

Septiembre 2020

Cambio tecnológico y desempeño de las economías: una evaluación del impacto de la pandemia de COVID-19 para ocho países de América Latina en Equilibrio General Computado.

Omar O. Chisari (*Academia Nacional de Ciencias Económicas e IIEP-CONICET*)

Resumen. *En este trabajo se usan modelos de Equilibrio General Computado de ocho países de América Latina para simular escenarios del impacto de la adopción de tecnologías capital intensivas o ahorradoras de factor humano. Dicho cambio tecnológico puede ser el resultado de la aplicación de primas de riesgo sobre el contenido de trabajo de los bienes y servicios debido a la pandemia. Los modelos son similares para todas las economías, recursivos dinámicos con desempleo. A modo de ilustración se estudia entonces en primer lugar el escenario en el que una prima de riesgo es cargada sobre el contenido de trabajo; como es de esperar el efecto es muy negativo para el PBI, para los niveles de actividad y de bienestar. Se consideran a continuación tres casos de cambio tecnológico: 1) Se observa que una mayor elasticidad de sustitución entre trabajo y capital nuevo (móvil entre sectores) tiene también un impacto negativo sobre el crecimiento y el bienestar debido a la escasez de ese tipo de capital; la propensión a ahorrar pone un límite a la cantidad de capital móvil disponible. 2) Cuando se supone que la mayor sustitución abarca todo el capital (no sólo el nuevo, sino también el ya instalado), el efecto es positivo de corto plazo (los primeros años) aunque vuelve a ser negativo en el más largo plazo. 3) Finalmente, si el cambio de la tecnología implica una reducción de la cantidad de trabajo necesaria por unidad de producto compensada con un incremento del capital móvil requerido (también por unidad de producto) del mismo monto, el impacto es negativo sobre el crecimiento en todo el período considerado. En la mayor parte de las simulaciones el crecimiento de bienestar de los quintiles va en el mismo sentido que el PBI, y sin grandes diferencias entre grupos de ingreso.*

1. Introducción.

La pandemia actual tiene consecuencias inmediatas en las economías, que se reflejan en profundas recesiones. Pero también desatará casi seguramente modificaciones en las condiciones de funcionamiento de las economías en el largo plazo, cuando todos los factores puedan reasignarse entre industrias y regiones, los consumidores revisen sus preferencias y las empresas adopten nuevas tecnologías o modifiquen sus técnicas de producción en uso.

Este trabajo se enfoca en estos segundos aspectos. Considera el impacto de cambios tecnológicos eventuales como consecuencia de la pandemia, y de los cambios de hábitos y de las preferencias por la salud y la higiene que la acompañan. Evalúa además el impacto sobre las economías del aumento de la prima de riesgo impuesta en el consumo de bienes y servicios según su contenido de trabajo; es una respuesta de protección esperada por parte de los consumidores. Adelantando las conclusiones, se observa un costo significativo para las economías.

Dado ese costo, es esperable una reacción de las empresas y los productores. Podrían decidir por ejemplo adoptar tecnologías y métodos de producción que reviertan o amortigüen ese cambio de preferencias de los consumidores, en general más capital intensivos. Por ello aquí se consideran los resultados de aumentos de: 1) la elasticidad de sustitución entre capital nuevo o móvil y trabajo, 2) la elasticidad de sustitución entre todo el capital (inclusive el instalado) y el trabajo y de una disminución de la cantidad de trabajo necesaria por unidad de producto compensado con un incremento del mismo monto en la cantidad de capital nuevo o móvil requerida por unidad de producto. En el modelo cuantitativo el capital nuevo o móvil es aquél que puede reasignarse entre sectores sin costos.

Los resultados son también ilustrativos de los efectos posibles del cambio tecnológico que estaba en curso aún antes del efecto de la pandemia. El factor humano ha venido siendo limitado y reemplazado en la producción por métodos automáticos y a distancia, de modo que se observaba ya una tendencia a la reducción de la cantidad de trabajadores para llevar adelante las escalas mínimas de las actividades. Concomitantemente se apreciaba una tendencia al uso más intensivo de bienes de capital o por lo menos una recomposición de su estructura (de capital específico a móvil, e.g. más computadoras y menos metros cuadrados). Estos cambios equivalen a una modificación de los costos con consecuencias en la remuneración de los factores y por ende en la distribución personal del ingreso.

De hecho, en los últimos años ha habido un esfuerzo académico sistemático en el estudio de los impactos del cambio tecnológico, en particular sobre la distribución del ingreso. En ellos mucho del énfasis fue puesto sobre los valores de las elasticidades de sustitución entre trabajo y capital; una argumentación de Piketty (2014) considera un incremento de la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital de hasta llevarla a niveles entre 1.3 y 1.6. Aquí se supone un incremento de la elasticidad de sustitución de 1 a 1.5. Sin embargo, como veremos aquí, puede ser útil la distinción entre capital móvil y específico (no reasignable entre sectores de la producción). Semeniuk (2014) justamente resume los trabajos de Piketty y de Piketty y Zucman (2013) y hace un análisis crítico a partir de su definición de capital, en particular de la tierra; también Eden y Gaggl (2019) examinan la importancia de tener en cuenta la composición del capital para evaluar el impacto distributivo.

Como señalamos la aparición de la pandemia ha acentuado la preferencia por métodos limpios, derivados del uso de bienes de capital más que de trabajadores como forma de evitar las infecciones. Esto equivale una preferencia especial de los consumidores por los bienes producidos con procesos capital intensivos, o por el uso de robots. En un estudio sobre 17 países, Graetz y Michaels (2015) muestran que la incorporación de robots aumenta la productividad del trabajo, y que hay alguna evidencia de reducción del empleo no calificado. Pero los robots y otros artilugios son bienes de capital y por lo tanto la reducción del uso de trabajo debe ser compensada con mayor intensidad de capital. Además, Blien y Sanner (2014) estudian el vínculo de la incorporación de la tecnología y el empleo con la elasticidad producto.

En cuanto a la metodología, el impacto sobre las economías y la distribución de esos costos entre sus agentes y actividades es de magnitud y efectos todavía inciertos, que dependen de los recursos disponibles, del tipo de especialización de la producción y de las exportaciones, y de las políticas internas y de la forma de su tecnología. El análisis requiere considerar los diferentes tipos de bienes de capital, las modificaciones en la demanda de trabajo y tener en cuenta justamente la interacción entre las remuneraciones de los factores y la distribución personal del ingreso para conocer el resultado neto. Adicionalmente se debe anticipar el efecto sobre la provisión de bienes públicos, debido al cambio de la estructura impositiva y de los gastos del gobierno.

Por ello, parece apropiada la evaluación cuantitativa utilizando modelos de Equilibrio General Computado para ocho economías latinoamericanas para los que se disponía ya de una Matriz de Contabilidad Social (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Jamaica y Perú, todos calibrados para 2015 y similares en estructura analítica). Una síntesis de los modelos principales y de las Matrices de Contabilidad Social puede hallarse en Brichetti et al (2020). La metodología de equilibrio general computado puede consultarse

por ejemplo en Burfisher (2016) y en Chisari, Maquieyra y Miller (2012). Fueron trabajos pioneros los de Dervis, de Melo y Robinson (1982) y Shoven y Whalley (1992).

Se presenta entonces un examen cuantitativo de corto plazo bajo escenarios alternativos de manera de anticipar efectos inesperados, determinar economías de alto riesgo y gran fragilidad, y prevenir los desequilibrios. Los indicadores seleccionados para estudiar los efectos se refieren a las tasas de crecimiento del PBI, del bienestar entre pobres y ricos, de la provisión de bienes producidos por el gobierno, y en los impactos sobre la participación de los factores en el producto y la tasa de desempleo.

El procedimiento de cómputo consiste en establecer una línea de crecimiento de base para el PBI, el bienestar privado y el derivado de bienes públicos, y observar cómo los shocks modifican esas tasas de crecimiento, así como cuánto se modifican la participación del trabajo en el ingreso y cuánto sube (o baja) la tasa de desempleo.

Las simulaciones se hacen sobre la base de shocks potenciales, sin un correlato econométrico o de la experiencia observada sobre su tamaño. Por lo tanto, permiten apreciar mejor la tendencia o el resultado cualitativo que a dar precisiones sobre las variaciones cuantitativas. Además, en esta primera exploración, se supone que todas las economías funcionan bajo las mismas condiciones sociales y que todos los sectores de producción (incluidos los del gobierno) están sujetos a reglas similares.

Otro aspecto importante no encarado aquí, es el de la estrategia de adaptación del proceso de educación a los nuevos cambios tecnológicos, tal como se señala en el estudio de Montuschi (2018), quien también presenta un resumen de varios estudios en los que se discute el impacto del cambio tecnológico en el empleo. Aquí el trabajo es considerado homogéneo y perfectamente reasignable entre sectores en todas las simulaciones y no se discute el tema interesante del uso de recursos para moldearlo a los nuevos escenarios ni el de la capacidad humana de adaptación para competir con el capital.

Tampoco se incursiona sobre el shock que podría venir del sector externo. El modelo supone que las ocho economías son pequeñas y tomadoras de precios en el comercio internacional. Las economías pueden llegar a computar una prima de riesgo sobre el precio de los bienes producidos con técnicas trabajo intensivas y/o sobre los precios de los bienes comprados en otros países, considerados como de menores estándares o exigencias en cuanto a normativas sanitarias. Los países productores de bienes trabajo intensivos (incluido el turismo) como los de América Latina, podrían encontrarse con un cambio desfavorable de términos de intercambio, explícito o implícito. En el primer caso, por el aumento de precio de los bienes de capital, intensamente demandados en los países desarrollados. En el segundo, por el costo implícito incremental debido a la prima de riesgo, menos visible pero

efectivo en términos de costos adicionales sobre los bienes producidos con métodos trabajo intensivos.

En las secciones 2, 3 y 4 se discute la metodología de Equilibrio General Computado y se hace una síntesis del modelo utilizado. En la sección 5 se presentan las simulaciones y sus resultados principales utilizando algunos indicadores seleccionados de actividad, de bienestar y de mercado de trabajo. La sección 6 resume las conclusiones.

2. El método del Equilibrio General Computado.

El modelo tiene dos componentes: una descripción analítica y una base de datos que refleja el estado de la economía en un determinado año. La base de datos compatible con el modelo de EGC se organiza en una Matriz de Contabilidad Social para reflejar las transacciones en los mercados (en las filas) y los presupuestos de los agentes (en las columnas). Una Matriz de Contabilidad Social (MCS o SAM por sus siglas en inglés, *Social Accounting Matrix*) cumple con esta condición de consistencia, representando el flujo circular de la economía en un cuadro de doble entrada con ingresos de cada sector y agente en filas y los gastos de éstos en columnas. La consistencia se observa en el cumplimiento de la restricción presupuestaria básica para cada sector/agente (ingresos igual a gastos), al mismo tiempo que los ingresos de uno de ellos se corresponden con los egresos de otro¹.

En lo que se refiere a la construcción de una MCS, ésta consta de dos objetivos principales. El primero de ellos, se refiere a la organización de información acerca de la economía y de la estructura social de un país o una región durante un periodo en particular. Con respecto a esto, la MCS se parece mucho a las cuentas nacionales. De hecho, abarca información que normalmente incluye el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). Además, la MCS requiere que la matriz insumo-producto que refleja el sistema de encadenamientos interindustriales de una economía. La compra de un insumo intermedio por un sector representa la venta del insumo por otro sector, generalizando esta interrelación sectorial para todas las transacciones de una economía. Otra información relevante tiene que ver con los presupuestos de ingresos y gastos de los hogares, del gobierno y del sector externo, además de la de las firmas representadas a nivel sectorial en la matriz de insumo-producto mencionada anteriormente. Como ya se mencionó al inicio dichas restricciones presupuestarias deben cumplirse a nivel individual y en el agregado.

El segundo objetivo de la MCS es proveer las bases estadísticas para la creación de un modelo que permita simular distintas intervenciones o shocks. Es decir, una vez que la información de un país en particular en un año en particular ha sido organizada en la forma

¹Véase Pyatt y Round (1985).

de una MCS, ésta representa una imagen estática que revela mucho acerca de la estructura económica del país en estudio. Con el objetivo de analizar cómo trabaja la economía y de predecir los efectos de intervenciones en ella, es necesario contar, no sólo con la información estática proporcionada por la MCS, sino también con el modelo económico que puede ser construido a partir de ella. La MCS contribuye a la construcción de un MEGC en dos aspectos: por un lado, organiza la información sobre la economía de un país y por el otro, provee la base estadística para la creación de un modelo que deba respetar la ley de Walras². Con una misma MCS básica pueden construirse MEGC de características diferentes, variando por ejemplo los cierres del modelo, alguna estructura de mercado o alguna de las reglas de comportamiento institucional.

La MCS está constituida generalmente por 5 tipos de cuentas: de producción, de bienes, de factores, de instituciones (hogares, gobierno) y del sector externo, que explícita o implícitamente deben estar representadas. La desagregación dentro de cada una de estas cuentas es materia de elección según lo requiere el estudio en cuestión, aunque es sabido que no es neutral a los resultados y está condicionada por la información disponible.

A modo esquemático, la Tabla 1 presenta una MCS en formato cuadrado: las cuentas filas son iguales a las cuentas columnas. En las filas se leen los ingresos de los sectores mientras que en las columnas se leen los gastos de estos sectores, denotando la manera en que se relacionan los distintos sectores de la economía. El total de la suma de cada fila debe ser igual al total de la suma de cada columna; económicamente hablando, los gastos del sector deben ser iguales a sus ingresos.

Las diferentes cuentas de la MCS delimitan los límites del modelo global. La especificación de un modelo “completo” requiere que las relaciones de mercado, de comportamiento y de sistema de cada una de las cuentas de la MCS estén descritas en el modelo:

- Las cuentas de Actividad, Bienes y Factores requieren la especificación de mercado (oferta, demanda y condiciones de equilibrio).
- Las cuentas de los Hogares y del Gobierno requieren reglas de comportamiento y restricciones presupuestarias.
- Las cuentas de Inversión y Resto del Mundo dan los requerimientos macroeconómicos para el balance interno (ahorro igual a inversión) y externo (exportaciones más entradas de capitales deben igualar las importaciones).

²La ley de Walras determina que el valor de los excesos de demanda deben sumar cero.

TABLA 1. ESTRUCTURA BÁSICA DE UNA MCS.

		Gasto						Total	
		Actividades	Bienes	Factores	Familias	Gobierno	Inversión	Resto del mundo	
Ingreso	Actividades		Oferta doméstica						Ingreso actividades
	Bienes	Demanda intermedia			Gasto de los consumidores	Gasto corriente	Demanda de inversión	Exportaciones	Demanda total
	Factores	Valor agregado							Ingreso factorial
	Familias			Pago factorial a Familias		Transferencias		Transferencias externas	Ingreso Familias
	Gobierno		Impuesto a las ventas y tarifas de importación		Impuestos Directos			Ayuda y préstamos externos	Ingreso Gobierno
	Ahorro				Ahorro privado	Superávit Fiscal		Balanza de cuenta corriente	Ahorro total
	Resto del mundo		Importaciones						Egreso de divisas
	Total	VBP	Oferta total	Gasto factorial	Gasto Familias	Gasto público	Gasto de inversión	Ingreso de divisas	

Fuente: Chisari, Maquieyra y Miller (2012).

En cuanto al trabajo de consistencia de la información, éste puede ser arduo. Inclusive se puede disponer de información pasada y no del período de análisis. Los métodos de RAS y de la Entropía cruzada³ son usualmente utilizados para conseguir que los datos de transacciones ausentes o no actualizadas sean estimados de manera que haya un desvío mínimo con respecto al dato real y sean consistentes con los datos verdaderamente disponibles, en particular los de las Cuentas Nacionales.

Las fuentes de información principales son entonces los datos de las Cuentas Nacionales, las Encuestas de Gasto de los Hogares, la Matriz de Insumo-Producto, los informes disponibles sobre niveles de actividad y distribución personal y factorial del ingreso, los presupuestos públicos y de las agencias recaudatorias, y los datos de bancos centrales en cuanto a deuda y estado financiero de la economía, entre otros.

La mayoría de las matrices utilizadas en este estudio pueden consultarse en Brichetti et al (2020).

3. Características generales del modelo computado.

El modelo es muy flexible y permite la realización de ejercicios de sensibilidad de manera rápida y relativamente sencilla con respecto a elasticidades de consumo y producción, así

³ Para ello también es preciso utilizar métodos para reconciliar los datos. Los más difundidos son los métodos "RAS" y "Stone-Byron", y el de la Entropía cruzada. Véase Romero (2009).

como a distintos grados de movilidad de factores. La elaboración de cada modelo de país comprende: 1) la construcción de una matriz de contabilidad social, que represente los flujos de intercambios en la economía y los sectores y agentes a tener en cuenta, 2) la elaboración de un modelo analítico que represente el funcionamiento de la economía en términos de equilibrio general con una perspectiva básica de carácter walrasiano, 3) la adecuación del modelo para tener en cuenta la evolución dinámica de la economía, teniendo en cuenta entonces el crecimiento del capital y del trabajo, 4) la lectura ordenada de los resultados según los indicadores macroeconómicos, sectoriales y de distribución del ingreso habitualmente usados.

El funcionamiento del modelo básicamente se vincula a dejar funcionar los precios relativos y permitir la movilidad de recursos, de modo de apreciar los “efectos de sustitución”, es decir el impacto de los cambios de estructura endógenos que no pueden observarse en un modelo de crecimiento de un solo sector. En general, sin embargo, los resultados que se observan responden a tres efectos: el ya dicho efecto sustitución por la operación de los precios relativos, 2) el “efecto de escala”, ya que los cambios de precios modifican los ingresos y la escala de operación de las industrias, 3) el “efecto tecnológico”, debido a la modificación de las tecnologías por ejemplo por ganancias de eficiencia o de calidad. En el caso de este trabajo, el “efecto tecnológico” es exógeno.

La estrategia para cada país es considerar modelos de ECG con cinco agentes representativos domésticos según quintiles de ingreso, el sector público y el resto del mundo.

El programa de complementariedad mixta para el cómputo del equilibrio general es el del MPSGE (Mathematical-Programming-System-for-General-Equilibrium), que está basado sobre un trabajo de Mathiesen (1985). Mathiesen demostró que un EGC puede ser representado como un MCP (Mixed Complementary Problem): el equilibrio competitivo puede ser representado usando un óptimo de bienestar, con ponderadores para los agentes, tales que ellos respeten sus restricciones presupuestarias (es decir, se da una prueba de existencia de dichos ponderadores) –véase por ejemplo Ginsburgh y Keyzer (1997) para una discusión. Luego, Tom Rutherford, de la Universidad de Colorado, desarrolló en 1987 el MPSGE25 a partir de esa estructura. Las desigualdades por satisfacer incluyen condiciones de beneficio cero, de equilibrio de mercado y de presupuesto. Las variables no negativas asociadas son las cantidades, los precios y los niveles de ingreso (véase Rutherford (1988) para una reseña de las capacidades del MPSGE).

Si bien aquí se toma en cuenta el crecimiento, el modelo es dinámico recursivo, y no de optimización. El crecimiento es el resultado de los ahorros de los agentes que toman decisiones siguiendo su ingreso y los niveles presentes de la remuneración de los factores,

no los futuros. Una característica del modelo que vale la pena resaltar es que el capital nuevo para cada período (el que entra a la economía como resultados del proceso de inversión del año anterior) es considerado plenamente móvil entre sectores y por lo tanto su asignación es endógena hasta igualar su producto marginal en todos los sectores. Entonces, el crecimiento relativo de las industrias no es puesto desde afuera del modelo, y responde a los incentivos dados por los precios relativos.

El lado de la demanda, los agentes privados, se representa con cinco hogares, un gobierno y un sector externo. Los hogares compran o venden bonos, toman decisiones de ahorro y consumen dado el ingreso que poseen determinado por la remuneración por los factores que poseen (y las transferencias del gobierno que reciben).

El gobierno es un agente que participa en los mercados de inversiones, consume y realiza transferencias a los hogares y tiene asignada una función de utilidad Cobb-Douglas; su principal fuente de ingresos es la recaudación de impuestos (aunque también realiza transacciones financieras a través de la cuenta de bonos). Una propiedad de la función Cobb-Douglas es la de dejar constante la proporción de cada tipo de gastos en el total, lo que es una forma neutral de modelar el comportamiento del gobierno. Por lo tanto, se supone que cada unidad monetaria de ingresos se gasta en diferentes factores y bienes en la misma proporción que en el año base. En realidad, la función de utilidad del gobierno captura la producción de bienes públicos y de bienes privados producidos por el gobierno. La estructura impositiva es detallada y tiene en cuenta todos los impuestos relevantes, tomando para su representación las alícuotas efectivas (no las legales o nominales) como niveles ad-valorem sobre la base imponible.

Para los agentes privados, los cambios de bienestar se calculan utilizando la Variación Equivalente, y la misma medida se utiliza para el sector público. Esto da una estimación de los cambios en el bienestar de la sociedad, en términos del numerario, como resultado de modificaciones en la disponibilidad de bienes y servicios privados y los proporcionados por el sector público (por ejemplo, educación, salud y defensa). El bienestar de los agentes privados depende entonces de los precios de los bienes que compra, así como de la remuneración de los factores que posee.

Para la simulación básica, se supuso que las economías eran pequeñas con respecto a los mercados internacionales. El resto del mundo compra exportaciones nacionales y vende importaciones, además de realizar transacciones de bonos y recaudar dividendos de las inversiones. Se asumió que los dividendos se pagan en el extranjero sobre el capital que es propiedad del resto del mundo y utilizado en la producción.

Con respecto al lado de la oferta, la función de producción en cada sector es una función de Leontief entre insumos de valor agregado e intermedios: una unidad de producción requiere x por ciento de un agregado de factores productivos (mano de obra, capital no móvil, capital móvil y tierra) y $(1 - x)$ por ciento de insumos intermedias. La función de insumos intermedias es una función de Leontief de todos los bienes, que son un complemento estricto en la producción. En cambio, el valor agregado es una función Cobb-Douglas de factores productivos en la simulación base. La suma del ahorro privado, el ahorro público y el ahorro externo da el total para financiar inversiones.

Los modelos CGE tienen todas las propiedades básicas de la perspectiva walrasiana, y se resuelven numéricamente utilizando, como ya se señaló, el programa GAMS / MPSGE. Los precios para cada período se calculan para vaciar todos los mercados simultáneamente, con la excepción del mercado de trabajo. Los modelos luego permiten que los precios relativos tengan un papel en el ajuste y el crecimiento de las economías; en lugar de tener solo un bien compuesto y analizar el desempeño macroeconómico, el modelo estima los cambios en los precios relativos que influyen en el camino del crecimiento a través de la reasignación de recursos que conducen a modificaciones de la estructura de la economía y la distribución del ingreso.

A pesar de la perspectiva walrasiana básicas se admite la presencia crónica de desempleo. Ello requiere incluir una ecuación de determinación de salarios distinta de la determinada por la igualdad de la oferta y la demanda de trabajo. La solución base considera que los salarios reales son inflexibles a la baja y que entonces los salarios nominales se ajustan siguiendo el índice de precios al consumidor (o el aumento del salario nominal en el mercado en equilibrio, el que sea mayor).

Aunque el modelo en general consiste en cinco grupos de ingreso, se supone en esta sección que sólo hay un agente en la economía, además del gobierno y el resto del mundo. Los impactos sobre la distribución del ingreso dependen de las dotaciones de capital y trabajo de cada quintil.

Como se señaló al principio, el modelo utilizado está basado sobre una versión aplicada al estudio de impacto de mejoras de infraestructura (véase Brichetti et al (2020)) y por ello tiene ese sector desagregado.

Cabe notar que no se distingue entre capital instalado y capital móvil, cosa que sí ocurre en el modelo computado. El capital móvil representa en promedio un 12% del capital total; esa proporción es una variable de calibración y validación dado que en general no es de observación directa. Una característica que sí permanece es la de homogeneidad del trabajo, no se distingue entre trabajo formal o informal, educado o no.

Las ecuaciones (1) y (2) representan la igualación de las tasas marginales de sustitución entre bienes de infraestructura y bienes transables y no transables respectivamente:

$$(1) U_T/U_I = P_T/P_I,$$

$$(2) U_{NT}/U_I = P_{NT}/P_I.$$

U es la función de utilidad de los consumidores y P_i los precios de bienes transables T, no transables NT e infraestructura I. En el modelo general los consumidores también demandan bienes importados directamente.

La restricción presupuestaria está dada por:

$$(3) P_T C_T + P_{NT} C_{NT} + P_I I = W (L_0 - U_n) + R K_0 + B_T + B_{NT} + B_I.$$

C_i es el consumo del bien tipo i , W es el salario, R la remuneración del capital móvil entre industrias, y las B indican los beneficios de las industrias que producen los bienes correspondientes (serán cero en el modelo general que tiene capital específico por sector y funciones de producción homogéneas de grado uno). Las dotaciones de capital y trabajo son respectivamente K_0 y L_0 , en tanto que U_n es la tasa de desempleo (en los casos en que hay rigideces salariales).

Por supuesto, las categorías de bienes representan grupos de mercancías compuestas en esta versión sencilla, aunque el modelo contiene muchas mercancías en cada una de esas categorías.

Las funciones de producción F , H y G corresponden a bienes Transable, No Transables e Infraestructura. Dependen de las cantidades empleadas de trabajo y capital, L y K .

Pero los sectores también utilizan bienes intermedios en una relación tipo Leontief. Dichos coeficientes han sido simplificados aquí suponiendo que los sectores de transables y no transables sólo usan como bienes intermedios a la infraestructura (a_i) y los bienes importados (α_i). Los bienes importados tienen precio unitario porque corresponden al numerario de este modelo. El sector de infraestructura usa tanto bienes intermedios transables como no transables (b_i) e importaciones (β).

Los beneficios de las empresas y las correspondientes condiciones de maximización se pueden poner como sigue:

$$(4) B_T = ((1 - t_1) P_T - a_1 P_I - \alpha_1) F(L_T, K_T) - W L_T - R K_T,$$

$$(5) ((1 - t_1) P_T - a_1 P_I - \alpha_1) F_L(L_T, K_T) - W = 0,$$

$$(6) ((1 - t_1) P_T - a_1 P_I - \alpha_1) F_K(L_T, K_T) - R = 0,$$

$$(7) \quad BNT = ((1 - t_2) P_{NT} - a_2 P_I - \alpha_2) H(L_{NT}, K_{NT}) - W L_{NT} - R K_{NT},$$

$$(8) \quad ((1 - t_2) P_{NT} - a_2 P_I - \alpha_2) H_L(L_{NT}, K_{NT}) - W = 0,$$

$$(9) \quad ((1 - t_2) P_{NT} - a_2 P_I - \alpha_2) H_K(L_{NT}, K_{NT}) - R = 0,$$

$$(10) \quad BI = ((1 - t_i) P_I - b_1 P_T - b_2 P_{NT} - \beta) G(L_i, K_i) - W L_i - R I_c,$$

$$(11) \quad ((1 - t_i) P_I - b_1 P_T - b_2 P_{NT} - \beta) G_L(L_i, K_i) - W = 0,$$

$$(12) \quad ((1 - t_i) P_I - b_1 P_T - b_2 P_{NT} - \beta) G_K(L_i, K_i) - R = 0.$$

Nótese que se han representado los impuestos como impuestos cargados sobre las ventas de las empresas, dados por las alícuotas t_i . El modelo computable incluye una descripción exhaustiva de todos los impuestos de la economía. Estos impuestos constituyen la fuente de recaudación que en este caso viene dada por:

$$(13) \quad W L_g = t_1 P_T F + t_2 P_{NT} H + t_i P_i G.$$

Como se puede apreciar, en este caso sencillo el gobierno gasta todo su ingreso en contratar trabajo L_g . En el modelo usado en las simulaciones el gobierno compra trabajo, pero también bienes, paga deuda, realiza transferencias de seguridad social a los hogares, y hace gastos de inversión. Y tiene fuentes adicionales de ingresos como las derivadas de la propiedad de capital.

Las siguientes ecuaciones representan los mercados de bienes y factores:

$$(14) \quad C_T + X + b_1 G(L_i, K_i) = F(L_T, K_T),$$

$$(15) \quad C_{NT} + b_2 G(L_i, K_i) = H(L_C, K_C),$$

$$(16) \quad I + a_1 F(L_T, K_T) + a_2 H(L_{NT}, K_{NT}) = G(L_i, K_i),$$

$$(17) \quad L_T + L_{NT} + L_i + L_g + U_n = L_0,$$

$$(18) \quad K_T + K_{NT} + K_i = K_0.$$

X representa las exportaciones, de manera de balancear las cuentas externas. El modelo completo considera pago al resto del mundo por deuda y dividendos. En esta versión las dotaciones de la economía de trabajo y de capital se suponen dadas en la versión estática. El modelo general considera inversión y crecimiento de la población. Además incluye una industria que produce los bienes de inversión, sobre la base principalmente de construcción y de bienes de capital importados.

Como se aprecia en la ecuación (16) es posible que haya desempleo en esta economía. Se trata de capturar así un problema crónico de las economías. Entonces es necesario definir

una regla de determinación de salarios. Una versión sencilla de esa regla puede expresarse como:

$$(19) \quad W = \gamma_1 P_T + \gamma_2 P_{T^*} + \gamma_3 P_I,$$

donde las γ_i dan la participación de cada tipo de bien en el ajuste de salarios. Esta ecuación debe entenderse como desigualdad, porque da un valor mínimo para el salario real. En general, se supone en la solución básica que esos coeficientes son los correspondiente en el índice de precios al consumidor, y que la expresión se interpreta como determinando un valor mínimo para el salario real, el que se ajusta según la tasa de crecimiento del PBI de la economía. El modelo simulado supone que los salarios reales crecen (o decrecen) según la tasa de crecimiento de la economía (con un coeficiente de 50%, es decir, si la economía crece 2%, los salarios reales mínimos suben 1%).

Finalmente, el precio de los transables queda determinado por su nivel en el resto del mundo:

$$(20) \quad P_C = P^*.$$

Este modelo simplificado contiene 20 ecuaciones y 20 incógnitas:

$P_T, P_{NT}, P_I, R, W, L_T, L_{NT}, L_I, L_G, K_T, K_{NT}, K_I, C_T, C_{NT}, I, B_T, B_{NT}, B_I, X, Un.$

En realidad, de estas variables las principales son las primeras cinco, es decir los precios de la economía. Cabe notar que el precio de los bienes del resto del mundo, P^* , operan como numerario. Por lo tanto, el índice de precios del modelo está calculado en términos de bienes del resto del mundo. A partir de la representación analítica y de la Matriz de Contabilidad Social, el modelo se calibra. Es decir, se determinan en una primera solución algunos parámetros de modo de replicar las observaciones de un año. Luego el modelo es validado, replicando aproximadamente las observaciones de otro año (utilizando como variables endógenas, entre otras, el grado de movilidad del capital entre industrias y con el resto del mundo).

Las mediciones de bienestar se hacen calculando el valor monetario de los cambios de utilidad privada U con la Variación Equivalente; se supone que el consumidor posee una función homotética de utilidad. En cuanto al gobierno, también se le atribuye una función de utilidad artificial siguiendo el método de Shoven y Whalley (1992) que representa la producción de bienes por parte del gobierno.

Las sociedades modernas basan su funcionamiento sobre el respeto del derecho de propiedad y del intercambio voluntario. En consecuencia, utilizan a los mercados como instrumento principal para la determinación de los precios de los bienes y la asignación de

los recursos a la producción de bienes y servicios. El equilibrio en un mercado, la igualación de cantidades demandadas y ofrecidas, es un concepto básico del análisis económico. El equilibrio general de la economía se refiere a la misma idea en todos los mercados simultáneamente. La clave para alcanzar el equilibrio es el funcionamiento del sistema de precios.

Más allá de estas propiedades analíticas, los MEGC son especialmente adecuados en economías de menor grado de desarrollo, en las que están presentes algunos hechos estilizados como los siguientes (véase Chisari y Ramos (2018)): el desempleo crónico, las fuerzas no mercantiles en la determinación de salarios y precios, la asimétrica movilidad del capital con respecto al resto del mundo (sale fácilmente, entra difícilmente), la informalidad y la evasión impositiva, las restricciones financieras del sector público y los bajos niveles de inversión, la concentración de las exportaciones en pocos productos, la ausencia de capacidades técnicas y la distribución no equitativa del ingreso.

4. Simulaciones y resultados.

Como se indicó más arriba, los ejercicios de simulación incluirán:

- Adición de primas de riesgo sobre un conjunto de bienes y servicios producidos con técnicas trabajo intensivas o que sean susceptibles de contaminación humana.
- Incrementos de las elasticidades de sustitución entre trabajo y capital (nuevo o móvil), incluyendo el ya instalado e inmóvil entre sectores), ya que el progreso tecnológico hace más fácil hallar un bien de capital que sustituya el trabajo.
- Incrementos de las elasticidades de sustitución entre trabajo y todo tipo de capital, incluyendo el ya instalado e inmóvil entre sectores.
- Aumentos en las cantidades de capital necesarias que compensen reducciones de un monto fijo en la cantidad empleada de trabajo por unidad de producto.

Las simulaciones realizadas son entonces las siguientes:

PR: se imputa una prima de riesgo del 20% sobre los gastos de trabajo de todos los sectores productores y de servicios. No se distingue entre actividades excepto por el contenido de trabajo, y la misma prima es aplicada a todas ellas.

ELP: la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital nuevo o móvil es incrementada un 50%. La simulación inicial supone que es igual a 1.

ELS: como el anterior, pero en este caso se incrementa la elasticidad de sustitución entre trabajo y todo tipo de capital (incluyendo el instalado).

TKL: se reduce en un 1% del valor agregado la cantidad de trabajo necesaria para producir los bienes y servicios, compensada con un incremento del mismo monto en la cantidad de capital nuevo utilizado.

A modo de ilustración de los efectos de la prima de riesgo sobre el contenido de trabajo, en la **TABLA 2** se presentan los resultados de su aplicación para indicadores seleccionados, expresados como diferencias con respecto a los valores esperados de crecimiento en el caso base en el primer año. Las cifras del año 5 para el PBI y el bienestar corresponden al crecimiento acumulado. Los valores de esas diferencias son los más relevantes. Los niveles de la línea de base son de importancia secundaria, dado que no se alteran significativamente los desvíos si se los modifica. En particular, se conservan los signos de los desvíos aún cuando cambien las cifras en la base. Por ejemplo, en el caso de la Argentina, con respecto a un crecimiento esperado de 2.81% del PBI, el caso PR implica que el crecimiento del PBI sería 6.8 puntos menor, es decir pasaría a un valor negativo de aproximadamente 4%. Se aprecian también los resultados para el crecimiento del bienestar del quintil más pobre W1 y para el más rico W5; esa cifra corresponde a la Variación Equivalente de la función de utilidad promedio del quintil y captura el cambio en el bienestar derivado del consumo de bienes privados. Es decir, siguiendo con el caso argentino como ejemplo, el bienestar del quintil más pobre hubiera subido 2.69% y en la simulación PR debe restarse 11.55% a ese valor.

Para captar el cambio en el bienestar derivado del consumo de bienes públicos o de bienes privados provistos por el estado se incluye un indicador de provisión de bienes por parte del sector público, llamado WG. Nuevamente, tomado como ejemplo el caso argentino, en la base hubiera subido 1.65%, pero con el shock PR a ese valor habría que restarle 7.35%, es decir bajaría 5.7%. Se incluye la participación del trabajo en el PBI dado por SL, que en el caso argentino pasaría entonces de 40.81 a 37.61%. Cabe notar que la tasa de desempleo UN, siguiendo en el caso de la Argentina, pasaría de algo más de 6 puntos a más de 20%.

La simulación ilustra entonces cómo el aumento de la prima de riesgo es entonces perjudicial para todas las economías y el costo es mayor para las economías que tenían inicialmente altas tasas de crecimiento. Las simulaciones muestran además (no se presenta aquí) que el sector de producción más castigado, como es de esperar, es el de Servicios, seguido por la Industria y el Primario en todos los casos. Las diferencias de pérdidas de bienestar no son significativas entre quintiles de ingreso. Las simulaciones muestran que en parte el costo es compensado por un aumento de las exportaciones y en algunos casos de la demanda de bienes internacionales o de divisas, aunque como se

señaló anteriormente no se tomó en cuenta el posible efecto de la pandemia sobre el estado de los mercados internacionales de bienes y servicios.

En la **TABLA 3** se presentan los resultados para los años 1 y 5, en el caso de los casos de sustitución de tecnología. En este caso no se trata de las diferencias sino directamente de los niveles para las mismas variables seleccionadas.

Los resultados principales pueden resumirse como sigue:

- El aumento de la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital nuevo (ELP) tiene un efecto negativo sobre el crecimiento y el bienestar. Este impacto negativo se debe a que al aumentar la demanda de capital su precio sube en términos relativos al del trabajo. Y como el salario es inflexible a la baja en el corto plazo, los costos también se incrementan. Merece un poco más de discusión lo que ocurre cinco años más tarde, porque los supuestos del modelo juegan un papel: 1) Si la propensión a ahorrar de las economías se incrementara y entonces la disponibilidad de capital fuera mayor el impacto de largo plazo sería menor. El modelo simulado supone que la propensión a ahorrar es constante, a pesar de que el ahorro total puede subir con el ingreso de las familias (en particular con los beneficios de las empresas). 2) Aunque los salarios crecen menos (o hasta caen) por la reducción del PBI, si se hicieran todavía más flexibles el PBI caería menos. Por otro lado, la caída de bienestar es ligeramente mayor para los más pobres, pero cabe observar que (aunque no se consignan aquí) los resultados negativos para los quintiles intermedios son en algunos casos más acentuados; ello se debe a que no poseen suficiente capital y además en general reciben menor ayuda del gobierno que los quintiles más pobres.
- Cuando se incrementa la elasticidad de sustitución entre trabajo y capital nuevo (ELS) el efecto es positivo de corto plazo. Este resultado muestra la necesidad de definir claramente contra qué tipo de capital es la sustitución. La razón de este cambio es que se acota la tasa de ganancia del capital instalado y eso contribuye a disminuir los precios y el salario nominal (ya que la simulación supone inflexibilidad descendente del salario real). Además, éste es el único caso en el que la participación del trabajo en el valor agregado no disminuye de corto plazo. De todos modos, para períodos ulteriores las simulaciones muestran que este caso es similar al anterior, es decir, los resultados serían también negativos; esto se debe a que la proporción de capital móvil o nuevo aumenta en la economía con el paso del tiempo (ya que el modelo supone que todo el capital móvil permanece como tal) y a los límites que la propensión a ahorrar pone al crecimiento del capital total.
- La compensación con incremento de la reducción de la cantidad de trabajo con el capital nuevo es negativa en términos generales para los indicadores seleccionados. El comportamiento es similar al primer caso de sustitución entre

trabajo y capital móvil. O sea, si la economía no puede producir de manera gratuita un incremento de la productividad del trabajo, sino que debe compensarlo con un aumento de la cantidad de capital nuevo por unidad de producto, entonces el capital nuevo se hace más escaso, suben los precios y los salarios y cae el producto y el bienestar en el corto plazo. El resultado neto es negativo también de largo plazo (a cinco años).

TABLA 2. SIMULACIONES DE PRIMA DE RIESGO PARA LOS OCHO PAÍSES (%).

	Argentina	Bolivia	Chile	Colombia
PBI	-6,8	-3,95	-7,93	-9,66
W1	-11,55	-8,95	-12,72	-10,75
W5	-11,37	-8,32	-11,92	-14,75
WG	-7,35	-8,07	-9,7	-11,02
SL	-3,2	-3,37	-3,96	-3,8
UN	14,65	15,31	16,16	17,41

	Costa Rica	Ecuador	Jamaica	Perú
PBI	-8,21	-9,24	-10,19	-8,46
W1	-15,05	-13,55	-16,45	-10,87
W5	-13,15	-13,35	-13,38	-11,67
WG	-8,08	-11,41	-11,39	-11,57
SL	-3,4	-3,64	-3,88	-5,05
UN	14,21	16,89	15,47	18,38

***N.B.** Los valores de la base son los niveles esperados de cambios o crecimientos porcentuales según la calibración para las cuatro primeras variables, GDP, W1, W5 y WG y luego las diferencias con respecto a ese caso base. Para SL y UN muestra niveles (también porcentuales) en el modelo calibrado inicial y luego sus diferencias en el escenario. **Nota:** Elaboración propia sobre la base de los modelos desarrollados con la colaboración de L.Mastronardi, J.P.Vila Martínez, P.Ramos y J. Mercatante.*

TABLA 3. CAMBIO TECNOLÓGICO. RESULTADOS DE SIMULACIONES PARA LOS AÑOS 1 y 5 (%).

Argentina	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	2,81	11,82	2,14	8,97	2,91	11,27	1,35	10,19
W1	2,69	11,3	2,03	8,48	2,79	10,74	1,26	9,69
W5	2,78	11,77	2,26	9,66	2,88	11,44	1,77	10,58
WG	1,65	5,88	1,2	4,16	1,71	5,53	0,83	5,1
SL	40,81	40,9	40,43	38,88	40,81	40,25	39,56	39,64
UN	6,08	5,83	7,49	11,47	5,99	7,46	9,13	9,18

Bolivia	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	4,54	22,27	3,72	18,11	4,79	22,95	2,68	20,48
W1	4,03	19,94	3,29	16,16	4,31	20,93	2,33	18,53
W5	4,17	20,36	3,42	16,59	4,4	20,66	2,47	18,59
WG	3,02	11,46	2,6	10,06	3,19	12,07	2,38	11,72
SL	37,8	38,21	37,2	35,09	37,8	37,56	36,61	37,07
UN	5,42	3,13	7,68	12,86	5,18	4,52	9,13	6,97

Chile	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	3,02	12,65	2,3	9,56	3,13	12,05	1,61	11,06
W1	2,84	12,36	2,14	9,15	2,96	11,83	1,35	10,64
W5	2,91	12,13	2,3	9,63	3,02	11,73	1,79	10,87
WG	1,77	6,11	1,26	4,22	1,83	5,61	0,97	5,42
SL	38,89	38,92	38,45	36,64	38,89	38,16	37,69	37,71
UN	4,36	4,18	6,03	10,93	4,27	6,22	7,54	7,64

Colombia	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	4,38	17,56	3,54	13,98	4,48	16,94	2,94	16,13
W1	2,79	11,79	2,23	9,33	2,86	11,21	1,83	10,71
W5	3,66	15,84	2,91	12,41	3,77	14,62	2,35	14,31
WG	4,07	13,62	3,49	11,42	4,2	13,33	3,3	13,01
SL	39,16	39,35	38,61	36,38	39,16	38,35	38,02	38,19
UN	7,14	6,34	9,04	14,49	7,04	8,89	10,06	9,52

**TABLA
3.**

CostaRica	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	3,29	13,68	2,45	10,08	3,45	13,07	2,33	9,72
W1	2,8	12,41	1,72	7,08	3	11,4	1,44	7,6
W5	3,2	13,17	2,53	10,56	3,38	12,97	1,55	8,69
WG	1,46	4,59	0,99	2,89	1,51	4,07	-5,52	-0,12
SL	45,36	45,18	44,9	42,67	45,34	44,27	43,69	43,4
UN	5,95	6,11	7,57	12,47	5,84	8,11	12,09	12,46

Ecuador	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	3,49	14,55	2,7	11,24	3,66	14,17	2,29	13,23
W1	3,07	13,03	2,37	10,02	3,25	12,8	1,97	11,79
W5	3,38	14,12	2,6	10,87	3,55	13,79	2,19	12,82
WG	3,02	11,4	2,36	8,95	3,13	10,87	2,21	10,67
SL	38,22	38,3	37,7	35,61	38,21	37,41	37,12	37,18
UN	4,7	5,28	3,65	10,26	4,56	7,57	7,71	8,52

Jamaica	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	1,5	5,98	1,12	4,42	1,58	5,64	0,01	4,29
W1	1,16	4,84	0,7	2,72	1,24	4,37	-0,82	2,64
W5	1,19	4,66	0,9	3,54	1,24	4,41	0,11	3,44
WG	1,08	3,52	0,83	2,77	1,1	3,24	0,4	2,84
SL	56,65	56,68	56,42	55,47	56,62	56,18	55,54	55,55
UN	13,13	14,84	13,82	17,45	13,1	15,75	15,28	17,27

Perú	Base1	Base5	ELP1	ELP5	ELS1	ELS5	TKL1	TKL5
PBI	4,41	19,82	3,45	15,49	4,66	19,79	3,08	18,42
W1	3,63	16,53	2,73	12,24	3,83	16,27	2,35	15,12
W5	3,97	17,59	3,15	14,03	4,16	17,61	2,87	16,47
WG	3,85	15,43	3,14	13	4,05	15,47	3,1	14,94
SL	34,43	34,36	33,7	30,6	34,43	33,29	33,38	33,29
UN	4,2	5,32	6,9	16,56	4,01	8,13	7,25	8,53

N.B. Los valores de la base son los niveles esperados de cambios o crecimientos porcentuales según la calibración para las cuatro primeras variables, GDP, W1, W5 y WG. Para el año 5 se presenta la cifra de crecimiento acumulado. Para SL y UN se muestran niveles (porcentuales). Nota: Elaboración propia sobre la base de los modelos con la colaboración de L.Mastronardi, J.P.Vila Martínez, P.Ramos y J. Mercatante.

5. Conclusiones.

En este estudio se usaron modelos de Equilibrio General Computado de ocho países de América Latina para evaluar el impacto de una mayor sustitución de trabajo por capital (derivados por ejemplo de la pandemia) y de la aplicación de tecnologías que podría derivarse de ello (aumento de la sustitución entre trabajo y capital). Los modelos son similares en cuanto a estructura analítica, aunque con las funciones de producción, las preferencias y los parámetros correspondientes a 2015 para cada país. Dada la presencia de desempleo, se supone que el salario real tiene un valor mínimo inicial que se ajusta según la tasa de crecimiento de la economía (menor crecimiento implica menor suba de salarios, e inclusive se admite el descenso de los salarios reales en el caso de una recesión).

Las simulaciones se hacen sobre la base de shocks potenciales, sin un correlato econométrico o de la experiencia observada sobre su tamaño. Los resultados obtenidos dan órdenes de magnitud en una primera investigación cuantitativa.

El efecto de la pandemia se representa como una mayor reticencia de los consumidores a comprar bienes y servicios de alto contenido en trabajo, o de los productores a usar trabajadores de manera intensiva. Esto se formaliza en el modelo como una prima de riesgo cargada sobre el gasto en factor humano, que resulta altamente costosa para todas las economías: en promedio un 1% sobre el gasto en trabajo implica una pérdida de crecimiento del PBI de aproximadamente 0.4% en el corto plazo, acompañada de una reducción del bienestar, de la participación del trabajo en el ingreso, y de una suba de la tasa de desempleo. La simulación ilustra que existiría un incentivo para la adopción de tecnologías ahorradoras de trabajo o que permitieran mayor sustitución de trabajo por capital.

Se discuten entonces tres alternativas. Por una parte, una mayor elasticidad de sustitución entre trabajo y capital nuevo o móvil tendría un efecto negativo sobre el crecimiento del PBI y del bienestar, en promedio una reducción de 0.75% en el primer año con respecto al crecimiento de base si la elasticidad pasara de 1 a 1.5. Esto se debe a que el capital móvil es escaso y la puja de los sectores por mayor capital se traslada a los precios e impulsa los salarios, produciendo una caída de la actividad. Por otra, cuando se considera que el aumento de la elasticidad de sustitución abarca a todo el capital (incluyendo el instalado) el efecto resulta positivo de corto plazo: la tasa de crecimiento del PBI subiría 0.15% en promedio y en el primer año con respecto al sendero original; en este caso, la mayor capacidad de sustitución entre factores reduce la remuneración del capital fijo, baja los

costos y los precios en el corto plazo. Sin embargo, el resultado vuelve a ser negativo al final de cinco años debido a que la propensión a ahorrar no es suficiente para generar la cantidad de capital requerido por las economías.

Cuando el cambio de la tecnología implica una reducción de la cantidad de trabajo necesaria por unidad de producto compensada con un incremento del mismo monto de capital nuevo requerido por unidad, el efecto es negativo otra vez más sobre el crecimiento del 1.4% para el primer año en promedio por cada 1% de gasto adicional en capital y de 1% de ahorro de trabajo en términos de PBI. También caen los indicadores seleccionados de actividad y bienestar; como antes, el resultado se debería al aumento del precio del capital que resulta del incremento en la cantidad demandada para reemplazar empleo de mano de obra con respecto a la situación inicial y al límite que la propensión a ahorrar pone a la disponibilidad de capital. El modelo simulado podría tener un sesgo pesimista para el largo plazo dado que supone que la propensión a ahorrar es constante; pero también podría argumentarse que si dependiera de la remuneración del capital (que también podría estar cayendo) no se garantizaría un mejor desempeño de las economías (primeros resultados de simulaciones parecen ir en ese sentido). Es un tema por explorar.

Finalmente, se observa que en la mayor parte de los casos el crecimiento de bienestar de los quintiles va en el mismo sentido que el PBI, y las diferencias de bienestar entre grupos de ingresos no muestran un patrón sistemático significativo. De hecho, se observa que en algunos casos son los quintiles de ingresos intermedios (que no poseen capital y a los que no llega las transferencias del gobierno) los que sufren impactos más negativos.

Referencias

- [1] Blien U. y H.Sanner (2014). "Technological progress and employment". *Economics Bulletin*. Vol.34, Issue 1.
- [2] Brichetti J.P., E.Cavallo, O.O.Chisari, L.Mastronardi, T.Serebrisky y J.P.Vila Martínez (2020). "El efecto de la infraestructura en el desempeño de seis economías de América Latina: una evaluación con modelos de Equilibrio General Computado". IADB. Nota Técnica IDB-TN-1855.
- [3] Burfisher M.E. (2016). *Introduction to Computable General Equilibrium Models*. Cambridge University Press, 2nd. Edition.
- [4] Chisari, O.O., J.Maquieyra y S.Miller (2012). *Manual de modelos de equilibrio general computado con aplicaciones al cambio climático*, IADB, TN-445.
- [5] Chisari O.O. y M.P.Ramos (2018). "Impuestos a las emisiones de gases efecto invernadero y desarrollo" en J.M.Fanelli (comp.), *Desarrollo Sostenible y Ambiente en la Argentina*, Siglo XXI editores.
- [6] Dervis, K., J. de Melo y S. Robinson (1982). *General Equilibrium Models for Development Policy*. New York: Cambridge University Press.
- [7] Eden M. y P.Gaggi (2019). "Capital Composition and the Declining Labor Share". Cesifo Working Papers 7996, December.
- [8] Ginsburgh V. y M.Keyzer (1997). *The Structure of Applied General Equilibrium Models*. The MIT Press.
- [9] Graetz G. y G.Michaels (2015). "Robots at Work". IZA DP No.8938. March.
- [10] Mathiesen, L. (1985). "Computation of economic equilibria by a sequence of lineal complementarity problems", *Mathematical Programming Study*, 23, Noth-Holland.
- [11] Monstuschi L. (2018). "Empleo y Educación para el Mañana". Documento de trabajo UCEMA no. 662. Septiembre.
- [12] Piketty, T. (2014). *Capital in the Twenty-First Century*. Cambridge and London: Harvard.
- [13] Piketty T. and Zucman, G. (2013). "Capital Is Back", Working Paper Version at <http://piketty.pse.ens.fr/files/PikettyZucman2013WP.pdf>
- [14] Romero C. (2009), "Calibración de modelos de equilibrio general computado: métodos y práctica usual", en O.O.Chisari editor, *Progresos en Economía Computacional*, Asociación Argentina de Economía Política.
- [15] Rutherford, T. (1988). "General equilibrium modeling with MPS/GE", Department of Economics, University of Western Ontario.
- [16] Semieniuk G.(2014). "Piketty's Elasticity of Substitution: A Critique".
- [17] Shoven, J. y J. Whalley, (1992). *Applying General equilibrium*. New York: Cambridge University Press.