

REPORTE DE INVESTIGACIÓN

1. Nombre del profesor

Dr. Enrique R. Casares Gil y Mtra. María Guadalupe García Salazar

2. Proyectos registrados ante Consejo Divisional

571 Tasa de crecimiento de una economía liderada por el sector exportador

3. Líneas de generación y/o aplicación de conocimiento

Crecimiento Económico

4. Área o Grupo de Investigación

Grupo de Investigación de Modelación Económica Teórica y Aplicada
(en proceso de aprobación)

PRESENTACIÓN

El presente documento, titulado ***Términos de intercambio, progreso técnico y crecimiento económico***, elaborado en conjunto por el Dr. Enrique R. Casares Gil y la Mtra. María Guadalupe García Salazar, es un **reporte de investigación** vinculado al proyecto **Tasa de Crecimiento en una Economía Liderada por el Sector Exportador**, aprobado por el Consejo Divisional de Ciencias Sociales y Humanidades y registrado con el número **571**.

El objetivo de este trabajo es estudiar teóricamente la relación entre términos de intercambio y crecimiento económico. Para ello, se desarrolla un modelo de crecimiento económico con dos sectores (primario y manufacturero) en donde el progreso técnico depende del capital por trabajo efectivo del sector manufacturero.

El grado de avance del presente reporte de investigación corresponde a un 90%.

Dr. Sergio Cámara Izquierdo

Encargado del Departamento de Economía

TÉRMINOS DE INTERCAMBIO, PROGRESO TÉCNICO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Enrique R. Casares

UAM-A

ercg@azc.uam.mx

María-Guadalupe García-Salazar

UAM-A

mggasa@azc.uam.mx

RESUMEN

Se estudia la relación entre términos de intercambio y crecimiento económico. Para este fin, se desarrolla un modelo de crecimiento económico con dos sectores, primario y manufacturero. Se introduce un progreso técnico que depende del capital por trabajo efectivo del sector manufacturero. Asimismo, hay un costo en la movilidad intersectorial de la mano de obra. Se muestra que cuando los términos de intercambio aumentan, el sector primario absorbe trabajo a costa del sector manufacturero. En el corto plazo, la tasa de crecimiento del capital disminuye, la tasa de crecimiento del producto en el sector primario (manufacturero) aumenta (disminuye). Asimismo, la tasa de crecimiento de la economía disminuye momentáneamente. En el largo plazo todas las tasas de crecimiento crecen a la tasa de crecimiento del progreso técnico.

Palabras clave: Dos sectores, Progreso técnico endógeno y exógeno, Costo en la movilidad del trabajo, Términos de intercambio, Crecimiento económico.

Clasificación JEL: F16, F43, J31, O41.

1. INTRODUCCIÓN

Para todos los países, la tasa de inversión, la formación de capital humano y el progreso técnico son algunos de los determinantes del crecimiento económico. Para economías en desarrollo, los términos de intercambio y el producto per cápita también pueden estar correlacionados en el largo plazo, y ser un determinante del crecimiento. Así, la gran mayoría de los estudios empíricos encuentran una relación positiva entre términos de intercambio y crecimiento, y una relación negativa entre volatilidad de los términos de intercambio y crecimiento. En particular, Cavalcanti, Mohaddes y Raissi (2015) dividen su muestra de países en dos subconjuntos, en economías exportadores de productos primarios y en países exportadores de bienes más elaborados y diversificados. Para las economías exportadores de bienes primarios, ellos encuentran que un mayor crecimiento en los términos de intercambio afecta positivamente al crecimiento económico, mientras que la volatilidad de los términos de intercambio tiene un impacto negativo sobre el crecimiento. Para economías exportadoras de productos más elaborados, ellos encuentran que el crecimiento de los términos de intercambio, y la volatilidad, no tienen un efecto significativo en el crecimiento. Además, Basu y McLeod (1992) estudian estas relaciones para economías latinoamericanas, mientras Bleaney y Greenaway (2001) analizan el caso de las economías subsaharianas. Por tanto, en este trabajo se estudia teóricamente la relación entre términos de intercambio y crecimiento económico.

En consecuencia, se desarrolla un modelo de crecimiento con dos sectores, primario y manufacturero. Se considera al sector primario como exportador y al sector manufacturero como importador. Así, esta economía es un exportador de productos primarios, como muchas economías latinoamericanas. La economía es abierta y pequeña. Por tanto, el precio del bien primario y del bien manufacturero están determinados por el mercado mundial de bienes. También, se toma como dada la tasa de interés mundial. El sector primario usa dos factores, fijo y trabajo (Roldos, 1991). El factor fijo estrictamente es tierra y la producción del sector son

bienes agrícolas.¹ El sector manufacturero usa el factor trabajo y capital. El progreso técnico tiene un componente endógeno y otro exógeno. El componente endógeno es originado en el sector manufacturero por un proceso de aprendizaje por la práctica (Arrow, 1962). De este modo, el progreso técnico endógeno depende del capital por trabajo efectivo del sector manufacturero (Villanueva, 1994, y Villanueva y Mariano, 2007). Existe un costo en la movilidad intersectorial del trabajo que depende del diferencial salarial entre sectores (Mas-Colell y Razin, 1973). Los hogares ahorran una fracción variable de su ingreso disponible.

Se estudia cómo responde la economía cuando hay un aumento en los términos de intercambio. En el estado estacionario, cuando el precio relativo del bien primario aumenta, se da temporalmente que el salario en el sector primario sea mayor que el de la manufactura. Así, el trabajo empleado en el sector primario aumenta, mientras que el trabajo empleado en la manufactura disminuye. En el estado estacionario, las tasas de crecimiento del capital, del producto primario, del producto manufacturero y del ingreso nacional crecen a la tasa de crecimiento del progreso técnico exógeno-endógeno. Es convenientemente señalar que la tasa de crecimiento del progreso técnico no es alterada por movimientos en los términos de intercambio.

En la transición, debido al costo en la movilidad, el trabajo empleado en el sector primario (manufacturero) aumenta (disminuye) lentamente. Mientras tanto, en el impacto, la tasa de crecimiento del acervo de capital disminuye instantáneamente, para después ir aumentando hasta alcanzar la tasa de crecimiento del progreso técnico. Además, la tasa de crecimiento del producto primario (manufacturero) aumenta (disminuye) temporalmente, para posteriormente converger a la tasa de crecimiento del progreso técnico. Este efecto negativo sobre el sector manufacturero es conocido en la literatura como desindustrialización

¹ Se podría considerar al factor fijo como ampliamente definido. Stuermer y Schwerhoff (2017) señalan que el progreso técnico aplicado al proceso de extracción-descubrimiento de recursos minerales producirá que las reservas sean constantes (hasta que termine su utilidad comercial). Por tanto, los recursos minerales pueden ser factores fijos ampliamente definidos (existe evidencia empírica).

directa (Ros, 2011). Finalmente, en el impacto, la tasa de crecimiento del ingreso nacional disminuye momentáneamente, para después alcanzar la tasa de crecimiento del progreso técnico. Por tanto, un aumento en los términos de intercambio no afecta a la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía. Sin embargo, en el corto y mediano plazo, la economía si es afectada.

El artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se desarrolla el modelo de crecimiento con dos sectores y un progreso técnico exógeno-endógeno. En la sección 3, se redefinen las variables del modelo. En la sección 4, se estudia el estado estacionario cuando los términos de intercambio aumentan. En la sección 5, se muestra la dinámica de transición. En la sección 6, se dan las conclusiones.

2. EL MODELO DE CRECIMIENTO

La economía es abierta y pequeña con dos sectores productivos, primario y manufacturero. Por tanto, los precios de los bienes y la tasa de interés mundial están dados por el mercado mundial. Las funciones de producción de ambos sectores son Cobb-Douglas. La tasa de crecimiento del progreso técnico tiene un componente endógeno y otro exógeno (véase Agenor, 2000). Hay un costo en la movilidad del trabajo, es decir, el trabajo se mueve lentamente entre los sectores. Los hogares consumen una fracción variable de su ingreso disponible.

2.1 SECTOR PRIMARIO EXPORTADOR

La función de producción del sector es:

$$Y_A = AF^\alpha L_A^{1-\alpha} \quad (1)$$

donde Y_A es el producto en el sector primario, A es el progreso técnico exógeno-endógeno (explicado más adelante), F es un factor de producción fijo (tierra), L_A es el trabajo empleado en el sector, α y $(1 - \alpha)$ son las participaciones en el producto de F y L_A , respectivamente, con $\alpha < 1$. Las empresas productoras del sector primario maximizan beneficios $\pi_A = p_A Y_A - w_A L_A - R_F F$, donde $p_A = P_A/P_M$ es el precio relativo mundial del bien exportable, P_A , respecto al precio mundial del bien importable P_M , o términos de intercambio, w_A es el salario en el sector y R_F es el precio de renta del factor fijo. Las condiciones de primer orden son:

$$w_A = p_A A F^\alpha (1 - \alpha) L_A^{-\alpha} \quad (2)$$

$$R_F = p_A A \alpha F^{\alpha-1} L_A^{1-\alpha} \quad (3)$$

La ecuación (2) dice que el salario en el sector primario es igual al producto marginal de L_A . La ecuación (3) establece que la renta del factor fijo (tierra) es igual al producto marginal de F .

2.2 SECTOR MANUFACTURERO IMPORTADOR

La función de producción Cobb-Douglas del sector es:

$$Y_M = K^\beta (AL_M)^{1-\beta} \quad (4)$$

donde Y_M es el producto en el sector manufacturero, K es el acervo de capital, L_M es el trabajo empleado en la manufactura, AL_M es el trabajo efectivo, β y $(1 - \beta)$ son las participaciones en el producto de K y L_M , respectivamente, con $\beta < 1$.

La tasa de crecimiento del progreso técnico tiene un componente endógeno y otro exógeno (Villanueva,1994). El componente endógeno es producido en el sector manufacturero por un aprendizaje por la práctica (Arrow, 1962). Así, el progreso técnico endógeno depende de $\hat{k} = K/AL_M$, en donde \hat{k} es el capital por trabajo efectivo (no es una externalidad). El componente exógeno esta dado por la constante positiva x . Así, la tasa de crecimiento del progreso técnico es:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \theta \hat{k} + x \quad (5)$$

donde θ es un parámetro positivo de aprendizaje. Se define a la tasa de crecimiento del progreso técnico como $g_A = \dot{A}/A$. Las empresas manufactureras maximizan beneficios $\pi_M = Y_M - w_M L_M - R_K K$, donde w_M es el salario en el sector. Asimismo, $R_K = r^w + \delta$, donde R_K es el precio de renta del capital, r^w es la tasa de interés mundial y δ es la tasa de depreciación constante positiva del capital. Las condiciones de primer orden son:

$$w_M = K^\beta (1 - \beta)(AL_M)^{-\beta} A = (1 - \beta)\hat{k}^\beta A \quad (6)$$

$$R_K = r^w + \delta = \beta K^{\beta-1}(AL_M)^{1-\beta} = \beta \hat{k}^{\beta-1} \quad (7)$$

La ecuación (6) establece que el salario en el sector es igual al producto marginal de L_M . La ecuación (7) dice que el precio de renta del capital es igual al producto marginal de K .

2.3 MOVILIDAD INTERSECTORIAL DEL TRABAJO

Como se verá más adelante, un aumento en los términos de intercambio produce que $w_A > w_M$. Dada la existencia de un costo en la movilidad del trabajo entre sectores, el trabajo fluye lentamente del sector manufactura al sector primario. Así, la tasa de cambio de L_A está definida como:

$$\frac{\dot{L}_A}{L_A} = b \left(\frac{w_A - w_M}{w_M} \right) \quad (8)$$

donde b es un parámetro positivo de la velocidad de ajuste.

2.4 HOGARES

Los hogares reciben ingresos salariales y rendimientos sobre F y K . Los gastos de los hogares consisten en pagos de intereses sobre su deuda externa y gastos en consumo. El remanente se canaliza a la acumulación de activos netos de deuda. Por tanto, la restricción presupuestal de los hogares es:

$$w_A L_A + w_M L_M + R_F F + R_K K - r^w D = p_A C_A + C_M + I - \dot{D} \quad (9)$$

donde $w_A L_A + w_M L_M$ es el ingreso salarial, $R_F F + R_K K$ es el ingreso por rendimiento de activos, D es la deuda externa de los hogares, $r^w D$ es el pago de intereses sobre la deuda externa, C_A es el consumo en el bien primario, C_M es el consumo en el bien manufacturero. Asimismo, $I = \dot{K} + \delta K$ es la inversión bruta, donde \dot{K} es el

incremento de K en el tiempo o inversión neta, δK es el monto por depreciación y \dot{D} es el incremento de la deuda externa en el tiempo.

Se considera que la deuda externa es una fracción constante, d , del capital, es decir, $D = dK$, donde $0 < d < 1$. Esto significa que los hogares poseen una restricción al crédito externo, es decir, solamente una fracción del capital sirve como colateral para créditos internacionales. Así, los hogares poseen todo el acervo de K y los residentes externos poseen la deuda externa sobre K (véase Barro, Mankiw y Sala-i-Martin, 1995). Diferenciando $D = dK$, se obtiene que $\dot{D} = d\dot{K}$.

El consumo agregado, C , está definido como $C = p_A C_A + C_M$. Con esto, se considera que los hogares consumen una fracción variable de su ingreso neto de pagos de intereses. La función consumo es:

$$C = (1 - s)[w_A L_A + w_M L_M + R_F F + R_K K - r^w D] \quad (10)$$

donde s es la tasa de ahorro variable con el tiempo.

2.5 AGREGACIÓN

Sustituyendo w_A , w_M , R_F y R_K , ecuaciones (2), (3), (6) y (7), en la restricción presupuestal de los hogares, ecuación (9), se obtiene la condición de equilibrio para una economía abierta:

$$\dot{D} = r^w D + C + I - p_A Y_A - Y_M \quad (11)$$

en donde el exceso de gasto doméstico, $r^w D + C + I$, sobre el ingreso, $p_A Y_A + Y_M$, es financiado por deuda externa. El ingreso nacional, Y_{IN} , está definido como:

$$Y_{IN} = p_A Y_A + Y_M - r^w D \quad (12)$$

Por tanto, el ingreso disponible de los hogares es equivalente al ingreso nacional. Así, la función consumo también es una fracción variable del ingreso nacional, $C = (1 - s)[p_A Y_A + Y_M - r^w D]$. Sustituyendo la función consumo en la condición de equilibrio de esta economía abierta, ecuación (11), se obtiene la condición de ahorro es igual a inversión:

$$s[p_A Y_A + Y_M - r^w D] + \dot{D} = I \quad (13)$$

donde $s[p_A Y_A + Y_M - r^w D]$ es el ahorro doméstico y \dot{D} es el ahorro externo. Como $I = \dot{K} + \delta K$ y $\dot{D} = d\dot{K}$, se tiene:

$$s[p_A Y_A + Y_M - r^w D] + d\dot{K} = \dot{K} + \delta K \quad (14)$$

Del mismo modo, la cuenta corriente deficitaria de la economía es:

$$\dot{D} = r^w D - (X - M) \quad (15)$$

donde X son las exportaciones del bien primario, M son las importaciones del bien manufacturero y $(X - M)$ es el saldo comercial. Sustituyendo la ecuación (15) en la ecuación (14), se obtiene la restricción de recursos de la economía:

$$p_A Y_A + Y_M = C + I + (X - M) \quad (16)$$

La oferta laboral, L , es constante y el mercado laboral está definido como $L = L_A + L_M$.

3. REDEFINICIÓN DE LAS VARIABLES Y TASAS DE CRECIMIENTO

Para resolver el modelo es conveniente normalizar la oferta total de trabajo, $L = 1$. Así, el mercado laboral es ahora $n + (1 - n) = 1$, donde n es la proporción de trabajo empleado en el sector primario y $(1 - n)$ es la proporción de trabajo empleado en el sector manufactura. Por tanto, el trabajo redefinido como proporciones es $L_A = n$ y $L_M = (1 - n)$. Así, el nivel de n es constante en el estado estacionario. También, el modelo se resuelve en términos del capital por trabajo efectivo, $\hat{k} = K/AL_M$. Como será evidente más adelante, el nivel de \hat{k} siempre se encuentra en un estado estacionario. Una vez determinadas n y \hat{k} , se determinan las restantes variables del modelo. Por tanto, todas las ecuaciones del modelo se redefinen en términos de n y \hat{k} .

Por tanto, dado que $\dot{L}_A/L_A = \dot{n}/n$, la ecuación (8), se redefine como:

$$\frac{\dot{n}}{n} = b \left(\frac{w_A - w_M}{w_M} \right) \quad (17)$$

donde $w_A = p_A A F^\alpha (1 - \alpha) n^{-\alpha}$ y $w_M = (1 - \beta) \hat{k}^\beta A$.

Tomando logaritmos y derivadas respecto al tiempo a $\hat{k} = K/AL_M$, se obtiene $\dot{K}/K = \dot{A}/A + \dot{L}_M/L_M$. Como $\dot{L}_M/L_M = -[n/(1-n)](\dot{n}/n)$, la tasa de crecimiento del capital, g_K , es:

$$g_K = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A} - \frac{n}{(1-n)} \frac{\dot{n}}{n} \quad (18)$$

Asimismo, tomando logaritmos y derivadas respecto al tiempo a la ecuación (1), y considerando que $\dot{L}_A/L_A = \dot{n}/n$, se obtiene:

$$g_{Y_A} = \frac{\dot{Y}_A}{Y_A} = \frac{\dot{A}}{A} + (1-\alpha) \frac{\dot{n}}{n} \quad (19)$$

donde g_{Y_A} es la tasa de crecimiento de Y_A . Utilizando el mismo procedimiento con la ecuación (4), y considerando que $\dot{L}_M/L_M = -[n/(1-n)](\dot{n}/n)$, se consigue la tasa de crecimiento de Y_M :

$$g_{Y_M} = \frac{\dot{Y}_M}{Y_M} = \frac{\dot{A}}{A} - \frac{n}{(1-n)} \frac{\dot{n}}{n} \quad (20)$$

donde g_{Y_M} es la tasa de crecimiento de Y_M . Sustituyendo las ecuaciones (1), (4) y $\hat{k} = K/AL_M$ en (12), diferenciando, y utilizando $\dot{L}_M/L_M = -[n/(1-n)](\dot{n}/n)$, se obtiene la tasa de crecimiento de Y_{IN} :

$$g_{Y_{IN}} = \frac{\dot{Y}_{IN}}{Y_{IN}} = (1-\alpha) \frac{p_A Y_A}{Y_{IN}} \frac{\dot{n}}{n} - \left[\frac{Y_M}{Y_{IN}} - \frac{r^w d\hat{k}(1-n)}{Y_{IN}} \right] \frac{n}{(1-n)} \frac{\dot{n}}{n} + \frac{\dot{A}}{A} \quad (21)$$

donde $g_{Y_{IN}}$ es la tasa de crecimiento de Y_{IN} , $p_A Y_A / Y_{IN} = p_A F^\alpha n^{1-\alpha} / [p_A F^\alpha n^{1-\alpha} + \hat{k}^\beta (1-n) - r^w d \hat{k} (1-n)]$ es la participación de $p_A Y_A$ en el ingreso nacional, $Y_M / Y_{IN} = \hat{k}^\beta (1-n) / [p_A F^\alpha n^{1-\alpha} + \hat{k}^\beta (1-n) - r^w d \hat{k} (1-n)]$ es la participación de Y_M en el ingreso nacional y $r^w d \hat{k} (1-n) / Y_{IN} = r^w d \hat{k} (1-n) / [p_A F^\alpha n^{1-\alpha} + \hat{k}^\beta (1-n) - r^w d \hat{k} (1-n)]$ es la participación del pago de intereses sobre la deuda externa en el ingreso nacional.

Finalmente, por medio de la ecuación ahorro igual inversión, ecuación (14), se obtiene como varía la tasa de ahorro en el tiempo.

$$s = \frac{[g_K(1-d) + \delta]}{\left[\frac{p_A F^\alpha n^{1-\alpha}}{\hat{k}(1-n)} + \frac{1}{\hat{k}^{1-\beta}} - r^w d \right]} \quad (22)$$

A continuación, se estudia la solución de estado estacionario, para después estudiar la dinámica de transición cuando los términos de intercambio aumentan.

4. SOLUCIÓN DE ESTADO ESTACIONARIO

Despejando \hat{k} de la ecuación (7), se obtiene:

$$\hat{k}^* = \left[\frac{\beta}{r^w + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\beta}} \quad (23)$$

donde \hat{k}^* es el capital por trabajo efectivo de estado estacionario (los niveles de estado estacionario se identifican con un *). Como se observa en la ecuación (23), el nivel de \hat{k}^* depende solamente de parámetros. Es decir, \hat{k}^* siempre se encuentra

en un estado estacionario. Asimismo, considerando que en el estado estacionario $\dot{n} = 0$ y utilizando la ecuación (17), se tiene que $w_A = w_M$ o $p_A F^\alpha (1 - \alpha) n^{-\alpha} = (1 - \beta) \hat{k}^\beta$. Despejando n de la ecuación anterior, se obtiene el nivel de n de estado estacionario:

$$n^* = \left[\frac{p_A F^\alpha (1 - \alpha)}{\hat{k}^{*\beta} (1 - \beta)} \right]^{\frac{1}{\alpha}} \quad (24)$$

como \hat{k}^* es constante, el nivel de n^* es constante. Por tanto, se ha encontrado el estado estacionario de esta economía. A partir de \hat{k}^* y n^* , se determinan los niveles de estado estacionario de las demás variables del modelo.

Es importante señalar que la tasa de crecimiento del progreso técnico está dada por $\dot{A}/A = \theta \hat{k}^* + x$, y como \hat{k}^* no depende de los términos de intercambio, \dot{A}/A no será influida al cambiar estos. La tasa de crecimiento del progreso técnico es principalmente influenciada por r^w .

. Con ecuación (18) y $\dot{n} = 0$, se tiene que $g_K^* = \dot{A}/A$, es decir, la tasa de crecimiento de K de estado estacionario es igual a la tasa de crecimiento del progreso técnico, $g_A = \dot{A}/A$. Utilizando ecuación (19) con $\dot{n} = 0$, se observa que la tasa de crecimiento de Y_A de estado estacionario, $g_{Y_A}^*$, crece a la tasa de crecimiento de A , $g_{Y_A}^* = g_A$. Del mismo modo, con ecuación (20) y $\dot{n} = 0$, se comprueba que $g_{Y_M}^* = \dot{A}/A$. También, con ecuación (21) y $\dot{n} = 0$, se tiene que $g_{Y_{IN}}^* = \dot{A}/A$. Por tanto, se ha demostrado, en el estado estacionario, que las tasas de crecimiento de K , Y_A , Y_M y Y_{IN} crecen a la misma tasa e igual a $\dot{A}/A = \theta \hat{k}^* + x$. Finalmente, el nivel de estado estacionario de la tasa de ahorro es:

$$s^* = \frac{[g_K^*(1-d) + \delta]}{\left[\frac{p_A F^\alpha n^{*(1-\alpha)}}{\hat{k}^*(1-n^*)} + \frac{1}{\hat{k}^{*(1-\beta)}} - r^w d \right]} \quad (25)$$

Ahora, se estudia como la economía responde, en el estado estacionario, a un aumento en los términos de intercambio. Con ecuación (24), cuando p_A aumenta, se tiene que n^* aumenta. Así, un incremento en los términos de intercambio produce momentáneamente que $w_A > w_M$, con esto, la mano de obra migra del sector manufacturero al sector primario de una forma lenta, dada por la ecuación (17). Así, en el nuevo estado estacionario, n^* aumenta y $(1 - n^*)$ disminuye. Mientras que, el nivel de \hat{k}^* no es modificado por un aumento de p_A .

Dado que las tasas de crecimiento en el estado estacionario de K , Y_A , Y_M y Y_{IN} son iguales a la tasa del progreso técnico, $\dot{A}/A = \theta \hat{k}^* + x$, con \hat{k}^* invariante, se tiene que las tasas de crecimiento de las variables de la economía tampoco son alteradas en el largo plazo. Finalmente, utilizando ecuación (25), se observa que como p_A aumenta, n^* aumenta y $(1 - n^*)$ disminuye en el nuevo estado estacionario. En consecuencia, la tasa de ahorro disminuye en el nuevo estado estacionario. Posiblemente, esto es debido a que, en economía exportadores de productos primarios, los booms están asociados a aumentos en el consumo, por tanto, a una disminución en la tasa de ahorro.

Se muestra una simulación, en el estado estacionario, cuando los términos de intercambio aumentan. Los valores de los parámetros son: $\alpha = 0.3$, $\beta = 0.4$, $F = 1$, $\theta = 0.0005$, $x = 0.01$, $r^w = 0.03$, $\delta = 0.03$, $b = 1$ y $d = 0.1$. Los valores son para propósitos ilustrativos. Cuando $p_A = 2$, el resultado es: $n^* = 0.24$, $\hat{k}^* = 23.61$, $s^* = 0.26$ y $g_{Y_A}^* = g_{Y_M}^* = g_{Y_{IN}}^* = g_K^* = \dot{A}/A = 0.0218$. Cuando $p_A = 2.2$, los niveles son: $n^* = 0.34$, $\hat{k}^* = 23.61$, $s^* = 0.23$ y $g_A = 0.0218$. Como fue deducido, el nivel de n^* aumenta de 0.24 a 0.34, \hat{k}^* se mantiene constante, s^* disminuye de 0.26 a 0.23 y la tasa de crecimiento de la economía se mantiene en el 2.18% anual.

5. DINÁMICA DE TRANSICIÓN

La ecuación de movilidad intersectorial del trabajo puede ser resuelta analíticamente. Sustituyendo $w_A = p_A F^\alpha (1 - \alpha) n^{-\alpha}$ y $w_M = (1 - \beta) \hat{k}^\beta A$ en la ecuación (17), se obtiene:

$$\frac{\dot{n}}{n} = b \left(\frac{p_A F^\alpha (1 - \alpha) n^{-\alpha}}{(1 - \beta) \hat{k}^\beta} - 1 \right) \quad (26)$$

La ecuación (26) puede ser escrita como $\dot{n} + bn = Bn^\nu$, donde $B = b(p_A F^\alpha (1 - \alpha)) / (1 - \beta) \hat{k}^\beta$ y $\nu = 1 - \alpha$, la cual es una ecuación diferencial no lineal de tipo Bernoulli, que puede ser resuelta por un cambio de variable $z = n^{1-\nu} = n^\alpha$. Con esto tenemos una ecuación diferencial lineal, $\dot{z} + \alpha bz = \alpha B$, cuya solución final en n es:

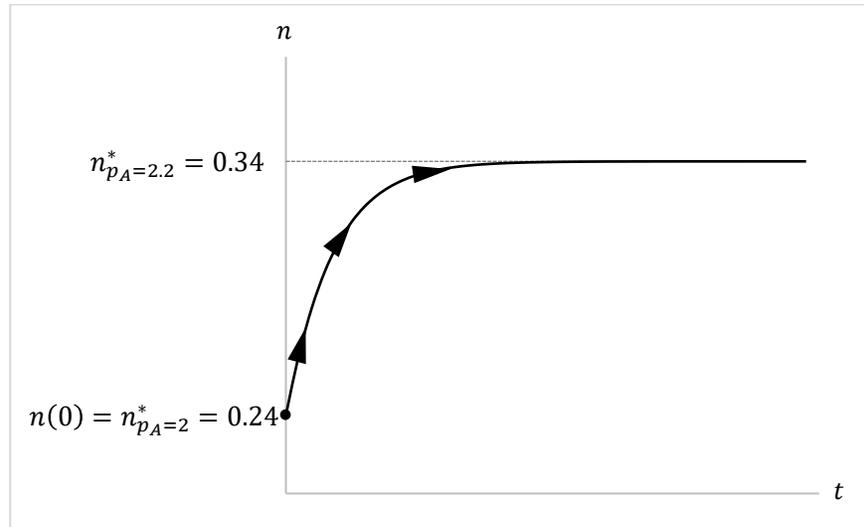
$$n(t) = \left\{ \left[n(0)^\alpha - \frac{B}{b} \right] e^{-(\alpha b)t} + \frac{B}{b} \right\}^{1/\alpha}$$

donde, a partir de $n(0)$, el nivel de n aumenta suavemente como t aumenta. Mientras que, cuando $t \rightarrow \infty$, la economía converge al nivel de n^* , dado por la ecuación (24). Dado que \hat{k}^* siempre se encuentra en un estado estacionario y conocida la trayectoria de n en el tiempo, es posible obtener las trayectorias de todas las variables de la economía.

Utilizando los mismos valores de los parámetros de la sección anterior, la gráfica 1 muestra la dinámica de n en el tiempo, con condición inicial $n(0) = n_{p_A=2}^*$ (nivel de n^* cuando $p_A = 2$). Un aumento en los términos de intercambio implica que $w_A > w_M$, por lo que la proporción de la mano de obra en el sector primario, n ,

aumenta lentamente y converge al nivel de $n_{p_A=2.2}^*$ (nivel de n^* cuando $p_A = 2.2$). Así, n pasa de $n_{p_A=2}^* = 0.24$ a $n_{p_A=2.2}^* = 0.34$.

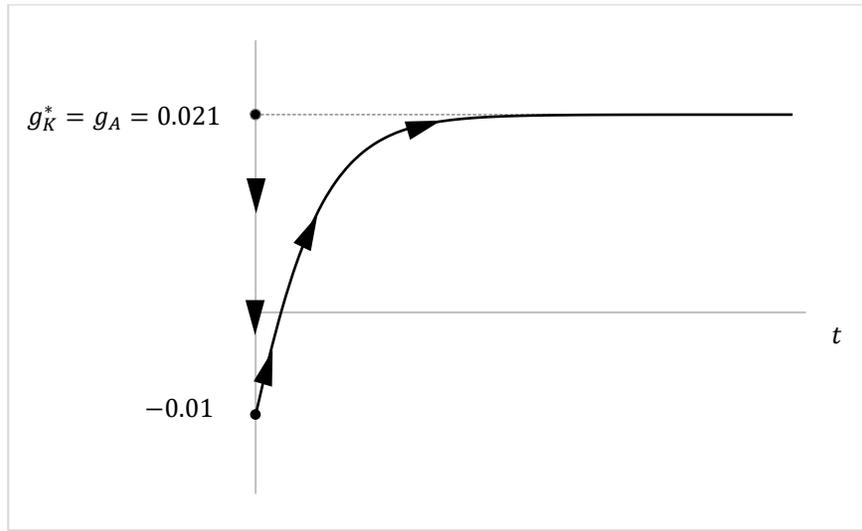
Gráfica 1. Dinámica de transición de n



Fuente: Elaboración propia

Utilizando la tasa de crecimiento del capital, ecuación (18), se tiene que en $t = 0$, p_A aumenta y $\dot{n}/n > 0$, sin embargo, el nivel de n permanece en el nivel del estado estacionario anterior. Por tanto, en el impacto, g_K disminuye, pero cuando el tiempo avanza, g_K aumenta. Como $t \rightarrow \infty$, $\dot{n}/n \rightarrow 0$, el nivel de g_K converge al nivel de \dot{A}/A . Usando los mismos valores de los parámetros, en la gráfica 2, se tiene la trayectoria de g_K en el tiempo. Se observa que en $t = 0$, el nivel de g_K disminuye, tornándose negativo (como ya fue mencionado, este efecto se le conoce en la literatura como una desindustrialización directa, Ros, 2011). Cuando el tiempo avanza, el nivel de g_K va aumentando hasta llegar al nivel de la tasa de crecimiento del progreso técnico, $g_A = 0.0218$.

Gráfica 2. Comportamiento de g_K



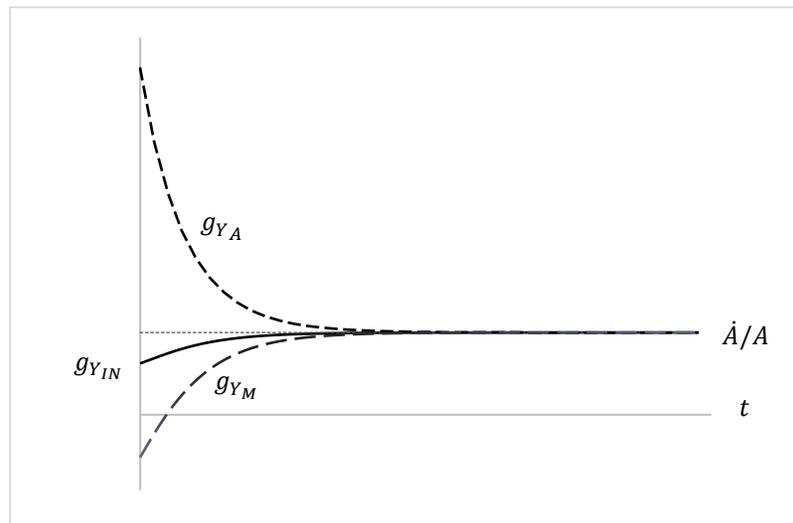
Fuente: Elaboración propia

A continuación, cuando los términos de intercambio aumentan, se analiza la dinámica de transición de las tasas de crecimiento del producto del sector primario, del producto manufacturero y la del ingreso nacional. Usando la tasa de crecimiento del producto primario, ecuación (19), se tiene, que en $t = 0$, p_A aumenta y $\dot{n}/n > 0$ (n permanece en el mismo nivel del estado estacionario anterior). Por consiguiente, en el impacto, el nivel de g_{Y_A} aumenta. Después, cuando transcurre el tiempo y $\dot{n}/n \rightarrow 0$, el nivel de g_{Y_A} va disminuyendo hasta alcanzar el nivel de la tasa de crecimiento del progreso técnico. Del mismo modo, utilizando la tasa de crecimiento del producto manufacturero, ecuación (20), se tiene que, en el impacto, el nivel de g_{Y_M} disminuye (debido a un aumento en p_A y que $\dot{n}/n > 0$). Posteriormente, como $\dot{n}/n \rightarrow 0$, el nivel de g_{Y_M} aumenta hasta alcanzar la tasa g_A . Finalmente, utilizando la tasa de crecimiento del ingreso nacional, ecuación (21), se tiene que, en el impacto, no es posible analíticamente deducir si $g_{Y_{IN}}$ aumenta o disminuye.

En la gráfica 3, se muestran las trayectorias numéricas de g_{Y_A} , g_{Y_M} y $g_{Y_{IN}}$. Se observa que al aumentar p_A , en el momento $t = 0$, la tasa de crecimiento de g_{Y_A} aumenta y las tasas de crecimiento de g_{Y_M} y de $g_{Y_{IN}}$ decrecen. Por tanto, la tasa de

crecimiento de la economía cae en el corto plazo (este resultado puede cambiar con otros valores de los parámetros). Cabe hacer notar que todas las tasas de crecimiento en el largo plazo convergen a la tasa de crecimiento del progreso técnico, $g_A = 0.0218$.

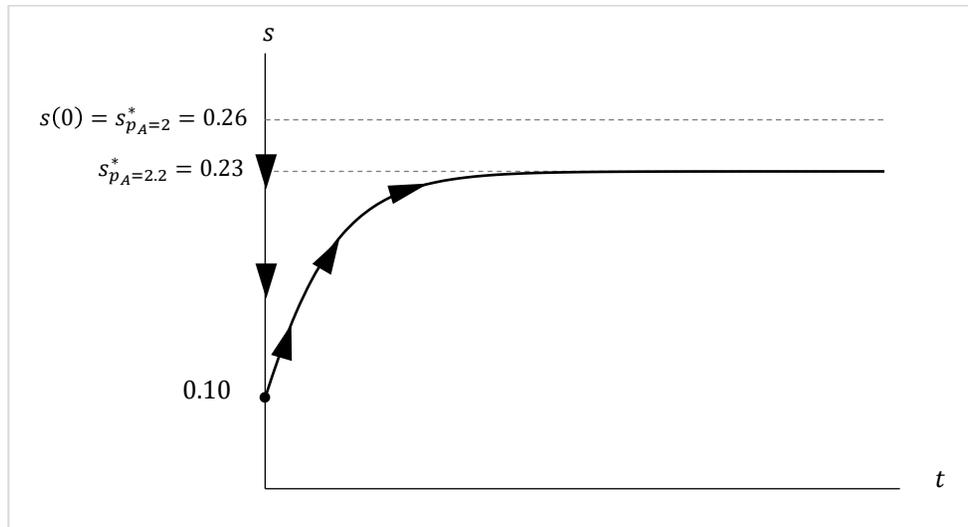
Gráfica 3. Comportamiento de g_{Y_A} , g_{Y_M} y $g_{Y_{IN}}$



Fuente: Elaboración propia

Por último, se estudia el comportamiento en el tiempo de la tasa de ahorro ante un aumento en los términos de intercambio. Utilizando la ecuación (22) y que en $t = 0$, p_A aumenta y g_K disminuye, se deduce que el nivel de s disminuye. Después, como $t \rightarrow \infty$, el nivel de s converge al nuevo nivel de estado estacionario, que es menor al anterior nivel de estado estacionario. En la gráfica 4, se tiene el comportamiento de la tasa de ahorro, s , en el tiempo, para los valores numéricos considerados anteriormente. Es importante señalar que el nivel de estado estacionario, antes del impacto, de s^* , cuando $p_A = 2$, es de 0.26 ($s_{p_A=2}^*$). Así, en $t = 0$, la tasa de ahorro disminuye, para después comenzar a aumentar hasta alcanzar su nuevo nivel de estado estacionario de 0.23, en $s_{p_A=2.2}^*$.

Gráfica 4. Comportamiento de s



Fuente: Elaboración propia

6. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un modelo de crecimiento económico con sectores. Esta economía estaría reflejando un país con un sector primario exportador y un sector manufacturero importador. Se han definido las dos características principales del modelo, el progreso técnico con un componente endógeno (dependiente del capital por trabajo efectivo del sector manufacturero) y el costo en la movilidad intersectorial del trabajo.

Se ha mostrado, en el estado estacionario, que cuando los términos de intercambio aumentan, la proporción de trabajo empleado en el sector primario aumenta y la proporción en el sector manufacturero disminuye. Asimismo, en el impacto, la tasa de crecimiento del capital disminuye, la tasa de crecimiento del producto en el sector primario aumenta mientras que la del sector manufacturero disminuye. También, momentáneamente, la tasa de crecimiento del ingreso

nacional y la tasa de ahorro disminuyen. Después de la perturbación, la tasa de crecimiento del capital, las tasas de crecimiento del producto de ambos sectores y de la economía aumentan hasta alcanzar la tasa de crecimiento del progreso técnico. Asimismo, la tasa de ahorro aumenta hasta alcanza su nuevo nivel de estado estacionario.

En particular, dado que las tasas de crecimiento del acervo de capital y del producto manufacturero disminuyen momentáneamente en la transición, el aumento en los términos de intercambio tiene un efecto de desindustrialización, efecto muy relacionado con la literatura de la maldición de los recursos naturales. Así, el modelo ha propuesto que aumentos en los términos de intercambio tienen efectos en la tasa de crecimiento de la economía solamente en el corto plazo, en el largo plazo no.

Finalmente, las economías exportadoras de bienes primarios continuarán dependiendo de precios que están determinados por el mercado mundial, y de la volatilidad de estos. Para minimizar que las perturbaciones negativas de los precios de los bienes primarios afecten a la economía, es necesario el desarrollo de instituciones para un mejor manejo de los ingresos provenientes de estas exportaciones. Tales como, creación de fondos de estabilización transparentes, reglas fiscales y monetarias apropiadas, y un manejo adecuado del tipo de cambio. Sin embargo, en el mediano y largo plazo, es necesario el desarrollo y exportación de bienes más elaborados (manufactura y servicios), así como la diversificación de las exportaciones. Con esto, se darán bases para un crecimiento más dinámico de las economías en desarrollo. Futuro trabajo, incluirá análisis de cointegración entre términos de intercambio y crecimiento económico para algunas economías latinoamericanas.

REFERENCIAS

Agénor, P. R. (2000). *The Economics of Adjustment and Growth*, Academic Press.

- Arrow, K. J. (1962). "The Economic Implication of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, 29, 155-173.
- Barro, R. J., N. G. Mankiw y X. Sala-i-Martin (1995). "Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth", *American Economic Review*, 85, 103-115.
- Basu, P. y D. McLeod (1992). "Terms of Trade Fluctuations and Economic Growth in Developing Economies", *Journal of Development Economics*, 37, 89-110.
- Bleaney, M. y D. Greenaway (2001). "The Impact of Terms of Trade and Real Exchange Rate Volatility on Investment and Growth in Sub-Saharan Africa", *Journal of Development*, 65(2), 491-500.
- Cavalcanti, T. de T., K. Mohaddes y M. Raissi (2015). "Commodity Price Volatility and the Sources of Growth", *Journal of Applied Econometrics*, 30(6), 857-873.
- Mas-Colell, A. y A. Razin (1973). "A Model of Intersectoral Migration and Growth", *Oxford Economic Papers*, 25, 72-79.
- Roldos, J.E. (1991). "Tariffs, Investment and the Current Account", *International Economic Review*, 32(1), 175-194.
- Ros, J. (2011). "How to Neutralize the Adverse Developmental Effects of the Dutch-Disease?", Paper prepared for the Workshop on New Developmentalism and a Structuralist Development Macroeconomics, Organizado por el Centro Celso Furtado.
- Stuermer, M. y G. Schwerhoff (2017). "Non-Renewable Resources, Extraction Technology, and Endogenous Growth", en www.aeaweb.org/conference/2018.
- Villanueva, D. (1994). "Openness, Human Development, and Fiscal Policies: Effects on Economic Growth and Speed of Adjustment", *Staff Papers*, International Monetary Fund, 41(1), 1-29.
- Villanueva, D. P. y R. S. Mariano (2007). "External Debt, Adjustment, and Growth", en T. Ito y A. K. Rose (editores), *Fiscal Policy and Management in East Asia*, University of Chicago Press.