedio en Estados Unidos de 15 años a 65 años tomado de Barro y Lee (2010).

¹⁸Años de escolaridad de la población promedio en Japón de 15 años a 65 años tomado de Barro y Lee (2010).

En este contexto, los datos de Estados Unidos provienen del Snyder (1993) y *Bureau of Economic Analysis* (BEA), mientras que los de Japón son del *Lifelong Learning Policy Bureau, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology* (MEXT).

Con base en estas cifras, se calcula el ratio de inversión por estudiante y su crecimiento, a este último se le suma el crecimiento de la matrícula del escenario base, donde se considera la distribución por nivel educativo.

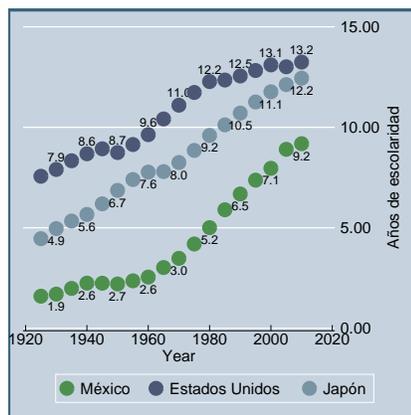
Específicamente, la inversión total requerida en el periodo t es igual a $I_t^{Total} = I_t^{Est} * Est_t$ este indicador es igual a la inversión requerida por estudiante multiplicada por el número de estudiantes en t . En tanto, para capturar la dinámica de la senda inversión se emplea una diferencia logarítmica entre los periodos t y $t - 1$.

$$\ln(I_t^{Total}) - \ln(I_{t-1}^{Total}) = \ln(I_t^{Est}) - \ln(I_{t-1}^{Est}) + \ln(Est_t) - \ln(Est_{t-1}) \quad (53)$$

Así, el crecimiento de la inversión total requerida resulta de los incrementos en la inversión por estudiante y del número de estudiantes. El escenario base contempla la tasa de crecimiento de la población estudiantil con cobertura universal para los próximos años, mientras que el aumento de la inversión por estudiante resulta de los datos duros de las experiencias de Estados Unidos y Japón.

En síntesis, al considerar las trayectorias de estos países y con base en estos dos indicadores, se captura la inversión que se requiere para pasar de 9 a 12 años de escolaridad en México, lo cual es consistente con la realidad mexicana donde en 2012 la población contaba con alrededor 9 años de escolaridad promedio, conforme a Barro y Lee (2010), la Figura 12 muestra los años de escolaridad

Figura 12: Años de escolaridad de Estados Unidos y Japón pob. 15 años a 64 años



Fuente: Elaboración propia con datos de Barro-Lee Educational Attainment Dataset.

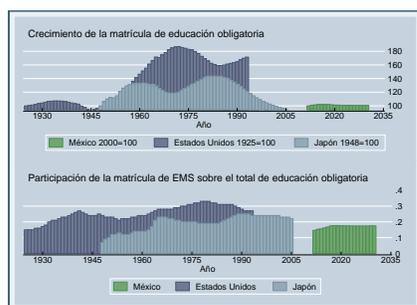
entre 15 y 64 años de edad para ambos países además de México.

De retomar las ideas de Goldin y Katz (1998), Kensuke (2011) Blakemore y Herrendorf (2009) sobre la importancia de desarrollar capital humano para favorecer el crecimiento económico, es pertinente mostrar la expansión de la matrícula y la participación de la EMS sobre el total, para así dimensionar su relevancia.

La Figura 13 muestra las dinámicas de matrícula total y participación de la EMS. En el caso de Estados Unidos, la matrícula total creció en mayor medida entre 1945 y 1970, donde alcanzó un crecimiento de 96 % en el periodo. Después de este lapso, la matrícula total presentó un comportamiento mixto. En cuanto a la participación de la EMS, en 1978 tuvo el nivel más alto con 33 %, posteriormente presentó un descenso gradual.

Por su parte, en términos de la matrícula total Japón exhibió un comportamiento mixto entre 1948 y 2005, donde el mayor crecimiento fue entre 1970 y 1983 con 21 %. En el país asiático, la mayor participación de la EMS se alcanzó en 1990 con 25 %. Goldin y Katz (1998) y Godo (2011) señalan que el incremento de la matrícula estuvo acompañado con un aumento en la terminación del nivel medio superior, esto originó que en años posteriores la escolaridad promedio de las sociedades japonesa y estadounidense crecieran paulatinamente.

Figura 13: Crecimiento de la matrícula estudiantil y participación de la EMS



Fuente: Elaboración propia con datos de Snyder (1993) para Estados Unidos; MEXT: Report & Statistics para Japón; y del SNIE de la SEP para México.

En cuanto a México, para algunos periodos durante los próximos 18 años, las estimaciones del crecimiento de la matrícula alcanzarán un máximo de 2 %. Mientras que la EMS tendrá la participación más grande de 18 % en 2018.

Si bien en comparación, a Estados Unidos y Japón, en México tenemos participaciones menores, se observa un incremento en este indicador para los años posteriores a 2012. El proceso de expansión culminará y se estabilizará en el año 2022, y a pesar de este compor-

tamiento, la matrícula total alcanzará cuando mucho un crecimiento de 2% en algunos periodos. Asimismo, es un elemento crucial para evaluar sostenibilidad de cualquier iniciativa.

Es precisamente el crecimiento estimado en la matrícula de la educación obligatoria en México, donde se incluye la EMS, lo que da origen a modelar la dinámica de inversión en infraestructura educativa que siguieron Estados Unidos y Japón. Es importante que este ejercicio se ajuste con parámetros acordes a la realidad mexicana, con el objetivo de evaluar correctamente la factibilidad hacendaria de políticas que demostraron tener éxito en aumentar la escolaridad entre la población.

Figura 14: Inversión en infraestructura educativa por estudiante



Nota: El gasto en capital físico para el sector educativo de la serie de Estados Unidos se define como el gasto en edificios de la educación obligatoria. En el caso de Japón corresponde al gasto total en bienes de capital educativo, donde se incluyen tanto bienes durables como edificios.
Fuente: Elaboración propia con datos de Snyder (1993), BEA Interactive Data, y Federal Reserve Bank of St. Louis Economic Research para Estados Unidos; y del MEXT: Report & Statistics para Japón.

La Figura 14 muestra el gasto en infraestructura educativa por estudiante, i.e. gasto en capital físico por parte de Estados Unidos y Japón que corresponde a las sendas anteriormente descritas, y que está multiplicado por los alumnos matriculados, donde se observa mayor gasto está asociado al crecimiento de la matrícula estudiantil. Goldin y Katz (1998), mencionan que el gasto por estudiante en el nivel medio superior es mayor en comparación con el del nivel primaria, esto explicaría la parte del aumento del gasto que no se origina por el aumento en la matrícula estudiantil, i.e. que se debe a la existencia de una mayor participación del nivel medio superior respecto a la matrícula total.

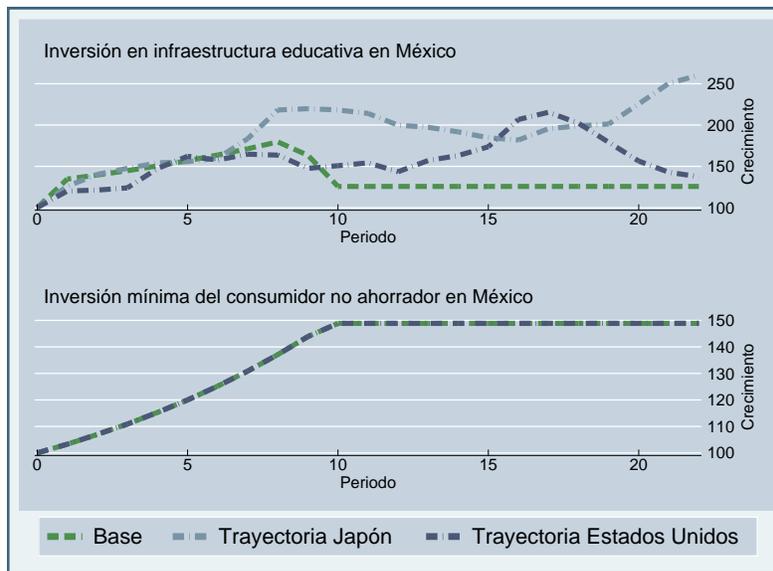
Con esta estructura del gasto total, junto con la matrícula, se obtiene el gasto por estudiante en los niveles primaria, secundaria y media superior de Estados Unidos y Japón.

Con base en la serie proyectada para la matrícula estudiantil de México y los gastos por estudiantes en Estados Unidos y Japón, se genera una trayectoria de evolución del

gasto total de los estudiantes en México, la cual resulta del crecimiento en el número de estudiantes más el aumento del gasto por estudiante, que se origina por la mayor proporción estudiantil del nivel medio superior. Lo anterior, permite modelar la dinámica de inversión que se necesita para absorber la matrícula estudiantil total de los próximos años, donde además se busca que la EMS sea universal para la población en edad de estudiar.

Asimismo, se toma la inversión mínima que necesitan los consumidores no ahorradores para que éstos puedan contribuir a incrementar el capital físico del sector educativo. Esta inversión mínima resulta del nivel que sea superior entre el valor del estado estacionario final, con la misma metodología del escenario base, o la evolución de la propia inversión que decida la población no ahorradora. La Figura 15 muestra ambos escenarios para el caso Mexicano y están normalizados a 100 en el estado inicial.

Figura 15: Inversión en infraestructura educativa e inversión del consumidor no ahorrador



Fuente: Elaboración propia.

Además, la dinámica de la matrícula total en México, se estaciona en menos de diez años que transcurren a partir del punto inicial, por lo tanto los movimientos en la senda de inversión de infraestructura educativa, se deben al establecimiento de las trayectorias

de las experiencias del caso norteamericano y japonés. Por otro lado, se observa que las diferentes series de inversión mínima del consumidor no ahorrador son crecientes para después estabilizarse, esto se debe a que toman el valor final del nuevo estado estacionario y con esto se evita que el nivel de capital humano diverja y sobrepase el que le corresponde al grado de infraestructura desarrollada en el nuevo estado estacionario.

7.1. Resultados de largo plazo

La anterior sección describe la metodología empleada para obtener las trayectorias de capital físico, i.e. infraestructura, del sector educativo que necesitaría México para replicar las experiencias de Estados Unidos y Japón. Por su parte, esta sección aborda los resultados del modelo en el horizonte de largo plazo.¹⁹

Cuadro 4: Resultados de largo plazo
(cambio % entre estado inicial y final de
largo plazo)

Variable	$\Delta\%$ con la trayectoria de		
	Base	Japón	EUA
y	9.20	9.12	9.17
C	4.60	4.78	4.66
H	16.27	16.14	16.22
$I^{Privada}$	8.86	9.17	8.95
τ_e^S	16.90	11.69	15.37
τ_e^{NS}	46.85	40.30	44.92
$\frac{P_{eae}}{y}$	8.03	7.68	7.92
$\frac{P_{eae}}{y}$	0.23	0.39	0.27
\tilde{h}	10.83	10.84	10.83
h^S	6.15	6.17	6.15
h^{NS}	16.71	16.71	16.71
C^S	1.94	2.06	1.98
C^{NS}	10.61	10.92	10.70

Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$. Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{eae}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{eae}i_{ze}}{y}$), el IVA (H), y el ISR (Hy) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).
Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 4 muestra los resultados de largo plazo tanto del escenario base como de los esquemas exógenos que se aplican a la inversión en capital físico educativo, donde se considera la inversión mínima que debe hacer el consumidor no ahorrador. En primera instancia, hay que destacar que en el largo plazo los tres esquemas muestran un incremento del PIB per cápita, en el consumo agregado C , y en sus componentes de la población ahorradora C^S y no ahorradora C^{NS} .

Estos resultados son consistentes con los hallazgos del trabajo de Dissou y Dindic (2012), quienes a través de un modelo

¹⁹Al igual que los escenarios anteriores, el largo plazo se define como un periodo de 50 años. Mientras que en el apéndice se muestra el comportamiento del nuevo estado estacionario.

de equilibrio general, muestran que un incremento del gasto del gobierno en educación genera un aumento de capital humano y en el largo plazo produce un crecimiento del PIB per cápita. En este contexto, existe una amplia literatura sobre la importancia del capital humano para el crecimiento económico. Mankiw *et al.* (1992) indican que las diferencias de PIB per cápita entre las economías, pueden explicarse por discrepancias en productividad y capital humano, en el orbe de 22 % y 50 %, respectivamente. Por su parte, Barro (1991), Barro (1996) y Benhabib y Spiegel (1994) establecen que el capital humano tiene un efecto positivo sobre el PIB per cápita. Mientras que Hall y Jones (1999) señalan que tanto para el percentil cinco más alto como para el más bajo, el capital humano contabiliza alrededor de 22 % para las diferencias de ingreso entre los países.

Por otro lado, el modelo muestra que en el largo plazo el crecimiento del PIB tiene una magnitud similar al que presenta el capital humano. En este sentido, Sianesi y Reenen (2003) muestran que el aumento de un año de escolaridad genera un aumento del 3 al 6 % en el PIB per cápita.

Por otra parte, el aumento exógeno de la inversión en capital físico para el sector educativo, requiere que la deuda incremente a la misma velocidad que el PIB per cápita, esto con el fin de poder construir la nueva infraestructura que necesita este sector para ampliar su cobertura.

Más aún, debido a que la inversión en capital humano tiene rendimientos decrecientes, un aumento de los ingresos por la presencia de mayor escolaridad, no logra compensar la recaudación vía el impuesto al consumo para balancear la restricción presupuestaria del gobierno. Por lo tanto, en el largo plazo el IVA aumenta, esto con el fin de que la restricción presupuestaria del gobierno este balanceada; resultado que es consistente con lo expuesto por Buffie *et al.* (2012) donde se menciona que ante aumentos de la inversión en infraestructura, se necesitan incrementar los impuestos para hacer sostenible la política fiscal del gobierno.

Por su parte, la inversión en capital físico para la producción de bienes transables y no

transables aumenta en el estado estacionario. Esto implica que el incremento de la inversión física por parte del gobierno para desarrollar mayor infraestructura educativa, en el largo plazo, no genera desplazamientos de la inversión en capital físico. Este resultado es similar a los hallazgos de la investigación de Buffie *et al.* (2012) y Dissou y Didic (2012), esto con excepción del escenario en el cual la fuente de inversión son los impuestos al capital, donde si se genera un desplazamiento a la inversión. La ausencia de desplazamientos a la inversión del presente modelo se debe a que incorpora una regla de arbitraje para los rendimientos entre el capital humano y el capital físico, así las distorsiones en los rendimientos y el pago al trabajo modifican las trayectorias en el largo plazo para obtener resultados similares a los autores mencionados.

Por otro lado, el crecimiento de la inversión genera un fuerte aumento en las transferencias educativas para los dos tipos de consumidores. En el caso de los consumidores ahorradores, el crecimiento del capital físico en el sector educativo ocasiona que este tipo de consumidor decida invertir más educación, ya que esto les genera mayor rendimiento. Mientras que para los consumidores no ahorradores, el aumento exógeno de la inversión mínima en capital humano que tienen que realizar, les produce un incremento en las transferencias recibidas.

En tanto las transferencias monetarias son un mecanismo efectivo para reducir la desigualdad entre los consumidores, al ser un modelo de tiempo efectivo de trabajo, i.e. wh , se tiene un mayor aumento en el ingreso de los no ahorradores en comparación con los ahorradores. Lo anterior ya que el capital humano aumenta en mayor medida para los consumidores no ahorradores, y debido a los rendimientos decrecientes en el capital humano, lo que ocasiona que los consumidores no ahorradores se beneficien en mayor medida del crecimiento del capital humano, se cierra la brecha entre consumidores. Este comportamiento está en línea con el estudio de Ham (2010), quien a través de tres diferentes programas latinoamericanos de transferencias para educación, aporta evidencia de su efectividad para generar mayor igualdad de oportunidades educativas y fortalecer la inserción escolar. Por

su parte, Barrientos (2012) y Cho (2005) señalan que los programas de transferencias tienen un efecto positivo en aumentar la productividad y el ingreso entre la población menos favorecida.

En el largo plazo, se tiene un importante crecimiento del capital humano para los escenarios con las trayectorias norteamericana y japonesa. En el caso Estados Unidos con una senda que permitió pasar de 9.3 a 12.4 años de escolaridad, se presenta un incremento en el capital humano de 10.83 %. Mientras que con la senda de Japón que les permitió pasar de 9.8 a 12.3 años de escolaridad, se obtiene un aumento de capital humano de 10.84 %.

Por último, es importante destacar los cambios en la participación del sector educativo sobre el PIB. En el escenario base la participación registró en el largo plazo un valor de 8 % del PIB, mientras que con la senda de inversión de Estados Unidos pasó a 7.92 % del PIB y con la trayectoria de Japón pasó a 7.68 % del PIB. En comparación cuando se implementó la política de educación en Estados Unidos, donde el sector educativo pasó de una participación de 2 % a 3.9 % del PIB, lo que representó un crecimiento de 97 %; Japón experimentó una trayectoria a la baja al pasar de 3.7 % a 3.5 % del PIB, una contracción de 5.4 %.

Acorde con el modelo de esta investigación, este comportamiento se debe a una caída en los precios del bien de educación; lo cual se aborda más adelante. Con base en Blakemore y Herrendorf (2009) Japón aceleró su crecimiento económico debido a la continua innovación tecnológica, lo cual requirió de mayor cantidad de mano de obra calificada; que en el caso del modelo, este comportamiento es consistente con un aumento del producto y una disminución del sector educativo.

Debido a la condición de equilibrio, el salario real en el estado estacionario es el mismo en los distintos escenarios en el largo plazo, lo que implica que el ingreso del trabajador wh cambie conforme a los movimientos del capital humano h , el cual evoluciona casi en la misma proporción que el PIB per cápita; sin embargo, es decreciente debido a la función de acumulación del capital. En este contexto, Krueger y Lindahl (2000) señalan que el efecto

macroeconómico del capital humano sobre el crecimiento de la economía es al menos tan grande como el efecto microeconómico del retorno de los años de educación.

7.2. Resultados de corto y mediano plazo

A fin de dimensionar los efectos inmediatos que se derivan de los esquemas de inversión en capital físico educativo, esta sección abarca las implicaciones de los resultados para la economía mexicana en el corto y mediano plazo entre 10 y 50 años, respectivamente; tanto para el escenario base como para la implementación de las trayectorias de Estados Unidos y Japón.

El Cuadro 5 muestra un resumen de los resultados de corto y mediano plazo, donde el beneficio neto resulta de descontarle a los beneficios los costos, esto es el cambio en el PIB per cápita menos el cambio en el gasto total en educación; donde este último rubro considera las transferencias más la inversión en capital físico educativo. Gracias a esta definición, se aprecia que en los horizontes de 30 y 50 años el escenario base posee una tasa interna de retorno (TIR) mayor en comparación con la de los escenarios que replican las trayectorias de Estados Unidos y Japón.

Cuadro 5: Resultados de corto y mediano plazo

Variable	Escenario con la trayectoria de		
	Base	Japón	EUA
TIR en 30 años (%)	14.48	12.99	14.38
TIR en 50 años (%)	16.44	15.42	16.47
Utilidad en 50 años	99.12	98.94	99.11

Nota: La tasa interna de retorno (TIR) está calculada como el cambio en el PIB per cápita, menos el cambio en inversión en infraestructura y transferencias educativas. Mientras que la medida utilidad es en 50 años y resulta de comparar un índice estandarizado y normalizado con la suma descontada de las utilidades de ambos consumidores, donde se contempla todo el horizonte de evaluación de los 21 escenarios del presente estudio. Fuente: Elaboración propia.

y Japón, respectivamente. Las trayectorias observadas para los tres escenarios son similares, el comportamiento del impuesto IVA (H) y el nivel de las transferencias en ambos

El beneficio neto contrasta con la utilidad total de ambos consumidores, ya que la utilidad total que resulta de implementar la trayectoria japonesa es mayor que la de los otros dos escenarios.

En tanto la Figura 16 muestra la evolución en el corto plazo de las principales variables en los escenarios base y con las trayectorias imputadas de Estados Unidos

consumidores, son ligeramente diferentes.

Para los tres escenarios, se presenta un ligero estancamiento tanto para el consumo durante el primer lustro, como para el PIB per cápita en la primera década, posteriormente estas variables se recuperan de forma sostenida.

El consumo pasa de una tasa de crecimiento anual de 0.090 % en el escenario base, a una de 0.091 % y 0.093 % con las sendas norteamericana y nipona. En tanto, el aumento del capital humano, genera que después del estancamiento, durante los próximos 25 años el consumo adquiera un ritmo de crecimiento de 0.2 % anual.

En materia de impuestos, se presenta una trayectoria creciente para subsanar la deuda ya que en el escenario base durante los primeros 10 años, el IVA alcanza una tasa de 17.17 % que corresponde a un aumento del 117 puntos base, y alcanza una tasa impositiva máxima de 17.77 %, aumento de 177 puntos base respecto al nivel inicial, mientras que en el escenario bajo la trayectoria de nipona alcanza un nivel máximo de 17.90 %, y en la de Estados Unidos llega a una tasa máxima de 17.94 %. Estos resultados están en línea con los hallazgos que presentan Dissou y Didic (2012) y Buffie *et al.* (2012), quienes muestran los efectos tributarios que se derivan de aquellos proyectos exógenos de inversión gubernamental.

Al retomar las funciones de reacción del gobierno, se tiene por construcción que la forma inmediata para solventar los proyectos de inversión del gobierno es mediante crecimiento de la deuda, para después incrementar los impuestos y cubrir la deuda en que se incurrió. En los diferentes escenarios se aprecia este comportamiento, donde en el largo plazo los impuestos logran un efecto recaudatorio mayor, esto frente a mismo ratio deuda a producto. Tanto en el modelo de Dissou y Didic (2012) como en el de Buffie *et al.* (2012) se obtienen efectos similares en los impuestos en presencia de proyectos exógenos de inversión del gobierno.

En el corto y mediano plazo, la inversión en capital físico de bienes no transables sufre un ligero desplazamiento, el cual es contrarrestado por un ligero aumento en la inversión de los bienes transables. En general la inversión privada se mantiene en los primeros periodos para después generar un crecimiento sostenido.

Por su parte, las transferencias educativas para los consumidores ahorradores disminuyen mientras que las de los no ahorradores aumentan. Inclusive, el consumidor ahorrador decide invertir en instrumentos de deuda gubernamental, lo que ocasiona un desplazamiento de su inversión en capital humano, sin que ello les genere una caída drástica en este tipo de capital.

Además, una mayor disponibilidad de recursos por las transferencias recibidas, hacen que la inversión en capital físico educativo por parte de los consumidores no ahorradores contrarreste el efecto de la disminución de los ahorradores, lo que se traduce en un aumento en la participación del sector educativo sobre el PIB en el corto plazo.

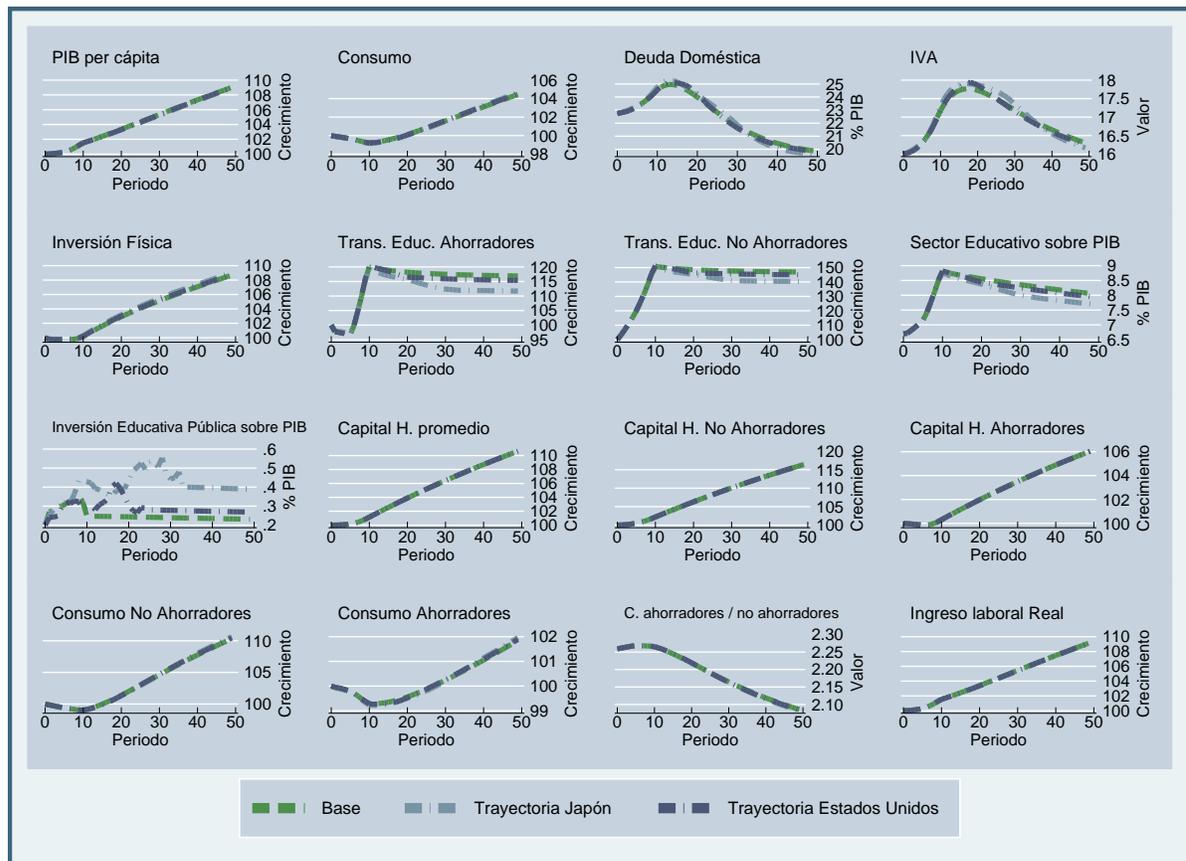
Las transferencias educativas a los consumidores no ahorradores aumentan, mientras que las transferencias de los ahorradores decaen en los primeros periodos. En principio esto se debe a que los ahorradores ahora invierten en instrumentos del gobierno, lo que desplaza su inversión en capital humano dado que la condición de inversión mínima en el bien de educación al consumidor ahorrador no se encuentra activa. Sin embargo para el periodo diez el consumidor ahorrador ya tiene activa la condición de inversión por lo que aumenta considerablemente su gasto en educación.

Debido al aumento en la inversión, por parte de los consumidores no ahorradores principalmente, se tiene que la participación del sector educativo en el PIB crece en el corto plazo. Concretamente, esta participación presenta durante la primera década un nivel promedio de 7.44 % en el escenario base, así como de 7.47 % y 7.45 % conforme a las trayectorias de Estados Unidos y Japón, respectivamente.

Por último, el efecto redistributivo del ingreso por la política de inversión en infraestructura educativa genera mayor beneficio para el consumidor no ahorrador. El modelo, al considerar que la educación es gratuita y establecer una inversión mínima al consumidor no ahorrador, produce un efecto ingreso sobre el consumo agregado. En los tres escenarios se tiene que en el corto plazo de 10 años, el consumo de los ahorradores disminuye, sin embargo, esta caída es compensada en mayor medida por el aumento del consumo de los no

ahorradores. Este efecto se debe a que la inversión en capital humano que dejan de realizar los consumidores ahorradores la asignan al ahorro en deuda gubernamental, mientras que los no ahorradores invierten en educación al tener mayores retornos, esto da como resultado un aumento en el consumo agregado, i.e. la utilidad agregada. Es por esta situación que el modelo con la trayectoria japonesa genera mayor utilidad para toda la población.

Figura 16: Efectos de corto y mediano plazo



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.
 Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{ed}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{ed} i_x}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).
 Fuente: Elaboración propia.

En el escenario base, bajo la trayectoria de Estados Unidos y Japón se encuentra un

comportamiento en el crecimiento del producto y el consumo como lo establece la teoría. Sin embargo, las diferencias en términos de la acumulación de capital humano, y en consecuencia del crecimiento económico, son imperceptibles en el corto, mediano y largo plazo.²⁰

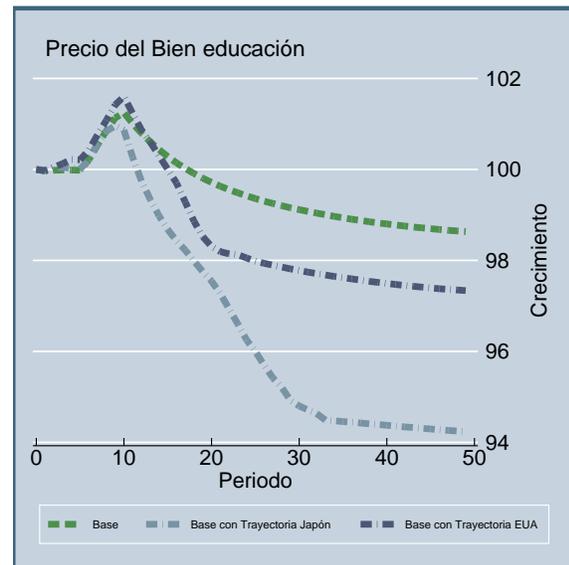
Por el contrario, se dan diferencias en el movimiento de los precios del bien de educación derivado de las diferentes trayectorias de inversión.

La Figura 17 muestra la evolución de los precios en el bien de educación consecuencia de las diferentes sendas implementadas. Se muestra que el escenario que implementa la senda de inversión de Japón genera una mayor caída en el precio, seguida por el escenario con la trayectoria de Estados Unidos y en último lugar está la del escenario base.

Debido a que la senda de inversión está dada exógenamente y con las condiciones de primer orden, la firma que produce el bien de educación toma la cantidad de infraestructura educativa de forma exógena y la considera como un choque a la productividad. Por lo tanto, *ceteris paribus*, este impacto se absorbe como un cambio en el precio; donde esto se constituye como el principal factor que diferencia a los tres escenarios.

Cabe destacar que en los tres escenarios mostrados, la restricción sobre la inversión mínima en el bien de educación se encuentra activa, por lo que la acumulación de capital humano sigue la misma tendencia de este indicador, y en consecuencia el crecimiento del

Figura 17: Precio del bien de educación



Fuente: Elaboración propia.

²⁰En el apéndice se muestran la diferencia entre entre los niveles de los estados estacionarios inicial y final. Bajo este contexto, el crecimiento del producto en el caso de la trayectoria de Japón es de 118%, lo que explicaría el 99% de las diferencias del PIB per cápita con poder de paridad de compra, para el periodo 2001-2005 con datos del Banco Mundial. Sin embargo, debido a que el nivel de PIB per cápita en Estados Unidos es tres veces más que México en el mismo periodo, sólo explica alrededor de un quinto de las diferencias del ingreso.

producto es similar en los distintos modelos. En primera instancia, el nivel de precios y el valor de las transferencias incrementa debido a un aumento en la demanda del bien de educación, lo cual se debe a la restricción sobre la inversión. Una vez estabilizada la población, el nivel de gasto en el bien de inversión i_e se mantiene, sin embargo, la inversión en infraestructura educativa hace que se acumule capital, lo que provoca que el precio del bien educación caiga en el tiempo. Por consiguiente, en el largo plazo el valor del gasto en educación cae en mayor medida en el escenario con la trayectoria de japon y se da un aumento en el crecimiento del PIB, que lleva a que la participación del gasto en educación en el producto decaiga en el tiempo; hecho que es consistente con la experiencia japonesa durante inicios del siglo XXI.

8. Conclusiones

En el marco de evaluación de factibilidad hacendaria de iniciativas legislativas, el presente ejercicio muestra cómo la inversión en educación posee múltiples beneficios para los consumidores en el largo plazo. En particular, el concepto de obligatoriedad de la EMS implica un incremento de la deuda doméstica en el corto y mediano plazo, donde el pasivo alcanza un nivel máximo de 25 % del PIB y después cae a rangos menores a los iniciales; dinámica que se ve acompañada por un crecimiento sostenido del producto. Es precisamente este comportamiento lo que da muestra de cómo un proyecto de tal envergadura, puede ser implementado y sostenible gracias a la disciplina y ajustes en la política fiscal.

En la toma de decisiones sobre la universalización de la EMS, deben considerarse los efectos redistributivos que se derivan de esta política; ya que debido a que la educación posee rendimientos decrecientes, el consumidor no ahorrador obtiene mayores incrementos en materia de ingreso y consumo. Asimismo, si bien la política implementada genera aumentos en el consumo agregado, los beneficios en bienestar dependen de la distribución entre la población ahorradora y no ahorradora. Más aún, ante la presencia de un incremento de la deuda en el corto plazo, los beneficios se obtienen en el largo plazo ya que la redistribución

de la riqueza exhibe un comportamiento intertemporal.

De acuerdo con las estimaciones, el gasto público aumentará considerablemente, en particular el gasto corriente generará mayores presiones en comparación con el gasto en infraestructura educativa. En los escenarios donde la inversión en infraestructura aumenta, se inducen caídas en el precio del bien de educación; lo que en el largo plazo se traduce en menores presiones para la balanza fiscal del gobierno, y pese al surgimiento de dichas presiones fiscales, los niveles de la deuda pública en el mediano y largo plazo no se ven comprometidos.

En síntesis, cualquier política pública debe estar enfocadas en incrementar el bienestar de la población y cuidar que sea sostenible en el largo plazo. El incremento de la cobertura de la educación EMS generará presiones en la balanza fiscal, sin embargo, bajo cualquiera de los escenarios se obtienen beneficios en cuanto al bienestar de la población y crecimiento económico. Sin embargo, la implementación de una política de esta magnitud representa retos importantes, ya que para que para garantizar su factibilidad; se necesita del incremento de impuestos, posibles desplazamientos de inversión privada en el corto plazo, o disminuir el gasto público de determinados sectores para financiar el proyecto. En un entorno en el cual las decisiones de política se encuentran restringidas al cumplimiento cabal de un presupuesto que maximice el bienestar de la población, y con el fin de generar un debate informado, es que toma particular relevancia el que se produzcan este tipo de modelos para evaluar la factibilidad de las decisiones legislativas que tengan un impacto para el diseño del devenir nacional.

9. Apéndice

9.1. Condiciones de primer orden

El lagrangiano del consumidor ahorrador esta dado por,

$$\begin{aligned}
\mathbb{L} = & \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \frac{(c_t^S)^{1-1/\tau}}{1-1/\tau} + \lambda_{t,1} [(r_{x,t} k_{x,t-1}^S + r_{n,t} k_{n,t-1}^S + w_t l_s h_{t-1}^S)(1 - \mathcal{H}_{y,t}) \\
& + \frac{\mathcal{R}_t}{1+a} + \frac{\mathcal{T}_t}{1+a} + \frac{\Phi_t}{1+a} \\
& - \frac{1+r_{t-1}^*}{1+g} b_{t-1}^{S*} + \frac{1+r_{t-1}}{1+g} P_t b_{t-1}^S - \frac{\eta}{2} (b_t^{S*} - \bar{b}^{S*})^2 - P_t b_t^S + b_t^{S*} \\
& - P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S) - P_{e,t} (1 - \tau_{i,e}) i_{e,t}^S - P_t c_t^S (1 + \mathcal{H}_t) - \mu_a z_{a,t} - \mu_e z_{e,t} + \tau_{e,t}^S \\
& - P_{k,t} \left(\frac{v}{2} \left(\frac{i_{x,t}^S}{k_{x,t-1}^S} - \delta - g \right)^2 k_{x,t-1}^S + \frac{v}{2} \left(\frac{i_{n,t}^S}{k_{n,t-1}^S} - \delta - g \right)^2 k_{n,t-1}^S \right) \\
& + \lambda_{t,2} [A_h (i_{e,t}^S)^\gamma (h_{t-1}^S)^{\phi_h} + (1 - \delta_e) h_{t-1}^S - (1 + g) h_t^S] \\
& + \lambda_{t,3} [i_{n,t}^S + (1 - \delta) k_{n,t-1}^S - (1 + g) k_{n,t}^S] \\
& + \lambda_{t,4} [i_{x,t}^S + (1 - \delta) k_{x,t-1}^S - (1 + g) k_{x,t}^S] \\
& + \mu_t [P_e (1 - \tau_{i,e}) i_{e,t}^S - P_e (1 - \tau_{i,e}) i_{e,t}^{min}] \tag{54}
\end{aligned}$$

Sea $G_t = A_h (i_{e,t}^S)^\gamma (h_{t-1}^S)^{\phi_h}$ y las derivadas con respecto a $i_{e,t}^S$ y h_t^S son $G'_{i_{e,t}^S} = \gamma \frac{G_t}{i_{e,t}^S}$ y $G'_{h_{t-1}^S} = \phi_h G_t / h_{t-1}^S$ respectivamente.

Las condiciones de primer orden están definidas por,

$$\frac{\partial \mathbf{L}}{\partial c_t} = \beta^t (c_t^S)^{-1/\tau} - \lambda_{t,1} P_t (1 + \mathcal{H}_t) = 0 \quad (55)$$

$$\frac{\partial \mathbf{L}}{\partial i_{e,t}^S} = -\lambda_{t,1} P_{e,t} (1 - \tau_{i,e}) + \lambda_{t,2} G'_{i_{e,t}^S} + \mu_t P_e (1 - \tau_{i,e}) = 0 \quad (56)$$

$$\frac{\partial \mathbf{L}}{\partial i_{x,t}^S} = -\lambda_{t,1} \left(P_{k,t} + P_{k,t} v \left(\frac{i_{x,t}^S}{k_{x,t-1}^S} - \delta - g \right) \right) + \lambda_{t,4} = 0 \quad (57)$$

$$\frac{\partial \mathbf{L}}{\partial i_{n,t}^S} = -\lambda_{t,1} \left(P_{k,t} + P_{k,t} v \left(\frac{i_{n,t}^S}{k_{n,t-1}^S} - \delta - g \right) \right) + \lambda_{t,3} = 0 \quad (58)$$

El resto de condiciones,

$$\frac{\partial \mathbf{L}}{\partial h_t^S} = \lambda_{t+1,1} w_{t+1} l_s (1 - \mathcal{H}_{y,t+1}) - \lambda_{t,2} (1 + g) + \lambda_{t+1,2} ((1 - \delta_e) G'_{h_t^S, t+1}) = 0 \quad (59)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathbf{L}}{\partial k_{x,t}^S} &= \lambda_{t+1,1} r_{x,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t}) - \lambda_{t+1,1} P_{k,t+1} v \left(\frac{(\Upsilon_{x,t+1}^S)^2}{2} - \Upsilon_{x,t+1}^S \frac{i_{x,t+1}^S}{k_{x,t}^S} \right) \\ &- \lambda_{t,4} (1 + g) + \lambda_{t+1,4} (1 - \delta) = 0 \end{aligned} \quad (60)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathbf{L}}{\partial k_{n,t}^S} &= \lambda_{t+1,1} r_{n,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t}) - \lambda_{t+1,1} P_{k,t+1} v \left(\frac{(\Upsilon_{n,t+1}^S)^2}{2} - \Upsilon_{n,t+1}^S \frac{i_{n,t+1}^S}{k_{n,t}^S} \right) \\ &- \lambda_{t,3} (1 + g) + \lambda_{t+1,3} (1 - \delta) = 0 \end{aligned} \quad (61)$$

Las condiciones sobre los bonos,

$$\frac{\partial \mathbf{L}}{\partial b_t^{S*}} = -\lambda_{t,1} \eta (b_t^{S*} - \bar{b}^{S*}) + \lambda_{t,1} - \lambda_{t+1,1} \frac{1 + r_t^*}{1 + g} = 0 \quad (62)$$

$$\frac{\partial \mathbf{L}}{\partial b_t^S} = -\lambda_{t,1} P_t + \lambda_{t+1,1} \frac{1 + r_t}{1 + g} P_{t+1} = 0 \quad (63)$$

Euler:

$$\frac{\beta^t (c_t^S)^{-1/\tau}}{\beta^{t+1} (c_{t+1}^S)^{-1/\tau}} = \frac{\lambda_{t,1} P_t (1 + \mathcal{H}_t)}{\lambda_{t+1,1} P_{t+1} (1 + \mathcal{H}_{t+1})} y \frac{\lambda_{t,1}}{\lambda_{t+1,1}} = \frac{1 + r_t}{1 + g} \frac{P_{t+1}}{P_t} \quad (64)$$

$$\frac{1}{\beta} \left(\frac{c_t^S}{c_{t+1}^S} \right)^{-1/\tau} = \frac{P_t (1 + \mathcal{H}_t)}{P_{t+1} (1 + \mathcal{H}_{t+1})} \frac{1 + r_t}{1 + g} \frac{P_{t+1}}{P_t} = \frac{(1 + \mathcal{H}_t)}{(1 + \mathcal{H}_{t+1})} \frac{1 + r_t}{1 + g} \quad (65)$$

Condiciones de arbitraje,

$$\lambda_{t,1} (P_{k,t} + P_{k,t} v \Upsilon_{x,t}^S) = \lambda_{t,4} \quad (66)$$

$$\lambda_{t+1,1} r_{x,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t}) - \lambda_{t+1,1} P_{k,t+1} v \left(\frac{(\Upsilon_{x,t+1}^S)^2}{2} - \Upsilon_{x,t+1}^S \frac{i_{x,t+1}^S}{k_{x,t}^S} \right) = \lambda_{t,4} (1 + g) - \lambda_{t+1,4} (1 - \delta) \quad (67)$$

$$\frac{r_{x,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t})}{P_{k,t+1}} - v \left(\frac{(\Upsilon_{x,t+1}^S)^2}{2} - \Upsilon_{x,t+1}^S \frac{i_{x,t+1}^S}{k_{x,t}^S} \right) = \frac{\lambda_{t,1}}{\lambda_{t+1,1}} \frac{P_{k,t}}{P_{k,t+1}} (1 + v \Upsilon_{x,t}^S) (1 + g) - (1 + v \Upsilon_{x,t+1}^S) (1 - \delta) \quad (68)$$

$$\frac{r_{x,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t})}{P_{k,t+1}} - \frac{v}{2} (\Upsilon_{x,t+1}^S)^2 + v \Upsilon_{x,t+1}^S \left(\frac{i_{x,t+1}^S}{k_{x,t}^S} + (1 - \delta) \right) + (1 - \delta) = (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{k,t}}{P_{k,t+1}} (1 + v \Upsilon_{x,t}^S) \quad (69)$$

Por lo tanto,

$$\frac{r_{n,t+1} (1 - \mathcal{H}_{y,t})}{P_{k,t+1}} - \frac{v}{2} (\Upsilon_{n,t+1}^S)^2 + v \Upsilon_{n,t+1}^S \left(\frac{i_{n,t+1}^S}{k_{n,t}^S} + (1 - \delta) \right) + (1 - \delta) = (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{P_{k,t}}{P_{k,t+1}} (1 + v \Upsilon_{n,t}^S) \quad (70)$$

Y la condición de arbitraje del capital humano,

$$\frac{\lambda_{t,2}}{\lambda_{t,1}} = \frac{P_{e,t}(1 - \tau_{i,e})}{G'_{i_e^S,t,t}} - \frac{\mu_t P_{e,t}(1 - \tau_{i,e})}{\lambda_{t,1} G'_{i_e^S,t,t}} \quad (71)$$

Dado que la restricción de capital humano se cumple con igualdad tenemos que $\lambda_{t,1} > 0$. Entonces sin pérdida de generalidad, podemos asumir que $\tilde{\mu}_t = \frac{\mu_t}{\lambda_{t,1}}$, donde $\tilde{\mu}_t \in [0, 1)$ para $\lambda_{t,2} > 0$. Entonces si $\tilde{\mu}_t = 0$ se tiene que la inversión en el bien de educación por parte de los consumidores ahorradores es mayor al mínimo requerido. En el caso que $\tilde{\mu}_t > 0$, la inversión realizada será la mínima. Así con las condiciones de primer orden se tiene que,

$$w_{t+1} l_s (1 - \mathcal{H}_{y,t+1}) = \frac{\lambda_{t,2}}{\lambda_{t,1}} \frac{\lambda_{t,1}}{\lambda_{t+1,1}} (1 + g) - \frac{\lambda_{t+1,2}}{\lambda_{t+1,1}} ((1 - \delta_e) + G'_{h_t^S,t+1}) \quad (72)$$

$$\begin{aligned} \frac{w_{t+1} l_s (1 - \mathcal{H}_{y,t+1})}{P_{e,t+1}} &= \frac{(1 - \tau_{i,e})}{G'_{i_e^S,t,t}} \frac{P_{e,t}}{P_{e,t+1}} (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} - \frac{(1 - \delta_e) + G'_{h_t^S,t+1}}{G'_{i_{e,t+1}^S,t+1}} (1 - \tau_{i,e}) \\ &\quad - \frac{\tilde{\mu}_t}{G'_{i_e^S,t,t}} \frac{P_{e,t}}{P_{e,t+1}} (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} (1 - \tau_{i,e}) \\ &\quad + \frac{(1 - \delta_e) + G'_{h_t^S,t+1}}{G'_{i_{e,t+1}^S,t+1}} \mu_{t+1} (1 - \tau_{i,e}) \end{aligned} \quad (73)$$

$$\begin{aligned} \frac{w_{t+1} l_s (1 - \mathcal{H}_{y,t+1})}{P_{e,t+1}} &= \frac{(1 - \tau_{i,e})}{G'_{i_e^S,t,t}} \frac{P_{e,t}}{P_{e,t+1}} (1 + r_t) \frac{P_{t+1}}{P_t} (1 - \tilde{\mu}_t) \\ &\quad - \frac{(1 - \delta_e) + G'_{h_t^S,t+1}}{G'_{i_{e,t+1}^S,t+1}} (1 - \tau_{i,e}) (1 - \mu_{t+1}) \end{aligned} \quad (74)$$

Y con las condiciones de primer orden de los bonos,

$$-\lambda_{t,1}\eta\left(b_t^{S^*} - \bar{b}^{S^*}\right) + \lambda_{t+1,1} = \lambda_{t+1,1}\frac{1+r_t^*}{1+g} \text{ y } \lambda_{t,1}P_t = \lambda_{t+1,1}\frac{1+r_{t+1}}{1+g}P_{t+1} \quad (75)$$

$$-\frac{\lambda_{t,1}}{\lambda_{t+1,1}}\eta\left(b_t^{S^*} - \bar{b}^{S^*}\right) + \frac{\lambda_{t,1}}{\lambda_{t+1,1}} = \frac{1+r_t^*}{1+g} \quad (76)$$

$$\frac{1+r_t}{1+g}\frac{P_{t+1}}{P_t}\left(-\eta\left(b_t^{S^*} - \bar{b}^{S^*}\right) + 1\right) = \frac{1+r_t^*}{1+g} \quad (77)$$

$$(1+r_t)\frac{P_{t+1}}{P_t} = \frac{1+r_t^*}{1-\eta\left(b_t^{S^*} - \bar{b}^{S^*}\right)} \quad (78)$$

9.2. Vaciado de mercados

Mercado de trabajo,

$$L_t = l_s h_s + l_{ns} h_{ns} = L_t^S + L_t^{NS} = L_{x,t} + L_{n,t} + L_{e,t} \quad (79)$$

Producción del bien de educación, i.e. capital humano,

$$q_{e,t} = i_{e,t}^S + i_e^{NS} \quad (80)$$

Mercado de bonos,

$$b_t^S = b_t \quad (81)$$

Mercado de capitales con $i \in \{n, x\}$,

$$k_{i,t}^S = k_{i,t} \quad (82)$$

Para obtener la ecuación de factibilidad se suma la restricción presupuestaria de ambos consumidores,

$$\begin{aligned}
P_t b_t - b_t^{S*} &= (1 - \mathcal{H}_{y,t}) (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) \\
&+ \mathcal{R}_t + \mathcal{T}_t + \Phi_t - \frac{1 + r_{t-1}^*}{1 + g} b_{t-1}^{S*} + \frac{1 + r_{t-1}}{1 + g} P_t b_{t-1} \\
&- P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
&- P_{e,t} (1 - \tau_{ie}) (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) - P_t c_t (1 + \mathcal{H}_t) \\
&- \mu_a z_{a,t} - \mu_e z_{e,t} - \mathcal{P}_t^S + \tau_{e,t}^S + \tau_{e,t}^{NS}
\end{aligned} \tag{83}$$

Al reacomodar los términos,

$$\begin{aligned}
&P_t b_t - \frac{1 + r_{t-1}}{1 + g} P_t b_{t-1} \\
&+ (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) \mathcal{H}_{y,t} + P_t c_t \mathcal{H}_t \\
&\quad - P_{e,t} \tau_{ie} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) \\
&- \mathcal{T}_t + \mu_a z_{a,t} + \mu_e z_{e,t} - \tau_{e,t}^S - \tau_{e,t}^{NS} = b_t^{S*} + (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) \\
&\quad + \mathcal{R}_t + \Phi_t - \frac{1 + r_{t-1}^*}{1 + g} b_{t-1}^{S*} \\
&\quad - P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
&\quad - P_{e,t} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) - P_t c_t \\
&\quad - \mathcal{P}_t^S
\end{aligned} \tag{84}$$

De la restricción del gobierno,

$$\begin{aligned}
P_t \Delta b_t + \Delta d_{t,c} + \Delta d_t &= \frac{r_{t-1} - g}{1 + g} P_t b_{t-1} + \frac{r_{d,t-1} - g}{1 + g} d_{t-1} + \frac{r_{c,t} - g}{1 + g} d_{c,t-1} \\
&+ P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
&+ \mathcal{T}_t - P_t c_t \mathcal{H}_t - \mathcal{H}_{y,t} (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) \\
&+ P_{e,t} \tau_{i_e} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) + \tau_{w_e} L_{e,t} w_t \\
&- \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t - \mu_a z_{a,t} - \mu_e z_{e,t} + \tau_{e,t}^S + \tau_{e,t}^{NS} \tag{85}
\end{aligned}$$

Al reacomodar los términos,

$$\begin{aligned}
&P_t b_t - \frac{1 + r_{t-1}}{1 + g} P_t b_{t-1} \\
&\mathcal{H}_{y,t} (r_{x,t} k_{x,t-1} + r_{n,t} k_{n,t-1} + w_t L_t) + P_t c_t \mathcal{H}_t \\
&\quad - P_{e,t} \tau_{i_e} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) \\
&-\mathcal{T}_t + \mu_a z_{a,t} + \mu_e z_{e,t} - \tau_{e,t}^S - \tau_{e,t}^{NS} = -\Delta d_{t,c} - \Delta d_t + \frac{r_{d,t-1} - g}{1 + g} d_{t-1} \\
&\quad + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} d_{c,t-1} \\
&\quad + P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
&\quad - \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t + \tau_{w_e} L_{e,t} w_t \tag{86}
\end{aligned}$$

Hay que notar que $\tau_{i_e} q_e - \mathcal{G}_t = 0$, por lo que el dinero gastado en educación que no es devuelto al consumidor, representa un gasto en educación no recuperable. Al igualar la ecuación anterior con la ecuación que resulta de la suma de las restricciones de los consumidores se obtiene,

$$\begin{aligned}
& b_t^{S^*} + (r_{x,t}k_{x,t-1} + r_{n,t}k_{n,t-1} + w_tL_t) \\
& \quad + \mathcal{R}_t + \Phi_t - \frac{1 + r_{t-1}^*}{1 + g} b_{t-1}^{S^*} \\
& - P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
& \quad - P_{e,t} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) - P_t c_t \\
& - \mathcal{P}_t^S = -\Delta d_{t,c} - \Delta d_t + \frac{r_{d,t-1} - g}{1 + g} d_{t-1} \\
& \quad + \frac{r_{c,t-1} - g}{1 + g} d_{c,t-1} \\
& \quad + P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
& \quad - \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t + \tau_{w_e} L_{e,t} w_t \tag{87}
\end{aligned}$$

Debido a los rendimientos constantes a escala se tiene que,

$$\begin{aligned}
(r_{x,t}k_{x,t-1} + r_{n,t}k_{n,t-1} + w_tL_t) + \Phi_t - \tau_{w_e} L_{e,t} w_t &= r_{x,t}k_{x,t-1} + r_{n,t}k_{n,t-1} \\
& \quad + w_t(L_{x,t} + L_{xn,t} + L_{e,t}) + P_{e,t} q_{e,t} \\
& \quad - w_t L_{e,t} (1 - \tau_{w_e}) - \tau_{w_e} L_{e,t} w_t \\
&= P_{x,t} q_{x,t} + P_{n,t} q_{n,t} + P_{e,t} q_{e,t} \tag{88}
\end{aligned}$$

Entonces se obtiene la expresión para la factibilidad de la economía,

$$\begin{aligned}
\Delta b_{t,c}^{S*} + \Delta d_{t,c} + \Delta d_t &= \frac{r_{t-1}^* - g}{1+g} b_{t-1}^{S*} + \frac{r_{d,t-1} - g}{1+g} d_{t-1} + \frac{r_{c,t-1} - g}{1+g} d_{c,t-1} \\
&+ P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
&+ P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
&+ P_{e,t} (i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}) + P_t c_t \\
&- (P_{x,t} q_{x,t} + P_{n,t} q_{n,t} + P_{e,t} q_{e,t}) \\
&- \mathcal{P}_t^S - \mathcal{R}_t - \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t
\end{aligned} \tag{89}$$

Finalmente, para el vaciado del mercado de los bienes no transables. Se consideran las siguientes ecuaciones,

$$\begin{aligned}
P_{k,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) &= P_{mm,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
&+ a_k P_{n,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S)
\end{aligned} \tag{90}$$

$$P_{z_a,t} \mathbb{I}_{z_a,t} = P_{mm,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + a_{z_a} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_a,t} \tag{91}$$

$$P_{z_e,t} \mathbb{I}_{z_e,t} = P_{mm,t} \mathbb{I}_{z_e,t} + a_{z_e} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \tag{92}$$

Y al substituir las anteriores tres ecuaciones en la condición de factibilidad se tiene que,

$$\begin{aligned}
& \Delta b_{t,c}^{S*} + \Delta d_{t,c} + \Delta d_t \\
-\frac{r_{t-1}^* - g}{1+g} b_{t-1}^{S*} - \frac{r_{d,t-1} - g}{1+g} d_{t-1} - \frac{r_{c,t-1} - g}{1+g} d_{c,t-1} = & \\
& P_{mm,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + a_{z_a} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_a,t} \\
& + P_{mm,t} \mathbb{I}_{z_e,t} + a_{z_e} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
& + P_{mm,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
& + a_k P_{n,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
& + P_{x,t} c_{x,t} + P_{n,t} c_{n,t} + P_{m,t} c_{m,t} \\
& - (P_{x,t} q_{x,t} + P_{n,t} q_{n,t}) \\
& - \mathcal{P}_t^S - \mathcal{R}_t - \mathcal{G}_t - \mathcal{N}_t \tag{93}
\end{aligned}$$

Al reacomodar los términos,

$$\begin{aligned}
& \Delta b_{t,c}^{S*} + \Delta d_{t,c} + \Delta d_t \\
& - \frac{r_{t-1}^* - g}{1+g} b_{t-1}^{S*} - \frac{r_{d,t-1} - g}{1+g} d_{t-1} - \frac{r_{c,t-1} - g}{1+g} d_{c,t-1} \\
& + \mathcal{P}_t^S + \mathcal{R}_t + \mathcal{G}_t + \mathcal{N}_t = P_{mm,t} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{mm,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
& + P_{mm,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
& + P_{m,t} c_{m,t} \\
& + P_{x,t} c_{x,t} - P_{x,t} q_{x,t} \\
& + a_{z_a} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_a,t} \\
& + a_{z_e} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
& + a_k P_{n,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
& + P_{n,t} c_{n,t} \\
& - (P_{n,t} q_{n,t}) \tag{94}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CK & = -CC \\
& + a_{z_a} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_a,t} \\
& + a_{z_e} P_{n,t} \mathbb{I}_{z_e,t} \\
& + a_k P_{n,t} (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) \\
& + P_{n,t} c_{n,t} \\
& - (P_{n,t} q_{n,t}) \tag{95}
\end{aligned}$$

Donde CK es la cuenta de capitales y CC es la cuenta corriente. Dado $CK + CC = 0$, entonces se tiene que la condición de vaciado de mercado para el bien no transable está dada por,

$$P_{n,t} q_{n,t} = P_{n,t} c_{n,t} + P_{n,t} a_k (i_{x,t}^S + i_{n,t}^S + AC_{x,t}^S + AC_{n,t}^S) + P_{n,t} a_{z_a} \mathbb{I}_{z_a,t} + P_{n,t} a_{z_e} \mathbb{I}_{z_e,t} \tag{96}$$

9.3. Semi-elasticidad y calibración de γ y A_h

Se usa la semi-elasticidad para calibrar el parámetro γ en el equilibrio inicial. Para ello, se define la inversión promedio en el bien e educación como $\bar{i}_t^e = \frac{i_{e,t}^S + i_{e,t}^{NS}}{l_s + l_{ns}}$ y de igual forma para \bar{h}_t el capital humano promedio. Así, la ley de movimiento promedio está dada por: $(1 + g)\bar{h}_t = G(\bar{i}_t^e, \bar{h}_{t-1}) + (1 - \delta_e)\bar{h}_{t-1}$. Entonces la semi-elasticidad del capital humano promedio con respecto a la inversión educativa está dada por,

$$\frac{\partial \bar{h}_t}{\partial \bar{i}_t^e} \frac{1}{\bar{h}_t} = \frac{G'_{\bar{i}_t^e, t}}{G_t + (1 - \delta_e)\bar{h}_{t-1}} = \frac{\gamma}{\bar{i}_t^e} \frac{G_t}{G_t + (1 - \delta_e)\bar{h}_{t-1}} \quad (97)$$

La ecuación anterior muestra que entre mayor sea la inversión promedio en educación y el nivel de capital humano promedio de la población, menores son los rendimientos de la misma. Hecho que va acorde con la literatura. En la calibración inicial $\frac{\partial \bar{h}_t}{\partial \bar{i}_t^e} \frac{1}{\bar{h}_t} = .0823$ (semi elasticidad en el salario al incremento en educación promedio en México de acuerdo con Morales-Ramos (2011)) lo que permite la calibración del parámetro γ . Esto es, un incremento de capital por unidad de inversión en educación da como resultado un incremento en el ingreso de 8% en el equilibrio estacionario inicial.

9.4. Escenarios complementarios y propuestos por Buffie *et al.* (2012)

En esta sección del apéndice se complementan los escenarios mencionados anteriormente con otros propuestos por Buffie *et al.* (2012), en los cuales se contemplan diferentes instrumentos de deuda como parte de la decisión de política del gobierno, y se modelan choques a las productividades y a los términos de intercambio, entre otras situaciones.

9.4.1. Restricción al ajuste fiscal en combinación con deuda externa

Con base en Buffie *et al.* (2012) se propone la deuda externa como instrumento de financiamiento, en reemplazo de la deuda interna. La nueva deuda externa contraída debe ser pagada por completo en el largo plazo y debe recuperarse el nivel inicial de la deuda.

A diferencia del ejercicio base, se propone $\lambda_H = 1$, lo que implica un ajuste en el Gap generado por el incremento de la deuda y que los demás instrumento no sean necesariamente constantes.

Asimismo, se imponen límites en el ajuste del impuesto IVA, H_u , e igualmente se propone un lento ajuste fiscal con $\lambda_{1,3}=.025$ y $\lambda_{2,4}=.0025$ comparado a una velocidad de ajuste normal.

El Cuadro 6 muestra los efectos ante una capacidad de reacción lenta por parte del gobierno, lo que indicaría que las decisiones de política son costosas y que el gobierno también estaría restringido ante movimientos de la política por los límites de ajuste en el nivel del IVA. El primer hallazgo que se identifica es que los resultados de largo plazo son similares a los del escenario base. Cuando la velocidad de ajuste es lenta con la presencia de límites en el IVA, no se puede compensar el crecimiento económico de forma que la tasa impositiva del IVA decaiga. Además, debido a lento ajuste las transferencias, i.e. gasto público, caen. El escenario demuestra que bajo la existencia de límites en la política es necesario usar otros instrumentos para sustentar la deuda, y que la combinación de estas medidas no representa un efecto considerable para el escenario base en el cual sólo se usa un instrumento.

Cuadro 6: Resultados de largo plazo con cambios en la deuda externa y en los parámetros de reacción (cambio % entre estado inicial y final de largo plazo)

Variable	Techo IVA ($H_u = 100\%$)		Techo IVA ($H_u = 16.5\%$)	
	Normal	Lenta	Normal	Lenta
y/P	9.19	9.20	9.09	8.99
C	4.52	4.79	4.24	3.95
H	16.42	16.24	16.49	16.46
Hy	2.62	2.38	2.71	2.96
T	0.23	2.84	-0.75	-3.22
$I^{Privada}$	8.85	9.26	8.80	8.54
τ_e^S	16.85	17.07	16.65	16.45
τ_e^{NS}	46.79	47.06	46.53	46.27
$\frac{P_{ze}i_{ze}}{y}$	8.03	8.03	8.03	8.02
$\frac{P_{ze}i_{ze}}{y}$	0.23	0.23	0.23	0.23
\bar{h}	10.83	10.83	10.83	10.83
h^S	6.15	6.15	6.15	6.15
h^{NS}	16.71	16.71	16.71	16.71
C^S	1.87	1.87	1.64	1.55
C^{NS}	10.52	11.37	10.11	9.39

Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.

Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{ze}i_{ze}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{ze}i_{ze}}{y}$), el IVA (H), y el ISR (Hy) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 7 muestra los resultados de corto y mediano plazo, donde la utilidad permanece como en el escenario base debido a que se disminuye el desplazamiento tanto en el consumo, como en la inversión.

Por su parte, las Figuras 18 y 19 muestran la evolución de las variables en el corto y mediano plazo ante diferentes velocidades de reacción fiscal.

En estos escenarios se nota un efecto casi nulo de desplazamiento de la inversión física, ya que a consecuencia del ajuste fiscal lento la deuda se incrementa. Sin embargo, después de 50 periodos en todos los casos se logra que la deuda converja al nivel inicial en términos del PIB o inclusive llegue a disminuir. El consumo aumenta en todos los escenarios, no obstante, en los escenario sin límites en el IVA se registra un nivel mayor de consumo.

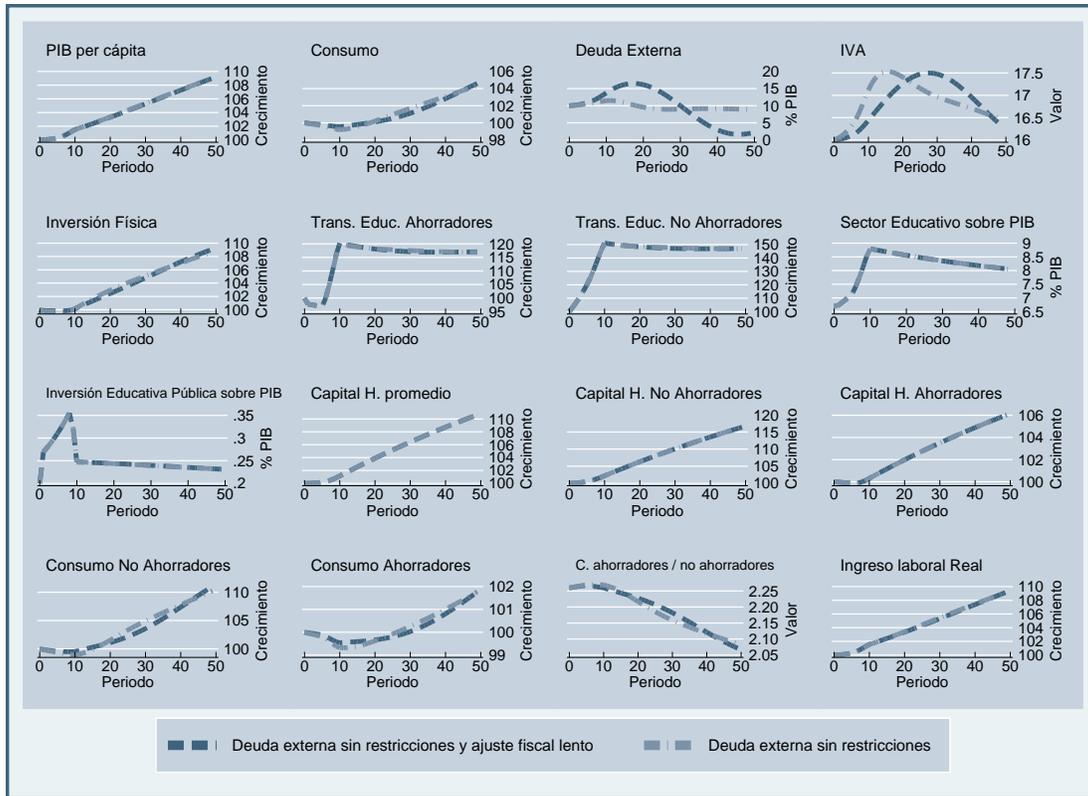
Cuadro 7: Efectos de corto y mediano plazo con restricciones al ajuste fiscal en combinación con deuda externa y velocidad de reacción fiscal

Variable	Techo IVA ($H_u = 100\%$)		Techo IVA ($H_u = 16.5\%$)	
	Velocidad de ajuste			
	Normal	Lenta	Normal	Lenta
TIR en 30 años (%)	14.31	17.15	14.08	17.00
TIR en 50 años (%)	16.29	18.63	16.02	18.41
Utilidad en 50 años	99.21	99.38	99.54	100.00

Nota: La tasa interna de retorno (TIR) está calculada como el cambio en el PIB per cápita, menos el cambio en inversión en infraestructura y transferencias educativas. Mientras que la medida utilidad es en 50 años y resulta de comparar un índice estandarizado y normalizado con la suma descontada de las utilidades de ambos consumidores, donde se contempla todo el horizonte de evaluación de los 21 escenarios del presente estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18: Resultados de corto y mediano plazo con cambios en la deuda externa y en los parámetros de reacción con $H_u = 100\%$

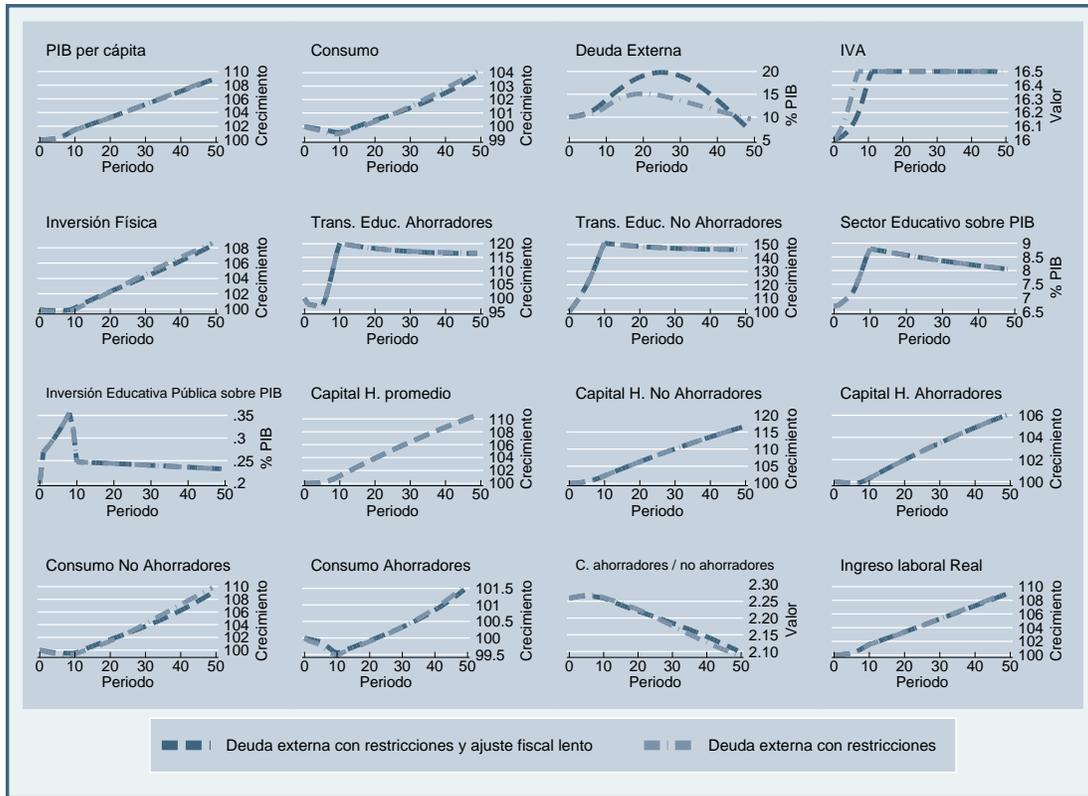


Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.

Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{e,y}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{e,i,y}}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19: Resultados de corto y mediano plazo con cambios en la deuda externa y en los parámetros de reacción con $H_u = 16.5\%$



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.
 Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{e}g_e}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{e}i_{ze}}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).
 Fuente: Elaboración propia.

9.4.2. Escenario base con externalidades en el capital humano y cambios en los parámetros de eficiencia en la inversión en infraestructura educativa

En este apartado se analiza el escenario base ante la presencia de externalidades en el corto, mediano y largo plazo. Así, de retomar la sección 4, calibración, se estima el parámetro $\varphi_h = 0.13$ bajo las mismas condiciones mencionadas en dicha sección. Este parámetro implica un rendimiento social igual a 10.12% que significa 25% más que el rendimiento

privado. Existe literatura que muestra evidencia sobre externalidades positivas en la educación, Psacharopoulos (1993) señala un rendimiento social de la educación secundaria de 13.1%. Acemoglu y Angrist (2001) indican de la existencia de externalidades positivas ya que encuentran un rendimiento social de alrededor de 1 a 3% más que el retorno privado, el cual se encuentra alrededor del 7%. Para ello con base en Buffie *et al.* (2012) valor de φ_h se calcula usando con,

$$(R^{Privado} + \delta_e) * (1 + \frac{\varphi_h}{.70}) - \delta_e = R^{Social} \quad (98)$$

Donde .70 representa la participación promedio ponderado del trabajo en las funciones de producción.

El Cuadro 8 muestra los resultados de largo plazo para el escenario planteado, la externalidad positiva genera mayores niveles de PIB per cápita real y consumo, ya sea con la misma eficiencia en la inversión en infraestructura como en el escenario base, o con la mitad de ésta, $se = 0.25$. Concretamente con la misma eficiencia en la inversión, el efecto de la externalidad genera que el PIB per cápita real incremente 26% más, el consumo el 30% y la inversión 35% en comparación con el escenario base.

Mientras que con la presencia de mayores niveles de eficiencia en la inversión de infraestructura los cambios son imperceptibles. El motivo de este comportamiento se debe a la condición de inversión mínima en el bien de educación requerida, ya que la elección exógena del valor hace que la restricción se encuentre activa a partir de cierto periodo. Consecuentemente en todos los escenarios se tiene una misma inversión en el bien de educación. Así, el único efecto que se tiene es una caída en los precios del bien de educación y por o tanto una disminución en la participación del sector educativo sobre el PIB.

A pesar de mayores niveles de eficiencia en la inversión en infraestructura, no se muestra cambios considerables dentro de los escenarios con externalidades y si ellas. El motivo de esto la condición de inversión mínima en el bien de educación requerida. Debido a la elección

exógena del valor la condición se encuentra activa a partir del periodo diez. Por lo tanto, en todo los escenarios tenemos una mismo inversión en el bien educación. El único efecto que se tiene es una caída en los precios del bien de educación y por lo tanto una disminución en la participación del sector educativo sobre el PIB.

Cuadro 8: Efectos de largo plazo con externalidades en el capital humano y cambios en los parámetros de eficiencia en la inversión en infraestructura educativa (cambio % entre estado inicial y final de largo plazo)

Variable	E. Base	E. Base	Extenalidades	
	$se=.50$	$se=.75$	$se=.50$	$se=.25$
y/P	9.20	9.19	11.57	11.63
C	4.60	4.61	5.97	5.92
H	16.27	16.35	16.14	16.20
Hy	2.64	2.62	2.62	2.62
T	0.00	0.22	0.27	0.27
$I^{Privada}$	8.86	8.93	11.97	11.96
τ_e^S	16.90	15.88	17.52	18.65
τ_e^{NS}	46.85	45.56	47.62	49.04
$\frac{P_e q_e}{y}$	8.03	7.96	7.89	7.97
$\frac{P_{ze} i_{ze}}{y}$	0.23	0.23	0.23	0.23
\bar{h}	10.83	10.84	10.84	10.83
h^S	6.15	6.17	6.17	6.16
h^{NS}	16.71	16.71	16.70	16.70
C^S	1.94	1.95	2.98	2.93
C^{NS}	10.61	10.62	12.74	12.68

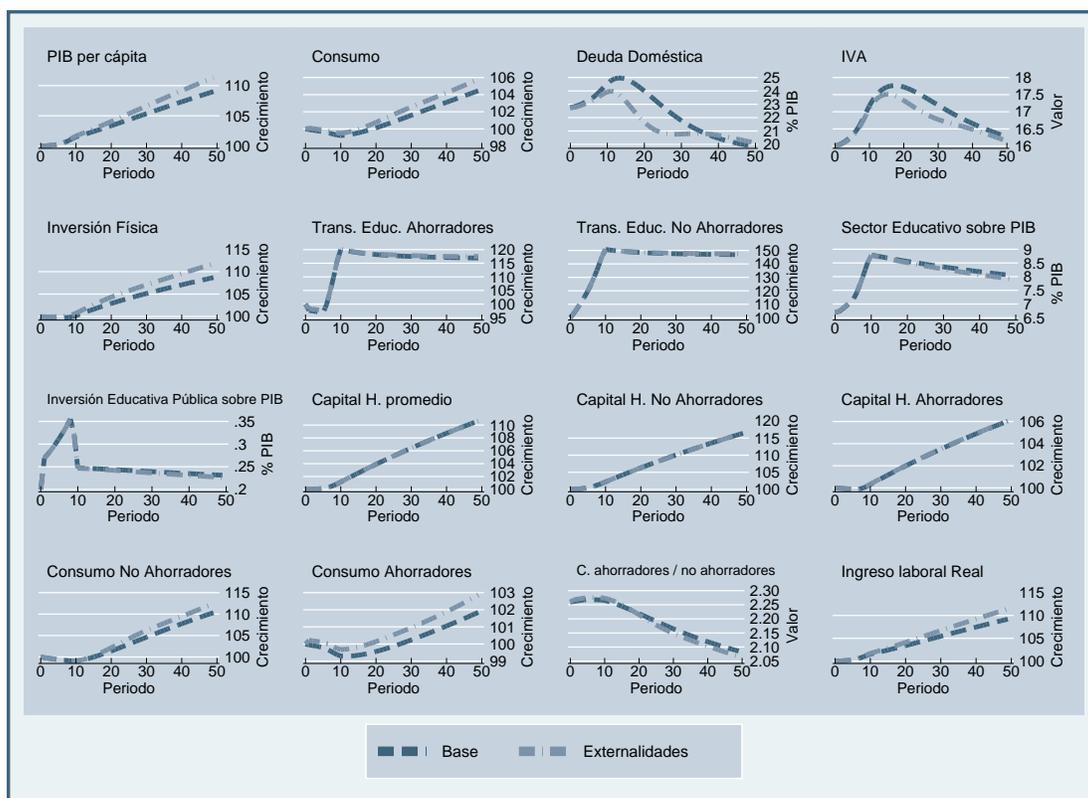
Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.

Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_e q_e}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{ze} i_{ze}}{y}$), el IVA (H), y el ISR (Hy) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).

Fuente: Elaboración propia.

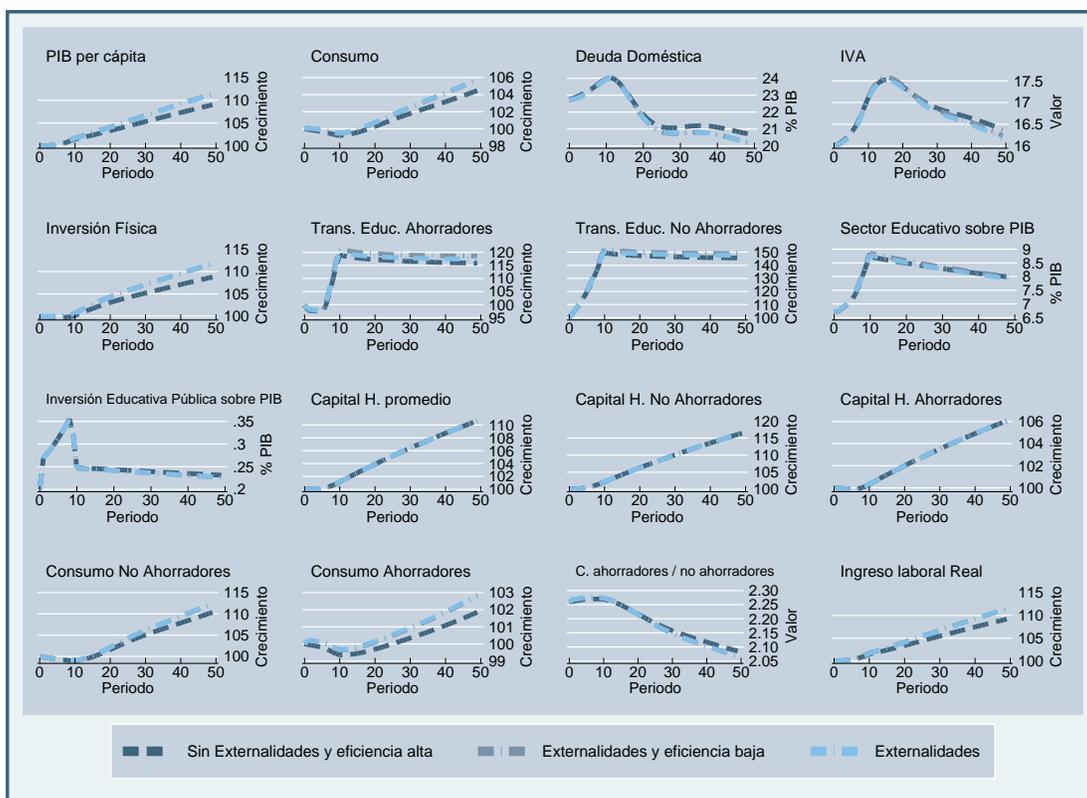
Las Figuras 20 y 21 muestran los resultados de corto y mediano plazo. En primera instancia, el consumo en el escenario con externalidades es mayor que en el escenarios base, por lo tanto, lo agentes poseen mayores niveles de utilidad. Más aún, los efectos del crecimiento del capital humano y del incremento en inversión en educación, con la presencia de externalidades en el capital humano, conllevan a una reducción en el nivel de deuda contraída en consecuencia a menores tasas impositivas de IVA.

Figura 20: Resultados de largo plazo con externalidades en el capital humano



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.
 Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{Edu}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{Edu} i_x}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).
 Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Resultados de largo plazo con externalidades en el capital humano y cambios en los parámetros de eficiencia en la inversión en infraestructura educativa



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$. Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{eizpe}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{eizpe}}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM). Fuente: Elaboración propia.

9.4.3. Escenario base con deuda externa y choques externos inesperados

En este último apartado se analiza la evolución de la economía ante choques inesperados en la productividad y en los términos de intercambio. Se ha mostrado que aumentar la deuda es necesario para financiar la política de universalización de EMS, sin embargo, en el largo plazo el nivel de la deuda decae en presencia de cambios mínimos impuestos. No obstante, existe el riesgo latente de presencia de choques permanentes o temporales que

potencialmente podrían hacer que la deuda fuese insostenible. Es por esta situación que a continuación se simulan choques para analizar el comportamiento de la deuda.

En primer lugar se modelan choques negativos permanentes y temporales que son inesperados en la productividad a_j para $j \in \{n, x, e\}$ con un impacto del 5%. Asimismo, se simula un choque temporal y permanente sobre los términos de intercambio donde P_x decrece en 10% y P_{mm} se incrementa 20%; esto implica una contracción de 25% en los términos de intercambio sobre el escenario base con el establecimiento de inversión mínima en el bien de educación y restricción en el aumento del IVA.

El Cuadro 9 muestra los resultados de largo plazo de los ejercicios planteados.

Cuadro 9: Resultados de largo plazo del escenario base con deuda externa y choques externos inesperados
(cambio % entre estado inicial y final de largo plazo)

Variable	Choque: Disminuye a_i en 5%		Choque: Disminuye $\frac{P_x}{P_{mm}}$ en 25%	
	Permanente	Transitorio	Permanente	Transitorio
y/P	-0.13	9.03	-6.91	9.07
C	-3.96	4.05	-6.49	3.94
H	16.50	16.50	16.50	16.50
Hy	3.55	2.73	4.73	2.74
T	-8.65	-0.93	-16.56	-1.04
$I^{Privada}$	-2.44	8.71	-19.55	8.73
τ_e^S	12.15	16.59	-11.52	16.50
τ_e^{NS}	40.88	46.45	11.14	46.34
$\frac{P_e q_e}{y}$	8.50	8.03	8.08	8.02
$\frac{P_{ze} i_{ze}}{y}$	0.25	0.23	0.34	0.23
\bar{h}	10.68	10.81	10.73	10.89
h^S	5.88	6.10	5.97	6.25
h^{NS}	16.71	16.71	16.71	16.71
C^S	-5.94	1.41	-7.29	1.28
C^{NS}	0.51	10.01	-4.70	9.93

Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.

Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_e q_e}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{ze} i_{ze}}{y}$), el IVA (H), y el ISR (Hy) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).

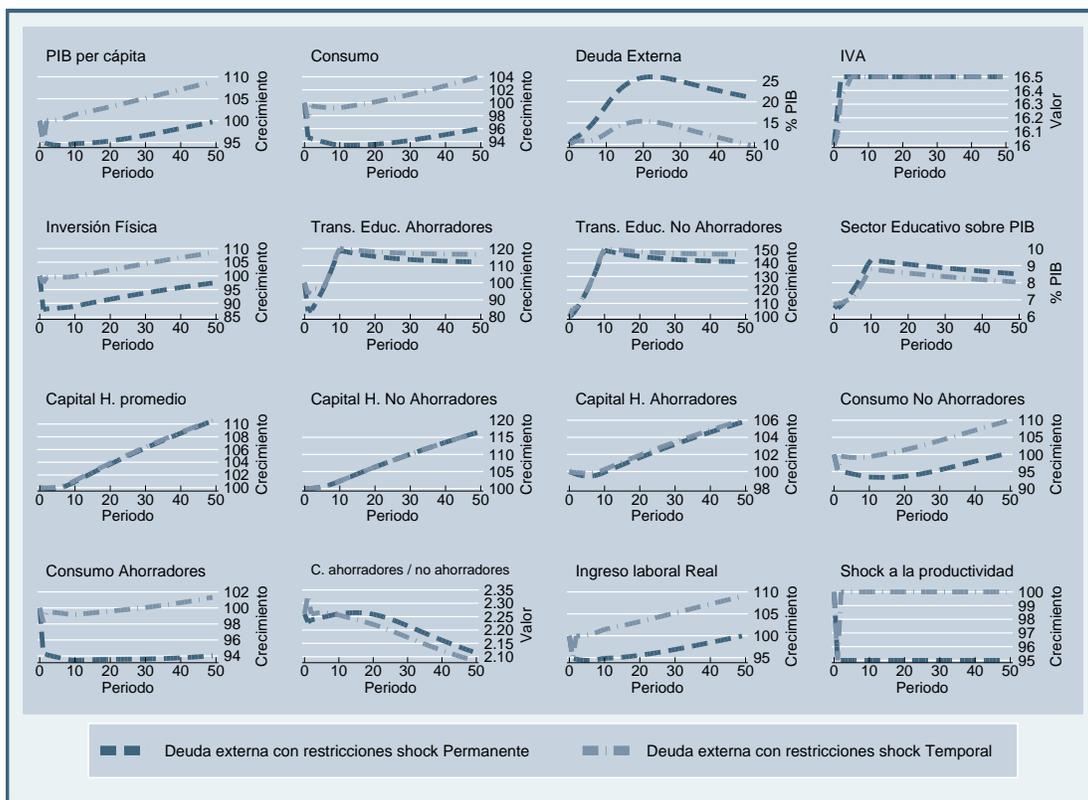
Fuente: Elaboración propia.

Las Figuras 22 y 23 muestran las dinámicas de las diferentes variables en presencia

de choques inesperados permanentes y temporales tanto a la productividad como a los términos de intercambio. La economía sufre estragos y se alcanza a recuperar pasados 50 periodos. Por su parte, al igual que Buffie *et al.* (2012), la deuda crece y pese a los incrementos en impuestos y disminución en las transferencias no es posible contraer su nivel para llegar a su estado inicial.

Estos escenarios muestran la importancia que tiene dimensionar este tipo de riesgo cuando se toma decisiones de implementar políticas que conllevan a esfuerzos en materia de política fiscal.

Figura 22: Escenario base con deuda externa y choque en la productividad

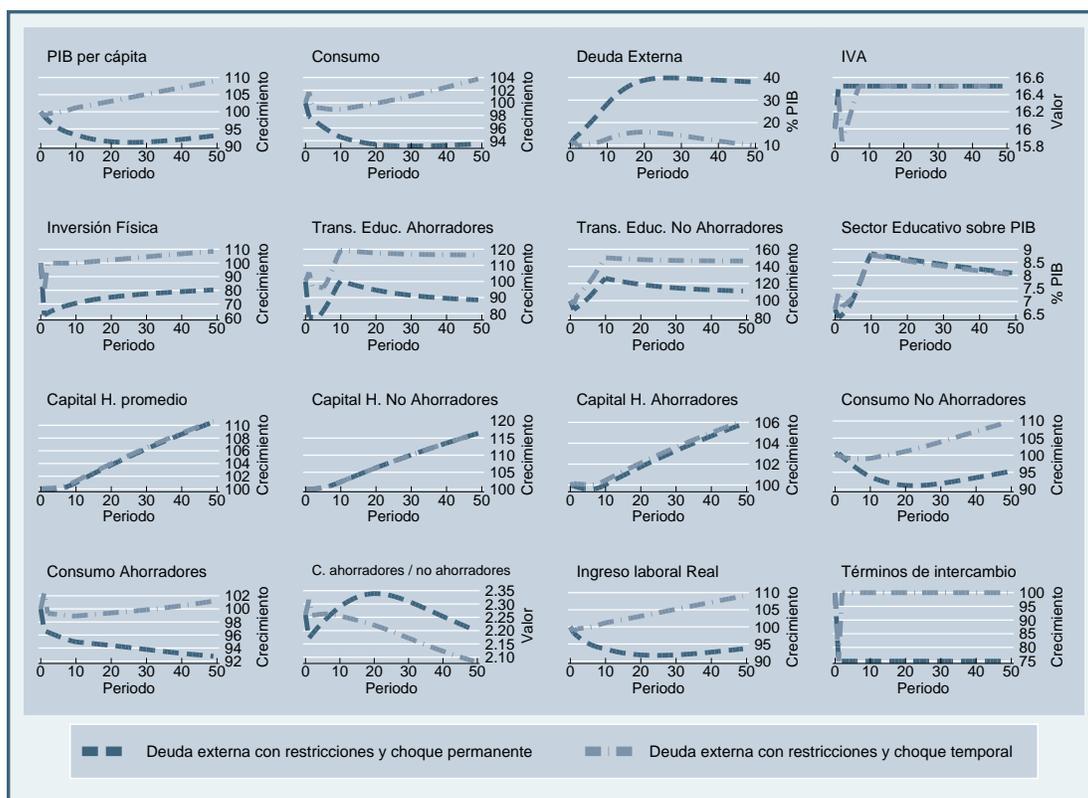


Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.

Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{Peqe}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{Peize}{y}$) y el IVA (H) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Escenario base con deuda externa y choques en los términos de intercambio



Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.
 Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{Edu}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{Inve}}{y}$), el IVA (H), y el ISR (H_y) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).
 Fuente: Elaboración propia.

9.5. Tabla resumen con los resultados en el nuevo estado estacionario

El Cuadro 10 se presenta el cambio porcentual entre el estado estacionario inicial y final de los diferentes escenarios de la presente investigación,

Escenarios:

- 1.-Escenario base
- 2.-Escenario base y sin crecimiento en la inversión mínima en el bien de educación
- 3.-Escenario tendencia matriculación SEP
- 4.-Escenario tendencia matriculación SEP y sin crecimiento en la inversión mínima en el bien de educación
- 5.-Escenario base con ISR
- 6.-Escenario base con ISR y sin crecimiento en la inversión mínima en el bien de educación
- 7.-Escenario base con transferencias
- 8.-Escenario base con transferencias y sin crecimiento en la inversión mínima en el bien de educación
- 9.-Escenario base con deuda externa
- 10.-Escenario base con deuda externa y parámetros de reacción lenta
- 11.-Escenario base con deuda externa y restricciones en el ajuste del IVA
- 12.-Escenario base con deuda externa y parámetros de reacción lenta y restricciones en el ajuste del IVA
- 13.-Escenario base con deuda externa y restricciones en el ajuste del IVA y choques permanentes en las productividades
- 14.-Escenario base con deuda externa y restricciones en el ajuste del IVA y choques temporales en las productividades
- 15.-Escenario base con deuda externa y restricciones en el ajuste del IVA y choques permanentes en los términos de intercambio
- 16.-Escenario base con deuda externa y restricciones en el ajuste del IVA y choques temporales en los términos de intercambio
- 17.-Escenario base con eficiencia en la inversión en infraestructura educativa alta
- 18.-Escenario base con externalidades en el capital humano
- 19.-Escenario base con externalidades en el capital humano y eficiencia en la inversión en infraestructura educativa baja
- 20.-Escenario base al implementar en México los costos de inversión por estudiante en infraestructura educativa de Japón
- 21.-Escenario base al implementar en México los costos de inversión por estudiante en infraestructura educativa de Estados Unidos

Cuadro 10: Resultados en el nuevo estado estacionario
(cambio % entre estado estacionario inicial y final)

Escenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
y/P	30.36	28.46	2.28	2.79	30.08	-14.27	30.36	28.46	30.36	30.36	19.64	30.36	30.36	11.31	30.36	30.36	30.36	36.73	33.84	118.35	45.89
C	29.62	28.23	2.22	2.77	28.44	-13.63	29.62	28.23	29.62	29.62	18.45	29.62	29.62	10.70	29.62	29.62	29.62	36.44	33.29	116.95	45.06
H	12.59	12.44	15.68	15.57	16.03	16.01	16.00	16.00	12.59	12.59	14.06	12.59	12.59	16.50	12.59	12.59	12.59	11.80	12.08	7.46	11.23
Hy	2.64	2.64	2.64	2.64	0.08	4.69	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.69	2.64	2.64	2.64	2.67	2.70	2.64	2.64
T	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	32.73	33.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.48	0.00	0.00	0.00	-0.14	-0.02	0.00	0.00
$I^{Privada}$	30.38	28.80	2.28	2.82	34.05	-16.46	30.38	28.80	30.38	30.38	18.08	30.38	30.38	-1.80	30.38	30.38	30.38	37.76	34.72	119.49	46.13
τ_c^S	19.04	46.16	0.63	4.53	20.20	-24.01	19.04	46.16	19.04	19.04	14.44	19.04	19.04	-10.42	19.04	19.04	19.04	21.19	19.96	161.30	43.73
τ_e^{NS}	49.54	0.00	4.90	0.00	52.53	-4.31	49.54	0.00	49.54	49.54	43.75	49.54	49.54	12.52	49.54	49.54	49.54	53.94	53.03	48.90	48.90
$\frac{P_{ge}}{y}$	6.81	6.56	6.72	6.68	6.89	6.65	6.81	6.56	6.81	6.81	7.20	6.81	6.81	6.81	6.81	6.81	6.81	6.60	6.69	6.49	6.71
$\frac{P_{y,ic}^h}{y}$	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19	0.29	0.19	0.20	0.19	0.19	0.21	0.19	0.19	0.28	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19	0.20
\bar{h}	32.00	25.70	2.52	2.52	29.53	-11.73	32.00	25.70	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	30.14	28.06	111.49	46.02
\bar{h}^S	18.53	46.16	0.62	4.52	13.91	-21.07	18.53	46.16	18.53	18.53	18.53	18.53	18.53	18.53	18.53	18.53	18.53	15.09	11.48	161.30	43.73
\bar{h}^{NS}	48.90	0.00	4.90	0.00	49.16	0.01	48.90	0.00	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	49.07	48.91	48.90	48.90
C^S	23.62	39.22	1.34	3.82	21.27	-18.43	23.06	38.13	23.62	23.62	12.77	23.62	23.62	5.01	23.62	23.62	23.62	29.30	25.22	146.24	45.04
C^{NS}	43.20	3.39	4.19	0.40	44.62	-2.79	44.45	5.86	43.20	43.20	31.28	43.20	43.20	23.54	43.20	43.20	43.20	52.58	51.55	50.81	45.10

Nota: La inversión privada se define como $I^{Privada} = P_k(i_x + i_n)$.

Las variables participación del sector educativo en el PIB ($\frac{P_{ege}}{y}$), la participación del gasto en inversión como porcentaje del PIB ($\frac{P_{zeize}}{y}$), el IVA (H), y el ISR (Hy) exponen su valor final, a diferencia del resto de términos donde se indica el cambio porcentual entre el estado inicial y el de largo plazo. En cada escenario se muestra el caso donde se impone al consumidor no ahorrador un nivel de inversión mínima (IM) en el bien de educación, y el caso sin esta inversión (Sin IM).

Fuente: Elaboración propia.

Referencias

- Acemoglu, D. y Angrist, J. (2001). How large are human-capital externalities? evidence from compulsory-schooling laws. *National Bureau of Economic Research*.
- Agénor, P.-R. (2005). Infrastructure, public education and growth with congestion costs. Centre for growth and business cycle research discussion paper series, Economics, The University of Manchester.
- Barrientos, A. (2012). Social Transfers and Growth: What Do We Know? What Do We Need to Find Out? *World Development*, 40(1):11–20.
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2):407–43.
- Barro, R. J. (1996). Determinants of economic growth: A cross-country empirical study. Working Paper 5698, National Bureau of Economic Research.
- Barro, R. J. y Lee, J.-W. (2010). A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010. Working Paper 15902, National Bureau of Economic Research.
- Benhabib, J. y Spiegel, M. M. (1994). The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34(2):143–173.
- Benítez, G. (2014). Condiciones de la oferta actual de la educación media superior y desafíos para la universalización de su cobertura en el ciclo escolar 2021-2022. *Instituto Belisario Domínguez*.
- Berg, A., Portillo, R., Gottschalk, J., y Zanna, L.-F. (2010). The macroeconomics of medium-term aid scaling-up scenarios. IMF Working Papers 10/160, International Monetary Fund.
- Bergoing, R., Kehoe, P. J., Kehoe, T. J., y Soto, R. (2001). A decade lost and found: Mexico and Chile in the 1980s. Working Paper 8520, National Bureau of Economic Research.
- Blakemore, A. y Herrendorf, B. (2009). *Economic Growth: the importance of education and technological development*. A Report from the Productivity and Prosperity Project (P3), an initiative supported by the Office of the University Economist. W. P. Carey School of Business, Arizona State University.
- Bowles, R. (1999). Essays in public education. *PhD Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University*.

- Buffie, E. E., Berg, A., Pattillo, C., Portillo, R., y Zanna, L. (2012). Public investment, growth, and debt sustainability: Putting together the pieces. *IMF working paper*.
- Cho, Y. (2005). Investment in children's human capital: Implications of progress. *Korea Development Institute, Working Papers*.
- Christopher, T. (2002). Tax reform and human capital accumulation: Evidence from an empirical general equilibrium model of skill formation. *The B.E. Journal of Economic Analysis and Policy*, 2(1):1–38.
- Dissou, Y. y Didic, S. (2012). Government spending on education, human capital accumulation, taxes and growth: a multisector dynamic general equilibrium analysis. EcoMod2012 4540, EcoMod.
- Ghosh, A. R., Kim, J. I., Mendoza, E. G., Ostry, J. D., y Qureshi, M. S. (2011). Fiscal fatigue, fiscal space and debt sustainability in advanced economies. Working Paper 16782, National Bureau of Economic Research.
- Giovanni, M., Yang, S. S., y Zanna, L. (2014). Debt sustainability, public investment, and natural resources in developing countries: the dignar model. *IMF working paper*.
- Goldin, C. y Katz, L. F. (1998). Human capital and social capital: The rise of secondary schooling in america, 1910 to 1940. Working Paper 6439, National Bureau of Economic Research.
- Guvenen, F., Kuruscu, B., y Ozkan, S. (2009). Taxation of human capital and wage inequality: A cross-country analysis. Working Paper 15526, National Bureau of Economic Research.
- Hall, R. E. y Jones, C. I. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others? *National Bureau of Economic Research*.
- Hanushek, E. A. (2013). Economic growth in developing countries: The role of human capital. *Economics of Education Review*.
- Hanushek, E. A. y Wößmann, L. (2007). The role of education quality in economic growth. *World Bank Policy Research Working Paper*.
- INEE (2012). ¿cuánto gasta el estado en educación básica y media superior? *Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (INEE)*.
- Jang, C. W. (2007). Contribution by educational levels to korean economic growth. *Research Institute for Vocational Education and Training*.
- Kehoe, T. J. y Meza, F. (2011). Catch-up growth followed by stagnation: Mexico, 1950-2010. Working Paper 17700, National Bureau of Economic Research.

- Kensuke, M. (2011). Measuring Human Capital in Japan. Discussion papers 11037, Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI).
- Khandker, S., Koolwal, G., y Samad, H. (2010). *Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices*. World Bank e-Library. World Bank.
- Kim, Y. H. (2004). Education and economic developmetn in korea. *Hankook Haksool Jungbo*.
- Krueger, A. B. y Lindahl, M. (2000). Education for growth: Why and for whom? Working Paper 7591, National Bureau of Economic Research.
- Mankiw, N. G., Romer, D., y Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*.
- Meza, F. y Urrutia, C. (2011). Financial liberalization, structural change, and real exchange rate appreciations. *Journal of International Economics*, 85(2):317–328.
- Morales-Ramos, E. (2011). Los rendimientos de la educación en méxico. *Banco de México, Working Papers*.
- Murillo, I. (2006). Returns to Education and Human Capital Depreciation in Spain. ERSA conference papers Working paper ersa06p60, European Regional Science Association.
- OECD (2014). Education at a glance 2014.
- Psacharopoulos, G. (1993). Returns to investment in education : a global update. Policy Research Working Paper Series 1067, The World Bank.
- Roubini, N. y Milesi-Ferrett, G. M. (1994). Optimal taxation of human and physical capital in endogenous capital models. Working Paper 4882, National Bureau of Economic Research.
- Schmitt-Grohe, S. y Uribe, M. (2002). Closing small open economy models. Working Paper 9270, National Bureau of Economic Research.
- Schoellman, T. (2011). Education quality and development accounting. *The Review of Economic Studies*.
- SECP (2011). *Sectores Económicos en la Cuenta Pública 2011*. Comisión de vigilancia de la Auditoria Superior de la Federación, Unidad de Evaluación y Control.
- Self, S. y Grabowski, R. (2003). Education and long-run development in japan. *Journal of Asian Economics*, 14(4):565 – 580.
- SEP (2013). Sistema educativo de los estados unidos mexicanos, principales cifras del sistema educativo nacional 2012 - 2013. *Secretaria de Educación Pública*.

Snyder, T. (1993). *120 Years of American Education: A Statistical Portrait*. U.S. Department of Education, Office of Educational Research and Improvement, National Center for Education Statistics.

Van Leeuwen, B. y Földvári, P. (2008). Human capital and economic growth in asia 1890-2000: A time-series analysis *. *Asian Economic Journal*, 22(3):225–240.

Weber, S. (2009). Human capital depreciation and education level: Some evidence for switzerland. Annual conference of the european association of labour economists (eale), amsterdam (netherlands), september 2008; and at the annual conference of the society of labor economists (sole), boston (usa), may 2009, University of Geneva, Department of Economics.

Referencias electrónicas

Banco de México (2016). Estadísticas e indicadores. [En línea]. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/estadisticas/>.

Banco Mundial (2016). Datos. [En línea]. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org>.

Barro, R. J. y Lee, J.-W., (2016). Barro-Lee Educational Attainment Dataset. [En línea]. Disponible en: <http://www.barrolee.com/>.

Bureau of Economic Analysis (2016). U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA) Interactive Data. [En línea]. Disponible en: <http://www.bea.gov/>.

Consejo Nacional de Población (2016). Proyecciones de la Población 2010-2050. [En línea]. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>.

Federal Reserve Bank of St. Louis (2016). Economic Research. [En línea]. Disponible en: <https://research.stlouisfed.org/fred2/>.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2016). Banco de Datos. [En línea]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/>.

Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2016). Bases de Datos de Tablas Estadísticas. [En línea]. Disponible en: <http://www.inee.edu.mx/index.php/bases-de-datos/tablas-estadisticas-inee>.

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (2016). MEXT: Report & Statistics. [En línea]. Disponible en: <http://www.mext.go.jp/english/statistics/index.htm>.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2016). UIS Statistics. [En línea]. Disponible en: <http://data.uis.unesco.org/>.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2016). OECD Data. [En línea]. Disponible en: <https://data.oecd.org/>.

Secretaria de Hacienda y Crédito Público (2016). Estadísticas Oportunas de Finanzas Públicas. [En línea]. Disponible en: http://finanzaspublicas.hacienda.gob.mx/es/Finanzas_Publicas/Estadisticas_Oportunas_de_Finanzas_Publicas.

Secretaría de Educación Pública (2016). Sistema Nacional de Información Estadística Educativa. [En línea]. Disponible en: <http://www.sniesep.gob.mx/>.

SENADO DE LA REPÚBLICA
INSTITUTO BELISARIO DOMÍNGUEZ

Comité Directivo

Senador Miguel Barbosa Huerta
PRESIDENTE

Senador Roberto Armando Albores Gleason
SECRETARIO

Senador Daniel Gabriel Ávila Ruíz
SECRETARIO

Senador Benjamín Robles Montoya
SECRETARIO

Gerardo Esquivel Hernández
COORDINADOR EJECUTIVO DE INVESTIGACIÓN

Modelo de factibilidad hacendaria: caso práctico para evaluar la sostenibilidad de la inversión en educación media superior en México
Primera edición enero de 2017.

D. R. © INSTITUTO BELISARIO DOMÍNGUEZ, SENADO DE LA REPÚBLICA

Donceles 14, Colonia Centro,
Delegación Cuauhtémoc, 06020, Ciudad de México.

Dirección General de Finanzas

Mtro. Noel Pérez Benítez

Autores:

Mtro. Juan Manuel Andrade Hernández

Mtro. Max Lugo Delgadillo

Dr. Irving Arturo De Lira Salvatierra

Este análisis se encuentra disponible en la página de internet del Instituto Belisario Domínguez:
<http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/1875>

Información para consultar en la biblioteca digital:

Titulo: *Modelo de factibilidad hacendaria: caso práctico para evaluar la sostenibilidad de la inversión en educación media superior en México.*

Serie: Cuadernos de investigación en finanzas públicas.

Número: 7.

Fecha de publicación: Enero 2017.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA.

Impreso en México.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan, necesariamente, los puntos de vista del Instituto Belisario Domínguez o del Senado de la República.

El Instituto Belisario Domínguez es un órgano especializado encargado de realizar investigaciones estratégicas sobre el desarrollo nacional, estudios derivados de la agenda legislativa y análisis de la coyuntura en campos correspondientes a los ámbitos de competencia del Senado con el fin de contribuir a la deliberación y la toma de decisiones legislativas, así como de apoyar el ejercicio de sus facultades de supervisión y control, de definición del proyecto nacional y de promoción de la cultura cívica y ciudadana.

El desarrollo de las funciones y actividades del Instituto se sujeta a los principios rectores de relevancia, objetividad, imparcialidad, oportunidad y eficiencia.