



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ECONOMÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA**

**LA PRODUCTIVIDAD COMO FACTOR CLAVE EN EL
CRECIMIENTO DE LA ECONOMÍA MEXICANA: UN
ENFOQUE ENDÓGENO**

TESIS

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:
JOSÉ ALVAREZ PUMARINO**



**DIRECTOR:
MTRO. FRANCO GUERRERO
GALEANA**

MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE, 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres y hermanas, Manuel, Diana, Michelle y Lissette, por sus consejos y apoyo incondicional que sin ellos no hubiera sido posible la conclusión de este trabajo.

A mis amigos por estar a mi lado en los momentos en que más se necesitaban.

Y a toda mi familia por su estima y ánimos, a los cuales les dedico a todos ellos la culminación de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO 1. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO: FACTORES Y MODELOS	8
1.1 El crecimiento y la productividad	9
1.2 Modelo de Solow	12
1.2.1 Función de producción agregada	12
1.2.2 Producción y Acumulación de Capital.....	14
1.2.2.1 <i>Relación Producción Inversión</i>	14
1.2.2.2 <i>Relación inversión-acumulación</i>	14
1.2.3 Efectos de la Tasa de ahorro.....	18
1.2.4 El crecimiento de la productividad en el Modelo neoclásico	19
1.2.4.1 <i>Análisis del ahorro actual y la regla de oro del estado estacionario</i>	20
1.2.4.2 <i>Crecimiento poblacional y su efecto sobre el estado estacionario</i>	24
1.2.5 Más sobre el modelo de Solow	28
1.2.5.1 <i>Medición del progreso tecnológico en el modelo de Solow</i>	30
1.3 Nuevas teorías del crecimiento	36
1.3.1 Modelo de Romer.....	37
1.3.2 Modelo de Lucas.....	37
1.3.3 Modelo de Kurz y Salvadori	38
1.3.4 Modelos Keynesianos	40
1.3.4.1 <i>Modelo de Kalecki</i>	41
1.3.5 Modelo de Sylos Labini.....	44
1.3.5.1 <i>Criticas al Modelo de Solow</i>	45
1.3.5.2 <i>El modelo</i>	50
1.3.5.3 <i>Modelo de Giulio Guarini</i>	54
1.4. Caso mexicano: aplicación de las teorías del crecimiento	56
1.4.1 Otras respuestas a la falta de crecimiento	63
CAPITULO 2. MODELO ECONOMÉTRICO DE LA PRODUCTIVIDAD	65
2.1 Planteamiento de la hipótesis	65
2.2 Especificaciones del Modelo matemático y econométrico	65
2.3 Obtención de los datos.	66
2.4 Estimación del modelo econométrico	67

2.5 Análisis del modelo econométrico.....	69
2.5.1 Supuesto de normalidad	69
2.5.2 Prueba de Hipótesis.....	72
2.5.3 Predicción del modelo	75
CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFIA.....	80
ANEXO 1 TEORIAS ALTERNATIVAS DEL CRECIMIENTO	82
A1.1 Crecimiento endógeno	82
A1.2 Capital Humano e Investigación y Desarrollo	85
A1.3 Instituciones y desarrollo.....	88
ANEXO 2. SUPUESTOS DEL MÉTODO DE MCO.....	94
A2.1 Primer supuesto.....	94
A2.2 Segundo supuesto	95
A2.3 Tercer supuesto	95
A2.4 Cuarto supuesto.....	95
A2.5 Quinto supuesto.....	97
A2.6 Sexto supuesto.....	101
A2.7 Séptimo supuesto	102
A2.8 Octavo supuesto	102
A2.9 Noveno supuesto	105
A2.10 Decimo supuesto	106

INTRODUCCIÓN

La desaceleración del crecimiento económico es fenómeno que en la época moderna registran de manera recurrente los países capitalistas en su conjunto, sobre todo en lo que va de mediados de la década de los sesenta del siglo anterior hasta la fecha.

Ante este hecho, los diversos analistas han propuesto teorías para enfrentar estos movimientos cíclicos macroeconómicos de corto plazo y la conformación tendencial consecuente.

Modelos de corte neoclásico como el de Solow y con enfoque endógeno, son los más utilizados para la explicación y orientación de las políticas públicas actuales y de los cuales se hará referencia al interior del presente trabajo.¹

El fenómeno se analiza por regiones y países, en virtud de que los crecimientos y desaceleraciones de las economías no son homogéneos y tienen desfases en tiempos de inicio y final al verse con este grado de detalle.

En el caso de América Latina las instituciones e investigadores especializados mantienen un constante análisis de los sucesos y factores que puedan explicar el ciclo y tendencia que afecta el bienestar regional.

La UNAM, entre muchas Instituciones que se interesan por la investigación aplicada en ciencias sociales, aporta conocimientos sobre el fenómeno en la Región Latinoamericana y desde luego para el caso concreto de México, donde se enmarca la justificación del planteamiento de la tesis propuesta.

Entre estas investigaciones y conocimiento disponible, se llega a plantear a la productividad como elemento fundamental para explicar la situación de aumento o desaceleración y la diferenciación que tienen los países en su crecimiento.

Si se toma como punto de referencia el planteamiento anterior, es obvio que las causas que afectan la productividad de los factores estarán en la base del crecimiento en su conjunto y harán la diferencia entre los grados en que crecen los países de manera relativa.

Se reconoce que la productividad del trabajo² en México después de la contracción sufrida, ante el problema de la crisis de deuda de los ochenta, no ha recuperado el nivel que tenía en el periodo previo a tal problemática³, y la situación se agrava ante ciclos muy marcados en periodos cortos de análisis.

El hecho es que la tasa de crecimiento que registra la actividad económica en México no se encuentra al nivel apropiado a sus necesidades y potencialidad relativa con otros países.

¹ Robert Solow, Premio Nobel y profesor del MIT y Paul Romer y Robert Lucas, etc.

² La productividad del trabajo es el indicador prácticamente avalado por la mayoría de las investigaciones económicas en su relación con el crecimiento.

³ Jaime Ros calcula una tasa de crecimiento de la productividad entre 1990 y 2005 de 1.1% contra la tasa de crecimiento que se tenía previa al periodo de crisis de deuda de 3.2%. En Revista Economía-UNAM, vol. 8 núm. 23.

Así por ejemplo en el periodo 1994-2010 se calcula un crecimiento del PIB del 2,42 %⁴ y si se toman tasas medias en términos reales, para el mismo periodo, el crecimiento baja a 1.31%, lo cual refleja y refuerza la idea de que se ha caído en una situación indeseable.

Situación que se agrava cuando el indicador de referencia es el PIB real per cápita⁵, estimado con crecimiento anual de 0.77%.

El problema es grave y requiere contribuciones para resolverlo.

El objetivo del trabajo consiste en demostrar que el ingreso o salario real, así como las inversiones, son factores que inciden en la productividad que a su vez se entrelaza con la fase del crecimiento económico. El particular pretende analizar diversas teorías del crecimiento económico, tanto ortodoxas como heterodoxas, y tomando de las heterodoxas la teoría de Sylos Labini como principal para explicar los incrementos en la productividad.

La hipótesis principal se refiere al incremento del salario real como la inversión, inciden positivamente en el proceso de crecimiento económico, al afectar a la productividad, que es el elemento fundamental de impulso al crecimiento a través del tiempo.

El análisis que se realiza de la situación de la economía mexicana tiene un enfoque económico, específicamente a nivel macro, por lo que las referencias bibliográficas se concentraran en autores propios de la disciplina. La revisión bibliográfica inicial permite seleccionar las fuentes de apoyo que aportan las teorías que se tomaran para sustentar el trabajo. En este caso, las teorías del crecimiento neoclásicas y de desarrollo endógeno indispensables para sostener la hipótesis planteada. De esta manera se toman trabajos concretos seleccionados como marco de referencia. La investigación se enfoca hacia un análisis de correlación entre variables que expliquen la productividad desde el punto de vista macroeconómico y el efecto de esta en el crecimiento económico deseable. Por lo que se recurre a fuentes de información estadística de tales variables que al integrarse a un modelo econométrico darán los resultados que se interpretarán con las técnicas correspondientes.

Para estructurar el diseño econométrico se hace necesario incluir en un apartado los modelos que lo soportan, de tal manera que el primer capítulo del trabajo recoge los modelos neoclásicos (ortodoxia) y los modelos de la heterodoxia como lo plantearon sus autores. Estos modelos sirven como el estándar referencial para las conclusiones de la correlación propuesta.

El siguiente apartado corresponde al diseño y manipulación econométrica del modelo de productividad que se propone con base a las orientaciones de la teoría de Sylos Labini en específico y comprobando que el modelo sea estadísticamente significativo y que se halle bajo los supuestos de mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

⁴Elaboración propia en base a series desestacionalizadas del PIB a precios del 2003

⁵ PIB real per cápita⁵, que no es nada más que la provisión de bienes por persona.

En el curso de la investigación de la revisión de las teorías del crecimiento, se opta para el análisis econométrico la propuesta de Sylos Labini, por los fundamentos que dan crítica al modelo ortodoxo neoclásico del modelo de Solow y a todos sus derivados. Dicha razón se describe en la parte del modelo de Sylos Labini, explicando porque la preferencia de dicha propuesta y las críticas a la ortodoxia.

Por último se proporcionarán las conclusiones a lo cual se llega después de las diversas teorías analizadas y la evaluación del modelo econométrico derivado.

La definición más simple que se puede encontrar de crecimiento económico es la que se refiere al incremento porcentual del producto en un espacio económico y en un periodo de tiempo determinado; y la justificación más simple que se puede hallar para explicar que el crecimiento económico sea una de las ramas de mayor interés en la teoría económica es que ayuda a entender el bienestar de una región o país y la efectividad de las políticas públicas que se han aplicado en contextos diversos, como experiencia para las nuevas orientaciones que se planean del bienestar macroeconómico futuro.

Las teorías del crecimiento económico son las que van a explicar los determinantes de tal crecimiento, concretamente en el largo plazo, y las políticas que lo impulsan. Existen muchos enfoques al formular los determinantes del crecimiento y en los últimos tiempos se les engloba en dos grupos: Los enfoques exógenos que básicamente consideran al progreso tecnológico definido fuera del Modelo y los enfoques endógenos que, contrariamente a los anteriores, consideran crecimiento con progreso tecnológico interno.

Dentro del enfoque Exógeno se incluyen las propuestas o modelos keynesianos, pos-keynesianos y neoclásicos principalmente.

En los Keynesianos y Pos-Keynesianos resaltan los Modelo de Harrod y Domar que trabajan el problema de la inestabilidad del crecimiento planteado por Keynes, y al que después el Modelo neoclásico de Solow corrige la inestabilidad planteada por los anteriores modelos keynesianos.

Entre los Modelos neoclásicos destacan el Modelo de Solow, el de Kaldor-Cambridge, de Pasinetti, de Meade y el Modelo de Swan entre otros.

Dentro del enfoque Endógeno sobresalen los Modelos de Hicks con progreso tecnológico; de Romer de externalidades de capital y rendimientos crecientes; el de Lucas del "capital humano" y el Modelo de Sylos Labini.

El objetivo del presente estudio está inserto dentro de estas teorías y es por ello que se hará una remembranza de las más significativas para apoyar la hipótesis de que la productividad es el factor que en la época moderna incide con mayor fuerza en los resultados que tiene la economía mexicana.

CAPITULO 1. TEORÍAS DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO: FACTORES Y MODELOS.

Las teorías comentadas y el enfoque del presente trabajo se inscriben en los análisis del crecimiento de largo plazo que puede tener resultados distintos cuando se observan los acontecimientos en el muy corto plazo y en plazos mucho más largos o en la senda de crecimiento.

En macroeconomía se considera como corto plazo, al periodo en que la producción y el empleo pueden cambiar, pero antes de que los precios y los salarios respondan a esos cambios. Los precios y salarios se ajustan periódicamente ante cambios en la demanda, en vez de reaccionar de inmediato, es decir, los precios y salarios están dados y no responden a cambios en el nivel de producción. Lo cual significa que en el análisis de corto plazo es la demanda agregada la que determina el nivel de producción y empleo: La Curva de Oferta Agregada (OA) es horizontal.

El mediano plazo, es el periodo en el que precios y salarios pueden responder a cambios en la producción y en el empleo. La oferta de la economía se ajusta para establecer el equilibrio, en el que la inflación se considera constante. El stock de capital y la fuerza de trabajo de la economía se consideran fijos, lo que significa que el monto total de maquinaria y equipo es constante, y por tanto, el nivel de tecnología también.

En este periodo de mediano plazo tampoco se considera el crecimiento poblacional, lo que significa, que el componente central del lado de la oferta es el mercado de trabajo. Por lo tanto, la atención se focaliza sobre el comportamiento de los fijadores de precios y salarios⁶, es decir, se centra la atención en el lado de la oferta.

En suma, el análisis de largo plazo es el más adecuado para investigar las causas del crecimiento de la productividad y el por qué podría cambiar esta. Porque en el largo plazo se introduce la teoría del crecimiento, y esta incluye el crecimiento de la población, del stock físico de capital, el stock de capital humano (las habilidades de los trabajadores) y las mejoras en la tecnología.⁷

⁶ Soskice, David. Carlin Wendy. *Macroeconomics: Imperfections, institutions and policies*. Oxford University Press. 2006.

⁷ Soskice, David. Carlin Wendy. *Op. Cit.*

1.1 El crecimiento y la productividad

El crecimiento, se le define como el aumento continuo de la producción agregada con el paso del tiempo, y lo interesante, es saber los motivos del porque crece o crecerá en ese tiempo⁸.

Una de las respuestas a esta interrogante, es motivo del trabajo de tesis que se presenta, es decir, el cambio en la eficiencia o incrementos de la productividad en los factores de la producción y la otra es la disponibilidad y volumen de estos medios de producción que posea la economía.

En el caso concreto de la economía mexicana el crecimiento anual ha sido de un 2.42% (1994-2010), cifra relativamente pequeña respecto a su potencial.

Para fines de medición, la productividad se concibe como una relación entre producto obtenido y los insumos utilizados. Esta definición tan simple conlleva dificultades cuando se consideran las variables relacionadas a nivel agregado: Producción e Insumos, es decir Producto, Capital y Trabajo.

Paul Krugman (2008), al respecto, se pregunta lo siguiente: “¿Cómo medir efectivamente el crecimiento económico en una economía? Y el mismo Krugman responde que puede haber múltiples índices y formas de medirlo.

Blanchard (2006) considera que “el PIB real per cápita como una variable valiosa y reveladora del crecimiento económico, como la llave para medir el sendero de la economía en crecimiento”, pero también reconoce la argumentación de otros autores para optar por el PIB per cápita como la medida apropiada del nivel de vida de la población.”⁹

Krugman dice que el crecimiento económico a largo plazo es normalmente un proceso lento, en que el PIB real per cápita anual crece muy poco en términos porcentuales y dificulta su uso al establecer objetivos de política, “dado que sólo sirve como un indicador o un dato indispensable para medir el progreso económico a través del tiempo.”¹⁰

Además, como esta variable sólo refleja un índice, una simple división entre el PIB real y la población total, no se descartaría la posibilidad de manipulación, cuando se utiliza como dato para hacer política. Por ejemplo, dedicar esfuerzos para reducir la población total: Incentivar que las familias sean cada vez más pequeñas. Y con eso habría un incremento del PIB real per cápita, y por ende se supondría incorrectamente, que también del bienestar, con lo cual puede llegarse a conclusiones erróneas.

De aquí que el aumento de la producción por habitante, sea considerado un indicador más acorde con el incremento del bienestar, sobre todo si los análisis se refuerzan con otras variables de

⁸ El corto y mediano plazo dominan las fluctuaciones económicas, y en el largo plazo domina el crecimiento.⁸

⁹ Blanchard, Oliver. Macroeconomía. Editorial Pearson. 4ª edición. 2006. Pág. 226-7

¹⁰ Paul Krugman, Robin Welk y Kathryn Graddy. “Economics. European edición”.

relevancia, como las variaciones en empleo/desempleo, del salario real de los trabajadores, la evolución de los precios dentro de una economía, o de los precios de bienes importados.

Para reforzar lo expresado por Krugman puede verse la grafica1, en donde el PIB real per cápita tiene un crecimiento estable y poco significativo, aunque a primera impresión pareciera ser un crecimiento adecuado.

Krugman menciona que el crecimiento económico sostenido sólo ocurre cuando el monto de producción producido por el promedio de trabajadores se incrementa constantemente, en el que el termino de productividad del trabajo, o simplemente productividad, se refieren a la producción por trabajador.

El crecimiento a largo plazo, como ya se indicó, depende en gran medida del incremento en la productividad.¹¹

Al respecto Kalecki (1954) plantea unas hipótesis interesante, en donde menciona que si la población no crece, la producción puede aumentar sólo en virtud de un incremento en la productividad del trabajo, o integrando al ejercito industrial de desempleados a la actividad. Por consiguiente, nos menciona, el crecimiento poblacional extiende las potencialidades de la expansión en el largo plazo sobre la producción.¹²

Por otra parte, dice Kalecki que el incremento en la población, con un sistema estático, donde la producción en un principio permanece estable, dará como resultado un incremento en el desempleo. Éste, ocasionará una presión hacia la caída de los salarios y en consecuencia un estímulo al desarrollo en una economía capitalista. Debido a que con la caída en el salario se esperaría una caída en los precios, ocasionando a su vez, al estar la producción estable, una disminución del volumen de transacciones. Tal disminución, estando la oferta monetaria invariable a dicho cambio, ocasionara una disminución de la tasa de interés, lo cual tendera a incrementar la inversión, y en consecuencia el desarrollo¹³.

Siguiendo la línea de Kalecki, nos menciona que un incremento en la producción, debido al incremento en la población, no puede ser suficiente para prevenir en el largo plazo el crecimiento del desempleo, por lo que la tendencia positiva tendería a desaparecer. Esto en parte, nos menciona, debido a que en el largo plazo la tasa de interés es incierta, donde la autoridad monetaria puede fácilmente ajustar la oferta de dinero, y así, evitando que caiga la tasa de interés.

Otra cuestión de importancia, en la idea arriba mencionada, es que en tal contexto, no es el incremento de la población la cuestión de mayor relevancia, sino el incremento en el poder de compra. Un incremento en el número de pobres no amplía el mercado¹⁴. Dicho argumento da relevancia a un incremento en el poder adquisitivo sobre el incremento poblacional.

¹¹ La productividad en México ha tenido un crecimiento de 1.09% anual¹¹, en el periodo 1994 al 2010, lo cual corrobora el modesto crecimiento para una economía con su potencial de producción, y los recursos con los que se cuenta. El crecimiento poblacional, se estima en ese mismo periodo en 1.62% anual. Es decir, el crecimiento de la productividad es más bajo.

¹² Kalecki, M. Theory of economic dynamics. An Essay on cyclical and long-run changes in Capitalist Economy.

¹³ Ibídem.

¹⁴ Ibídem.

La cuestión a la que hacía referencia Kalecki sobre una caída de los precios, es extensamente debatida en estos días, y más aún en condiciones de una estructura de mercado oligopolizada, con lo cual los precios pueden ser rígidos, tanto a la baja como al alza.

Sobre el crecimiento poblacional, Krugman (2008) menciona que el PIB real per cápita puede crecer, colocando un mayor porcentaje de la población a trabajar. Pero dice que-, la tasa de crecimiento del empleo nunca es muy diferente de la tasa de crecimiento de la población¹⁵. Aun así, para alcanzar cifras de crecimiento superiores a las que se experimentaría con el crecimiento poblacional, sería por medio del incremento de la productividad. En general, el PIB real per cápita puede crecer por el crecimiento de la población, pero cualquier incremento importante, debe ser el resultado de incrementar la producción por trabajador, es decir, la productividad.¹⁶

Debido a lo anterior, es importante considerar el incremento sobre la productividad para generar un crecimiento económico a largo plazo. Para lograr dicho incremento es necesario la inversión en determinados conceptos, tales como¹⁷:

- Capital físico. El cual economistas lo definen como recursos humanos elaborados, tales como edificios y maquinas. El cual hace a los trabajadores más productivos.
- Capital humano. Dado que no es suficiente el poseer la maquinaria, sino también es necesario saber qué hacer con ella. El capital humano se refiere a la mejora del trabajo creado por la educación y el conocimiento, personificado en la fuerza de trabajo.
- Tecnología. Probablemente el más importante conductor del crecimiento en la productividad es el progreso tecnológico, que es en general definida como el medio técnico para la producción de bienes y servicios. Dando importancia el recordar que el progreso tecnológico económicamente importante necesita contar con el progreso en la ciencia.

Por otro lado, cabe afirmar que para la mayoría de las teorías del crecimiento, un punto importante de inicio es la función de producción, la cual no es más que la relación entre la producción agregada y los factores de la producción.¹⁸ A partir del cual, se desarrollara la función de producción acorde con el modelo desarrollado por Robert Solow.¹⁹

¹⁵ Krugman, Paul. Op. Cit.

¹⁶ Ibídem.

¹⁷ Krugman, Paul. Op. Cit.

¹⁸ Blanchard, Oliver. Op. Cit. Pp. 237.

¹⁹ Solow Robert. A contribution to the theory of economic growth.

1.2 Modelo de Solow

1.2.1 Función de producción agregada

Como ya se ha mencionado, el modelo de Robert Solow se utilizará para determinar la producción agregada, dado que en la función producción se puede analizar, e inclusive medir con ciertas simplificaciones, el crecimiento de la producción tomando en cuenta el papel que desempeña la acumulación de capital, el progreso tecnológico, e inclusive el crecimiento poblacional. Que son factores para el crecimiento de la producción agregada.

La función producción viene dada por:

$$Y = F(K, N) \quad (\text{Ec. 1.1})$$

Dónde: Y , es la producción agregada.

K es el capital, tal como la maquinaria, equipo, edificios,...

N es el trabajo, o el número de trabajadores de la economía.

La cantidad de producción que puede obtenerse con ciertas cantidades de capital y trabajo es también muy importante, debido a que entre los países la producción agregada, en condiciones relativamente semejantes, puede variar considerablemente, en cuanto a las cantidades de capital y de trabajo empleadas en la producción.

En pocas palabras, esta puede verse como “la llave” para explicar el mayor crecimiento de algunas naciones, y el relativo estancamiento de otras.

En línea con lo anterior, se considera que el estado de la tecnología es lo que permite que, a determinadas cantidades de capital y trabajo, la producción agregada varíe entre países. Un país que tenga un nivel más avanzado, tecnológicamente hablando, producirá más con las mismas cantidades de capital y trabajo que un país con un nivel tecnológico inferior²⁰. Además, para la cuestión tecnológica debe incluirse la forma en la que se organiza la economía, es decir la organización tanto de las empresas como el sistema de leyes y mecanismos para su cumplimiento. En otros términos, es importante tomar en cuenta el papel del gobierno como agente económico y la estructura legal de la nación dentro del aspecto tecnológico.²¹

La función de producción planteada debe cumplir con ciertas propiedades, entre las cuales destacan:

- Poseer rendimientos constantes a escala, lo que significa que, al duplicar tanto el capital como al trabajo traerá una duplicación de la producción. Matemáticamente se puede expresar como:

²⁰ Estado de la tecnología se le llama a la lista de proyectos que definen a la variedad de productos que puedan producirse en la economía, así también como a las técnicas existentes para poder lograr su producción.

²¹ Blanchard, Oliver. Op. Cit. Pp. 238.

(Ec. 1.2)

$$2Y = F(2K, 2L)$$

O de manera general:

(Ec. 1.3)

$$xY = F(xK, xL)$$

- Rendimientos decrecientes del capital y del trabajo. A medida que se añaden cantidades adicionales de un factor (y los demás se mantienen fijos), acaba alcanzándose un punto en el que son cada vez menores los incrementos en la producción.²²

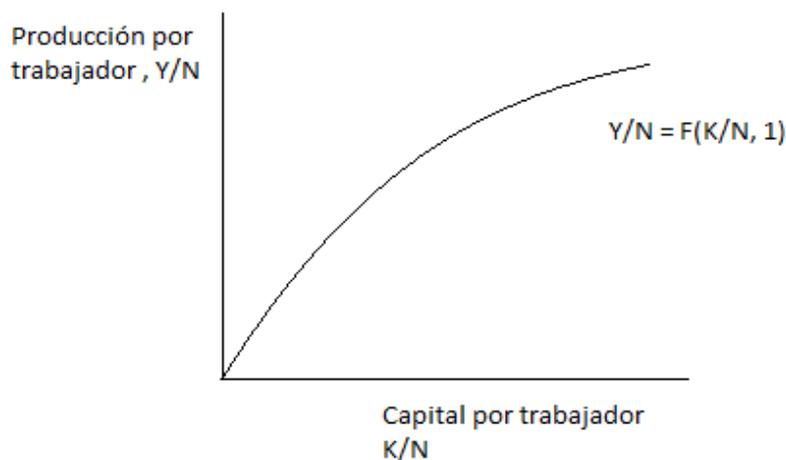
La función de producción puede ser expresada en términos de la relación producción por trabajador y capital por trabajador dividiendo ambos miembros entre el factor trabajo N:

(Ec. 1.4)

$$\frac{Y}{N} = F\left(\frac{K}{N}, 1\right)$$

Esta producción por trabajador gráficamente queda de la siguiente manera

Ilustración 1. Producción y capital por trabajador



Fuente: Blanchard (2006)

Como se observa al incrementarse el capital por trabajador se incrementara la producción por trabajador, pero la ley de los rendimientos marginales decrecientes se conserva, esto es, al incrementarse el capital por trabajador la producción por trabajador aumentara pero en proporciones cada vez menores.

²² Pindyck, Robert S. Rubinfeld, Daniel L. Microeconomía. Pearson. 5ª edición. Pp. 188.

Para fines de los objetivos del presente trabajo es importante observar el primer miembro de la ecuación 1.4 Y/N que no es más que la producción por trabajador, es decir, la productividad del trabajo. Por tanto, aquí se encuentra uno de los factores para incrementar la productividad: el incremento de capital por trabajador. Es decir, para aumentar la producción por trabajador será necesario, la compra de maquinaria y equipo tomando en cuenta la posible obstaculización cuando hay un exceso de capital por trabajador.

1.2.2 Producción y Acumulación de Capital

Para establecer la relación que existe entre la producción y la acumulación de capital el Modelo primero considera la relación producción-inversión y la relación inversión-acumulación de capital. Y en aras de facilitar el análisis supone en principio una economía cerrada y en equilibrio en el presupuesto del gobierno.

1.2.2.1 Relación Producción Inversión

(Ec. 1.5)

$$I = S + (T - G)$$

Dónde: I = inversión; S = Ahorro privado; $(T-G)$ = Ahorro público = 0.

(Ec. 1.6)

$$I = S$$

Como el ahorro es una proporción de la renta tenemos:

(Ec. 1.7)

$$S = sY$$

(Ec. 1.8)

$$I = sY$$

Donde s es la proporción del ingreso destinada al ahorro, o proporción marginal a ahorrar.

La inversión es igual a una proporción de la producción, en cuanto aumente la producción también lo hará el ahorro, y por ende también la inversión (Blanchard, 2006).

1.2.2.2 Relación inversión-acumulación

En este caso la inversión es un flujo y la acumulación es un stock. La primera tiene que ver con la compra de nuevas máquinas y plantas, y la segunda con las máquinas y plantas existentes en un momento del tiempo, donde la inversión se añade al stock para cierto periodo. También se incorpora el concepto de depreciación, δ para cubrir la obsolescencia de la maquinaria y equipo, considerado en la contabilidad nacional mexicana como el consumo de capital fijo, en otras palabras, como la parte del capital que ya ha sido consumida y por tanto ya no está en servicio.

El stock de capital se expresa de la siguiente manera:

(Ec. 1.9)

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$$

Dónde: I = inversión, I, y K_t = acumulación referente al periodo temporal (t).

La expresión indica que la acumulación de capital en el periodo t+1 depende de la acumulación de capital en el periodo inicial t, ajustándola por el consumo de capital fijo o por la depreciación, más la inversión, en nueva maquinaria y plantas por ejemplo, que se añade al stock del periodo t.

La acumulación de capital por trabajador viene dada por²³:

(Ec. 1.10)

$$\frac{K_{t+1}}{N} = (1 - \delta) \frac{K_t}{N} + s \frac{Y_t}{N}$$

(Ec. 1.11)

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s \frac{Y_t}{N} - \delta \frac{K_t}{N}$$

Lo que nos refleja que la variación del stock de capital por trabajador, del periodo t al t+1, la determina la diferencia entre el ahorro por trabajador y la depreciación del capital por trabajador. Mostrando la relación entre la producción y la acumulación, es decir, entre mayor el ahorro por trabajador, mayor la variación positiva en el stock de capital. Y por el otro lado, entre mayor sea la depreciación menor será la variación.²⁴

Por tanto, dada las ecuaciones (1.11) y (1.4) la acumulación de capital determina la producción, y a su vez, la producción determina a la acumulación de capital.

Sustituyendo (1.4) en (1.11) queda:

(Ec. 1.12)

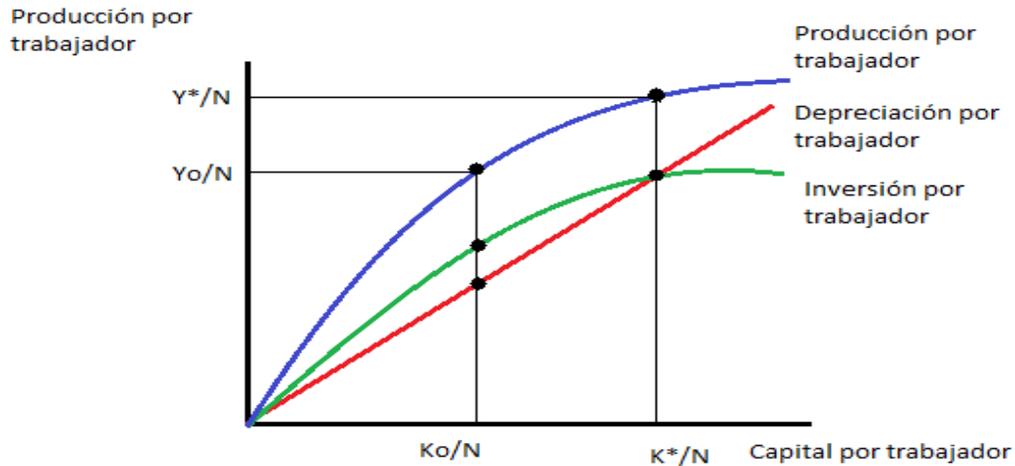
$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = sf \left(\frac{K_t}{N} \right) - \delta \frac{K_t}{N}$$

Esto significa que la variación entre un año y otro del stock de capital por trabajador depende de la inversión de capital por trabajador—primer término del segundo miembro de la ecuación anterior—, y de la depreciación por trabajador del año t —segundo término del segundo miembro de la ecuación 1.12-. En la siguiente ilustración se muestra la dinámica de dichas variables.

²³ Donde simplemente se divide la Ec. 1.9 entre N, y después se incorpora la relación establecida en la Ec. 1.8.

²⁴ Blanchard, Oliver. Op. Cit. Pp. 249.

Ilustración 2. Evolución del capital y la producción



Fuente: Blanchard (2006)

En la ilustración 2 observamos que la curva de inversión y producción por trabajador son similares, y que además poseen ambos rendimientos marginales decrecientes, por lo tanto, un exceso de capital por trabajador traerá consigo aumentos cada vez menores en la productividad (producción por trabajador). Entonces aquí se encuentran algunos aspectos relevantes para la determinación del crecimiento de la productividad, y por ende, del crecimiento económico.

El caso de si el crecimiento económico generado será o no sostenible tendrá que ver con cuestiones de tipo estructural de la economía en cuestión y sobre qué bases se está generando dicho crecimiento, siendo la tesis en este trabajo de que la sostenibilidad tendrá mayor peso, en el largo plazo, al generarse en mayor parte sobre los cimientos de la endogeneidad –el crecimiento endógeno, del cual se hablara en capítulos posteriores–.

Un aspecto importante a tomar en consideración es que los incrementos en el stock de capital traerán consigo el incremento en la productividad, aunque para ser esto posible se necesita que la inversión del año t sea mayor que la depreciación del mismo periodo. De ahora en adelante el término de la producción agregada dividida entre la población trabajadora (Y/N) la nombraremos como productividad –salvo en algunas ocasiones, según sea el caso–, y la representaremos con el símbolo π .

El incremento en el stock de capital por trabajador, de t a $t+1$, se debe a que la inversión fue mayor a la depreciación, y viceversa. Donde el nivel de capital por trabajador, en el año t , determina la producción por trabajador de ese año. Dada la tasa de ahorro, la producción por trabajador determina la cantidad de ahorro por trabajador, y por consiguiente, la inversión por trabajador (Blanchard, 2006).

Dada la ecuación (1.4) la productividad queda de la siguiente manera:

$$\pi = \frac{Y}{N} = f\left(\frac{K}{N}\right)$$

(Ec. 1.13)

Hasta aquí se tiene una aproximación sobre los determinantes de la productividad, acercándonos a la clave del crecimiento. Ahora bien, dado que la productividad está en función del capital o stock de capital por trabajador y dada la ecuación (1.12) se llega a:

(Ec. 1.14)

$$\Delta\pi = \pi_{t+1} - \pi_t = sf\left(\frac{K_t}{N}\right) - \delta\frac{K_t}{N}$$

Donde $\Delta\pi$, significa crecimiento de la productividad -el cual puede ser positivo o negativo-.

Entonces, el crecimiento de la productividad depende positivamente del ahorro por trabajador y en forma negativa de la depreciación. La lógica es que al incrementar la inversión por trabajador se origina un incremento de la producción por trabajador, y por tanto un crecimiento de la productividad. Para que haya un crecimiento en π es necesario que crezca la inversión por trabajador en forma continua, ya que si se deja de invertir la depreciación continuará su ritmo de deterioro del stock de capital con el proceso de disminución del crecimiento en π . correspondiente.

En el Modelo, el ahorro por trabajador²⁵ es otra variable determinante de la productividad, donde la propensión marginal a ahorrar juega un papel importante, recalcando que a nivel macroeconómico es contraproducente incentivar la propensión al ahorro sin incrementar el ingreso, ya que esto traerá consigo una disminución del consumo que conducirá a una disminución de la renta nacional, y dado que el ahorro es una proporción de la renta, el ahorro agregado disminuirá – básicamente es lo que los economistas conocen como la paradoja del ahorro-. En términos de política económica significa que al incrementar el ahorro,-por tanto la inversión- lleva al aumento de la productividad y nivel de vida por tanto, el objetivo no es que los agentes ahorren más, sino el crear las condiciones para aumentar el ingreso de las personas y así generar incrementos en el consumo, que lleve al aumento en la renta nacional, y por ende del ahorro y la inversión.

La economía clásica plantea que a largo plazo la producción y el capital por trabajador llegan a un punto donde no varían, es decir a un Estado Estacionario, donde la inversión y la depreciación por trabajador se interceptan y por tanto, al no existir incrementos en la producción por trabajador tampoco los habrá en la productividad (véase ilustración 2).

La grafica 3 (pág. 54), muestra que en el 2008 la inversión y la depreciación se interceptan y el crecimiento de la productividad se encuentra cercano a cero, es decir una situación aproximada del estado estacionario, lo cual generó crecimientos cercanos a cero en la producción por trabajador, y por consiguiente, crecimientos casi nulos del stock de capital, así como ningún cambio en el nivel de vida.

De ahí que se pueda suponer que los incrementos en el stock de capital incrementarían el nivel de vida, dado que aumentos en K traerán aparejados aumentos en π , resultando esto en un aumento

²⁵ Dado que la inversión y el ahorro es una igualdad de contabilidad nacional, no será necesario la elaboración grafica de la variable ahorro.

de la producción agregada por persona –no sólo por trabajador-, y dada la relación PIB per cápita-nivel de vida, conllevaran un aumento en el nivel de calidad de vida de la población en general. Sin embargo, el punto estacionario no se conserva en la economía mexicana más allá del 2008²⁶, y observamos una caída hacia valores de crecimiento negativos en el 2009, seguido de un crecimiento positivo en el 2010. Esto debido a que las economías son dinámicas, y por tanto, si se alcanza algún punto estacionario no se conserva al largo plazo, dado que la situación económica fluctuante afectaran a la inversión, ya sea positiva o negativamente, haciendo que esta sea mayor o menor a la depreciación, y provocando movimientos no constantes sobre la productividad a largo plazo. Sin embargo, la teoría clásica menciona que la producción por trabajador converge a un nivel constante al largo plazo, lo cual efectivamente sucede en un ámbito de suposición de cero desarrollo tecnológico. Donde no es posible abstraerse esta realidad al analizar estrictamente el desarrollo de una economía, por lo que se incluirá al modelo visto el progreso tecnológico en apartados más adelante.

1.2.3 Efectos de la Tasa de ahorro.

Ahora, pasaremos a analizar la importancia que tiene la tasa de ahorro sobre la producción, el consumo, y así como sus efectos dinámicos sobre estas variables y sobre el estado estacionario.

Blanchard (2006), plantea tres cuestiones en ausencia de progreso tecnológico- que son:

1. La tasa de ahorro no influye en la tasa de crecimiento de la producción por trabajador a largo plazo, que es igual a cero.

Debido a que para poder sostener un crecimiento positivo en la producción por trabajador es necesario el crecimiento continuo del capital por trabajador, esto involucrara mayores niveles de inversión. Ahora, dado que hay rendimientos marginales decrecientes en el capital, será vital los continuos aumentos del stock de capital por trabajador superiores a la producción por trabajador, lo cual implicará crecientes proporciones de la renta nacional destinadas al ahorro, llegando un punto donde dicha proporción tendrá que ser mayor a uno, lo que es imposible en un contexto de una economía cerrada, donde sólo es posible la inversión a través del ahorro nacional. Pero es posible gastar más allá de tu ingreso a través del endeudamiento con agentes económicos foráneos. Por lo tanto, esto implica que para poder sostener crecimientos constantes en la productividad, en el largo plazo, sustentados solamente en la tasa de ahorro, será necesario el incremento continuo del endeudamiento externo, para el caso donde el ahorro nacional no sea suficiente. Lo que a largo plazo, no cabe la menor duda, no será sustentable el continuo crecimiento de la deuda contratada en moneda extranjera.

²⁶ Aquí habrá de recordar los factores externos como el efecto de la Crisis Subprime en EUA, además de los factores internos propios de las decisiones tomadas para combatir dicha crisis.

Dado lo anterior, podríamos plantear la hipótesis que en un país que no es creador e innovador de tecnología, estará supeditado al endeudamiento para levantar su productividad, y por tanto su nivel de vida, dada su dependencia sobre el crecimiento en las tasas de ahorro.

2. La tasa de ahorro determina el nivel de producción por trabajador a largo plazo.

Esto nos indica que al aumentar la tasa de ahorro traerá consigo mayores niveles de producción por trabajador, y por consiguiente, de la productividad. No obstante, hay que considerar la paradoja del ahorro para esta afirmación. Donde efectivamente mayores niveles de ahorro implicaran mayor inversión (suponiendo un ambiente económico estable), pero si no aumenta la renta nacional, mas ahorro significa menos consumo, y por tanto menor renta nacional significa menor inversión y menor producción por trabajador.

3. Un aumento de la tasa de ahorro genera un crecimiento mayor de la producción por trabajador por algún tiempo, pero no indefinidamente.

Es decir, un aumento en la tasa de ahorro traerá consigo aumentos de la productividad, hasta el punto en el que se agota dicho crecimiento y se alcanza el nuevo punto estacionario. Donde para volver a superar ese estado, se tendrá que aumentar el capital por trabajador, de una manera indefinida, tal como se vio en el punto 1. Por consiguiente, dado el punto uno, en el largo plazo siempre coincidirá la igualdad entre la inversión por trabajador y la depreciación por trabajador, generando un crecimiento de cero en el capital por trabajador, y a su vez un crecimiento de cero en la producción por trabajador. A menos que se incremente indefinidamente el capital por trabajador, siendo un obstáculo los rendimientos marginales decrecientes.

1.2.4 El crecimiento de la productividad en el Modelo neoclásico

El Modelo Neoclásico supone escaso crecimiento de la productividad, que se pueden desprender desde cuatro vertientes:

- Análisis del ahorro actual contra la regla de oro del estado estacionario
- Análisis del modelo oferta agregada y demanda agregada en el corto plazo versus el largo plazo.
- Capital humano
- Progreso tecnológico

1.2.4.1 Análisis del ahorro actual y la regla de oro del estado estacionario

Para que haya crecimientos de la productividad en el largo plazo, sin llegar al estado estacionario, es mediante el progreso tecnológico, definido por Robert Solow (1957) como la causa de cualquier tipo de movimiento en la función de producción, en la que las aceleraciones, desaceleraciones, mejoras en la educación de la fuerza de trabajo, aparecen en su ecuación, como el llamado cambio técnico o *technical change*.

La tasa de ahorro es fundamental para aumentar el nivel de la producción por trabajador, pero hay una diferencia en su crecimiento si se toma la existencia o no de progreso tecnológico – o cambio técnico-. Ya que por una parte, un incremento en la tasa de ahorro sin progreso tecnológico conducirá a un incremento en el nivel de producción por trabajador por un tiempo, hasta que se alcanza el punto más alto en el nuevo estado estacionario –donde la inversión y depreciación por trabajador son iguales-, con lo que la productividad no crecerá en dicho punto. Cuando se incorpora el cambio tecnológico, un crecimiento de la tasa de ahorro da lugar a un periodo de mayor crecimiento, hasta que se toca con el nivel de producción por trabajador de la nueva senda más alta que seguirá siendo positiva, es decir, seguirá habiendo un crecimiento de la producción por trabajador (π), por lo tanto, no se hallara en el punto del estado estacionario dado que sigue habiendo una tasa de crecimiento positiva en el ahorro que permite que la inversión por trabajador siga creciendo por arriba de la depreciación por trabajador (Blanchard, 2006). Lo cual nos indica que una de las respuestas al escaso crecimiento de ciertas economías puede hallarse en la variable del cambio tecnológico, ya que si no, sólo se basa el crecimiento en el ahorro, y en su consecutiva inversión en tecnología obsoleta, o de escasa productividad, lo cual estorba al incremento de la productividad dado el continuo incremento de la población, y en menor proporción de la población trabajadora. Lo cual nos indicaría que si no hay generación de innovación tecnológica que permita el incremento de la productividad, esta última se vería deprimida por el aumento, en su denominador, de la población ocupada. Esto conduce a que la innovación tecnológica sea importada de otros países, contribuyendo en parte a los déficits en la cuenta corriente de la balanza de pagos.

Otra cuestión relevante a considerar es el valor de la tasa de ahorro, ya que en un primer momento un incremento en la tasa de ahorro significaría una disminución del consumo, y viceversa. Sin embargo, un aumento de la tasa de ahorro trae consigo incrementos en el capital por trabajador, que se traducirán en incrementos en la producción por trabajador, lo que a la larga se traducirá en aumentos sobre el consumo, dado los aumentos en el ingreso al emplear más trabajadores en la producción.

Si la tasa de ahorro es demasiado elevada, se pasa a la situación de exceso de capital por trabajador, lo que provoca que una mayor parte de la producción se destine a cubrir los incrementos en la depreciación, es decir, no sólo disminuye el consumo en el corto plazo sino que también lo hace en el largo plazo. Por ende, dado que la tasa de ahorro toma valores de entre 0 y 1, debe

haber un valor en el cual maximice el nivel de consumo, o nivel de capital de la regla de oro -bajo el estado estacionario, donde no se incluye el progreso tecnológico y donde el crecimiento de la producción por trabajador sólo es sustentada en el ahorro-(Blanchard, 2006).

En México el promedio de la tasa de ahorro en el periodo 2003-2010²⁷, es de 16% y la tasa correspondiente al consumo es 84% (100-16), lo que corrobora los bajos niveles de ahorro de la economía mexicana: primer lastre al crecimiento de la productividad. Para determinar cuál sería la tasa de ahorro maximizadora del consumo para la economía mexicana se toma la función de producción Cobb-Douglas -integrándola en el análisis del estado estacionario:²⁸

(Ec. 1.15)

$$Y = \sqrt{K}\sqrt{N}$$

Dividiendo la función entre N, entonces nos da:

$$\frac{Y}{N} = \frac{\sqrt{K}\sqrt{N}}{N} = \frac{\sqrt{K}}{\sqrt{N}} = \sqrt{\frac{K}{N}}$$

Dada la ecuación (1.4) tenemos:

(Ec. 1.16)

$$f\left(\frac{K_t}{N}\right) = \sqrt{\frac{K_t}{N}}$$

A continuación sustituyendo (1.16) en (1.12):

(Ec. 1.17)

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s \sqrt{\frac{K_t}{N}} - \delta \frac{K_t}{N}$$

Consiguientemente introducimos el estado estacionario. Esto se hace al suponer un crecimiento de cero en el capital por trabajador, resultando:

(Ec. 1.18)

²⁷ Elaboración propia en base en datos del Banco de Información Económica, INEGI

²⁸ Se trabaja con la raíz cuadrada dado que las aportaciones del capital y el trabajo a la producción son cercanas a ½, lo cual concuerda con los datos analizados en el INEGI donde de 2003-10 la proporción del capital a la renta es de 53 por ciento aprox., mientras que para el trabajo la proporción es de 47 por ciento. Entonces dado su aproximación relativa al ½ se utilizó la raíz cuadrada en la función Cobb-Douglas.

$$s \sqrt{\frac{K}{N}} = \delta \frac{K}{N}$$

Ahora despejando los términos a base de dejar K/N en el primer término nos dará el capital por trabajador correspondiente al estado estacionario, donde el procedimiento es el siguiente:

Primero se eleva al cuadrado los dos miembros de la ecuación anterior, dando:

$$s^2 \frac{K}{N} = \delta^2 \left(\frac{K}{N}\right)^2$$

Dividiendo entre K/N y ordenando nos da el capital por trabajador en el estado estacionario:

(Ec. 1.19)

$$\frac{K}{N} = \left(\frac{s}{\delta}\right)^2$$

Ahora falta determinar la producción por trabajador en el estado estacionario, el cual se obtiene a partir de la sustitución de (1.16), dando:

(Ec. 1.20)

$$\frac{Y}{N} = \sqrt{\frac{K}{N}} = \sqrt{\left(\frac{s}{\delta}\right)^2} = \frac{s}{\delta}$$

Para completar el análisis se necesita conocer el consumo por trabajador, donde en el estado estacionario el consumo por trabajador es igual a la producción por trabajador menos la depreciación por trabajador (Blanchard, 2006):

(Ec. 1.21)

$$\frac{C}{N} = \frac{Y}{N} - \delta \frac{K}{N}$$

Ahora procedemos con las ecuaciones (1.19), (1.20) y (1.21) a descifrar la tasa de ahorro de la regla de oro en el estado estacionario para el caso mexicano, donde la tasa de depreciación es de 5.26% anual²⁹. Se aplicaran las formulas anteriores a una tasa fija de depreciación para diferentes valores de la tasa de ahorro –valores de 0 a 1, los cuales se incrementan en diez decimales-, hasta observar la tasa de ahorro que maximiza el consumo por trabajador, y donde valores superiores de la tasa de ahorro maximizadora causaran decrementos en el consumo.

²⁹ Surge de la media aritmética para el consumo de capital fijo del 2003-2010, en base a estadísticas del INEGI.

Tabla 1. Tasa de ahorro que maximiza el consumo en el estado estacionario

Tasa de ahorro	Capital por trabajador	Producción por trabajador	Consumo por trabajador
0	0	0	0
0.1	3.61	1.90	1.71
0.2	14.43	3.80	3.04
0.3	32.47	5.70	3.99
0.4	57.73	7.60	4.56
0.5	90.21	9.50	4.75
0.6	129.90	11.40	4.56
0.7	176.81	13.30	3.99
0.8	230.93	15.20	3.04
0.9	292.27	17.10	1.71
1	360.83	19.00	0.00

Donde como se aprecia el siguiente comportamiento del consumo contra la tasa de ahorro:

Gráfica 1. Consumo vs tasa de ahorro en el estado estacionario de la regla de oro



Fuente: Elaboración propia con datos de la tabla 1.

Observamos que el nivel de la tasa de ahorro es de 0.5, la cual es 212.5 por cien superior a la tasa promedio de ahorro de la economía mexicana -16% aprox.-. Esto da margen de acción al gobierno mexicano para incentivar la productividad a través de políticas que incentiven el incremento del ahorro, ya que debido a su posición a la izquierda de la regla de oro, incrementos en la tasa de ahorro no disminuirán el consumo a largo plazo, sino que lo incrementaran, causando incrementos en la inversión por trabajador, con sus consecutivos efectos multiplicadores sobre el consumo y el ingreso. Así también vemos que tasas de ahorro superiores a 0.5 causarían decrementos en el consumo, dado que la mayor parte del capital generado incrementaría en menor medida a la producción, destinándose una mayor parte de la producción a cubrir la depreciación.

Como se ha visto anteriormente en el modelo de Solow, el nivel de la tasa de ahorro es importante para el crecimiento económico, no obstante, dicho crecimiento es temporal y se termina al alcanzar,

la economía, el estado estacionario, en el que el capital y la producción se mantienen constantes. Más aun, cabe añadir, la tasa de ahorro permite el incremento de la productividad, aunque este es sólo uno breve que culmina con la llegada al nuevo estado estacionario.³⁰ Pero ¿Por qué se incrementa la productividad al aumentarse la tasa de ahorro? Bien la respuesta a esta pregunta está inmersa en la misma teoría clásica analizada hasta el momento, si bien aún faltan por analizarse variantes al modelo de Solow. Esta nos dice que es posible alcanzar el nivel de capital por trabajador que maximice el consumo, el cual es conocido como la regla de oro del estado estacionario, y esta concluye al aterrizar sobre el nuevo estado estacionario. Este nivel maximizador del consumo es propiciado por una cierta tasa de ahorro que permite que el consumo alcance su nivel más alto, donde cualquier tasa superior a esta tendrá como consecuencia la disminución del consumo, notando que en nivel de la regla de oro se halla en un estado donde la inversión es superior al ahorro, que incrementa el stock de capital hasta terminar en el estado estacionario. Es ahí donde se responde la pregunta al principio del presente párrafo, ya que al incrementar la tasa de ahorro se genera un incremento de la inversión, lo cual se trasladara a incrementos del stock de capital, y consecutivamente de la producción por trabajador o de la productividad, aunque momentáneamente y no es un crecimiento sostenido en el tiempo.³¹

Por otro lado, es preciso añadirle ciertas variables al modelo de Solow para que el crecimiento experimentado sea sostenido y no sólo momentáneo. Estas variables son: el crecimiento poblacional y el progreso tecnológico³².

1.2.4.2 Crecimiento poblacional y su efecto sobre el estado estacionario

Hasta este punto se ha supuesto que la población no crece, ahora se levanta tal supuesto para mostrar cómo afecta esté el crecimiento poblacional al stock de capital, y con esto a la producción – todos en términos por trabajador-.

Se supondrá que la población y la población activa crecerán a una tasa constante de p . Es decir se incluye una tercera fuerza modificadora del stock de capital. Cabe mencionar que en el caso de México, la población ha experimentado un crecimiento de 1.65% anual entre 1980-2008.³³

Siendo el crecimiento de la población la tercera fuerza modificadora del stock, al crecer la tasa de crecimiento poblacional ocasiona que disminuya la cantidad de capital por trabajador, ya que hace

³⁰ Haciendo referencia a los efectos de la tasa de ahorro sobre el estado estacionario, considerando un crecimiento nulo poblacional.

³¹ Si bien ay otros factores que influyen sobre el stock de capital de una economía, tal como la tasa de ganancias, la tasa de interés, la política fiscal, etc. Sin embargo al considerar todos los demás factores exógenos al modelo, se analiza las consecuencias que sólo tienen la tasa de ahorro sobre el stock de capital de la economía.

³² Mankiw, N. Gregory. Macroeconomía. Ed. Antoni Bosch. 6ta edición. 2006. Pp. 307.

³³ Elaboración propia en basa a datos del INEGI.

que el capital por trabajador se reparta entre más trabajadores. Las fuerzas negativas modificadoras del stock de capital se agrupan con el nombre de inversión de mantenimiento:

$$I_M = (\delta + p) k$$

Dónde:

I_M = Inversión de mantenimiento

δ = tasa de depreciación

p = tasa de crecimiento poblacional

k = capital por trabajador

Con lo que la variación del stock de capital por trabajador queda como sigue:

$$\Delta k = i - (\delta + p)k$$

En el que i representa a la inversión de capital por trabajador. Aplicando las sustituciones clásicas a las variables de la ecuación anterior, la ecuación queda como sigue:

(Ec. 1.22)

$$\Delta k = sf(k) - (\delta + p)k$$

La cual nos indica que incrementos en la inversión proporcionan variaciones positivas sobre el stock de capital por trabajador –y en consecuencia sobre la productividad-, mientras que incrementos en la tasa de depreciación o en la tasa de crecimiento poblacional producirán variaciones negativas sobre el stock de capital – o en su caso que sean menores a la inversión, conseguirán que el crecimiento del stock sea menor-.

Esta nueva variable p , no modifica en gran medida el análisis del estado estacionario, ya que sólo se suma a la depreciación, conformando la inversión de mantenimiento. Por tanto, el estado estacionario se logra cuando la inversión es igual a la inversión por mantenimiento.

Ahora, para hallar la tasa de ahorro que maximiza el consumo en el estado estacionario –regla de oro-, se hará mediante el siguiente procedimiento:

$$c = f(k) - (\delta + p)k$$

Esta es la ecuación indica que el consumo por trabajador, c , es igual a la producción, $f(k)$, menos la inversión de mantenimiento. Se resta la inversión en mantenimiento porque en el estado estacionario la inversión es igual a la depreciación, por eso se incluye a la depreciación en vez de la inversión – que no hace diferencia dado su igualdad en dicho estado estacionario- y tomando en cuenta el crecimiento poblacional, dado que ahora se supone que $p > 0$.

Para maximizar c se sigue:

$$\frac{\partial c}{\partial k} = f(k) - (\delta + p)k$$

Donde $f(k) = \sqrt{k}$ yields \longrightarrow

$$= \frac{1}{2} k^{-1/2} - \delta - p$$

$$= \frac{1}{2\sqrt{k}} - \delta - p$$

La ecuación resultante indica la situación que maximiza al consumo. Para tener una idea más clara se iguala la ecuación a cero y se acomoda de la siguiente forma:

(Ec. 1.23)

$$\frac{1}{2\sqrt{k}} = \delta + p$$

(Productividad marginal del capital = tasa de depreciación + tasa de crecimiento poblacional)

Es decir, la maximización del consumo en el estado estacionario con crecimiento poblacional mayor que cero se alcanza cuando el producto marginal del capital es igual a la suma de la tasa de depreciación y de crecimiento poblacional.

Mediante Ec. (1.23) se puede encontrar el nivel de capital que maximiza el consumo, k :

(Ec. 1.24)

$$k^* = \left(\frac{1}{2\delta + 2p} \right)^2$$

Siendo k^* el stock de capital que maximiza el consumo en el estado estacionario. Para obtener el nivel de stock de capital de la regla de oro, es necesario un nivel de ahorro que lo permita, lo cual se hace a partir de que en el estado estacionario la inversión es igual a la inversión en mantenimiento:

$$sf(k) = (\delta + p)k$$

Haciendo algunas modificaciones previamente realizadas:

$$s\sqrt{k} = (\delta + p)k$$

Dividiendo ambos miembros por $(s k)$:

$$\frac{\sqrt{k}}{k} = \frac{(\delta + p)}{s}$$

(Ec. 1.25)

$$k = \left(\frac{s}{\delta + p} \right)^2$$

Resolviendo para s :

(Ec. 1.26)

$$s = (\sqrt{k})(\delta + p)$$

Para ejemplificar se toman los datos calculados para México $p = 0.0165$; $\delta = 0.0526$ sustituyéndolos en la ecuación 1.24:

$$k^* = \left(\frac{1}{2 \times 0.0526 + 2 \times 0.0165} \right)^2 = 52.51$$

Sustituyendo a su vez el resultado anterior en 1.26, el nivel de ahorro de la regla de oro para el caso mexicano es:

$$s = (\sqrt{52.51})(0.0526 + 0.0165) = 0.5007 \text{ o } 50.07\%$$

Como puede observarse la tasa de ahorro de la regla de oro no cambia, aunque el capital por trabajador ha disminuido de 90.21 a 52.51 –véase tabla 1-, demostrando que el aumento de la población disminuye el nivel de capital por trabajador de la regla de oro en el estado estacionario y dejando intacta la tasa de ahorro maximizadora del consumo.

La teoría muestra que entre mayor sea el crecimiento de la población, menor será el nivel de capital por trabajador de la economía. Es decir, cuando hay un elevado crecimiento poblacional disminuirá la producción por trabajador, dada la disminución en el capital por trabajador debido a los incrementos en la inversión de mantenimiento, con esto conduciendo a la disminución de la productividad y sobre los niveles de vida de la población. Lo anterior, fácilmente apreciable en la definición matemática de la productividad (Ecuación 1.13), donde al aumentar la población genera aumentos en la población trabajadora al largo plazo, por tanto causando la disminución de la productividad.

Este modelo neoclásico de crecimiento arroja la conclusión que aquellos países con altas tasas de crecimiento demográfico tienden a poseer niveles de ingreso per cápita bajos, y viceversa.

Con esto el modelo de Solow nos arroja que al tomar en cuenta el crecimiento poblacional se explica el crecimiento de la producción total, debido a que esta se suma a la depreciación y formando ambas la denominada inversión de mantenimiento, por ende, dado que en el estado estacionario la inversión es igual a la inversión de mantenimiento, significa que la producción por trabajador y capital por trabajador tiene que crecer conjuntamente con el incremento de la población y además cubrir la depreciación del stock de capital. Sin embargo, este crecimiento en la población no explica –para la teoría de Solow- el crecimiento continuado del nivel de vida, pero si el de la producción total (Mankiw, 2006).

1.2.5 Más sobre el modelo de Solow

Ahora bien, para tornar el modelo de Solow hacia uno más completo es necesario agregar el progreso tecnológico en la función de producción, sin embargo, este es tomado como exógeno y muestra la interacción de este con otras variables dentro del proceso de crecimiento económico. Donde dicho progreso aumenta con el tiempo la capacidad de producción de la sociedad (Mankiw, 2006).

Añadiendo a la función de producción el progreso tecnológico en el modelo de Solow tenemos:

$$Y = F(K, L \times E)$$

Siendo E la eficiencia del trabajo, la cual pretende reflejar los conocimientos que posee la sociedad sobre los métodos de producción. A medida que mejora la tecnología existente, la eficiencia del trabajo aumenta, la cual aumenta cuando se vuelven más eficientes los métodos de producción, cuando se mejora la salud, la educación o las cualificaciones de la población activa.

$L \times E$ es el número de trabajadores efectivos y el cual mide la eficiencia de los trabajadores. Este modelo supone que E crece análogamente con la población activa, L, creciendo a la tasa g, mientras que L lo hace a la tasa n. Por lo tanto, $L \times E$ crece a la tasa $n + g$. Donde el progreso tecnológico hace que incremente el número de trabajadores efectivos, $L \times E$. Entonces, procedemos a analizar la función de producción en términos de la eficiencia por trabajador o por trabajador efectivo:

$$Y = F(K, L \times E)$$

$$\frac{Y}{L \times E} = F\left(\frac{K}{L \times E}, 1\right)$$

$$y = f(k)$$

Donde ahora las letras en minúscula significan que la variable esta medida en términos de trabajador efectivo.

Ahora, la variación del capital estará determinada de la siguiente manera:

$$\Delta k = sf(k) - (\delta + n + g)k$$

Siendo ahora la inversión de mantenimiento agrandada por la tasa de crecimiento de la eficiencia del trabajo, g . Ahora se necesita añadir más capital para mantener constante a k , para cubrir la depreciación, el crecimiento poblacional, y más capital para los nuevos trabajadores efectivos añadidos a la producción por el progreso tecnológico.

El modelo nos dice que el capital por trabajador efectivo y la producción por trabajador efectivo crecen a una tasa de cero en el Estado Estacionario, mientras que la producción por trabajador crece a una tasa de g y la producción total a una tasa de $n + g$.

Veamos porque:

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

$$\boxed{\frac{Y}{L} = y \times E}$$

$$Y = y \times (L \times E)$$

Entonces, dado lo anterior, el modelo neoclásico nos afirma que lo único que puede incrementar el nivel de vida, medido por la productividad del trabajo, Y/L , es la eficiencia del trabajo. Así que cualquier factor que altere positivamente a la eficiencia del trabajo, E , tendrá efectos positivos sobre el nivel de vida de la sociedad, aun en el Estado Estacionario. Mientras que la producción total crecerá a la tasa $n + g$. Cabe apreciar que en el estado estacionario y crece a una tasa constante. Volviéndose clave en el modelo neoclásico que la clave para el crecimiento continuo de la productividad el progreso tecnológico, ya que los incrementos en la tasa de ahorro sólo elevan la tasa de crecimiento hasta alcanzar el nuevo estado estacionario.

Continuando con el modelo, agregaremos el progreso tecnológico a la regla de oro del estado estacionario, teniendo así:

$$c^* = f(k) - (\delta + n + g)k^*$$

Maximizando:

$$PMK - \delta = n + g$$

Es decir, la productividad marginal neta del capital es igual a la sumatoria de la tasa de crecimiento de la población y del progreso tecnológico. Esta es la regla maximizadora del consumo en el estado estacionario de la regla de oro incluyendo el progreso tecnológico.

1.2.5.1 Medición del progreso tecnológico en el modelo de Solow

Para medir el progreso tecnológico a través del modelo de Solow primero se debe comenzar con la ecuación que determina el incremento en la producción, con lo cual tenemos:

$$\Delta Y = (PMK \times \Delta K) + (PML \times \Delta L)$$

Dividiendo todo entre Y , para así obtener las cifras en tasas de crecimiento obtenemos:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \left(\frac{PMK \times \Delta K}{Y} \right) \frac{K}{K} + \left(\frac{MPL \times \Delta L}{Y} \right) \frac{L}{L}$$

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \left(\frac{PMK \times K}{Y} \right) \frac{\Delta K}{K} + \left(\frac{MPL \times L}{Y} \right) \frac{\Delta L}{L}$$

Donde $\left(\frac{PMK \times K}{Y} \right)$ es la participación del capital en la producción, y $\left(\frac{MPL \times L}{Y} \right)$ es la participación del trabajo en la producción, mientras que $\frac{\Delta K}{K}$ y $\frac{\Delta L}{L}$ son las tasas de crecimiento del capital y del trabajo, respectivamente.

Tomando la participación del capital en la producción el valor de α y la del trabajo $\alpha-1$, obtenemos:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha \frac{\Delta K}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L}{L}$$

Agregando el progreso tecnológico la función de producción cambia de la siguiente manera:

$$Y = A F(K, L)$$

(Ec. 1.27)

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha \frac{\Delta K}{K} + (1 - \alpha) \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta A}{A}$$

Por lo tanto, la tasa de crecimiento tecnológico viene dada por la siguiente fórmula:

(Ec. 1.28)

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Y}{Y} - \alpha \frac{\Delta K}{K} - (1 - \alpha) \frac{\Delta L}{L}$$

Donde A, es la productividad total de los factores, la cual recoge todo lo que altera la relación entre los factores medidos y la producción medida, siendo denominada también como el residuo de Solow. A partir de datos del INEGI y la implementación de la función Cobb-Douglas, tenemos que $\alpha \approx \frac{1}{3}$, mientras que $\beta \approx \frac{2}{5}$. Dado los datos anteriores encontramos el progreso tecnológico ilustrado en la tabla 2.

Tabla 2. Progreso tecnológico en México (1994-2010)

Año	%ΔY	α(%ΔK)	β(%ΔL)	%ΔA
1994	4.78%	3.00%	-0.23%	2.01%
1995	-6.22%	-10.42%	0.01%	4.19%
1996	5.46%	5.84%	0.22%	-0.60%
1997	7.24%	7.57%	0.40%	-0.73%
1998	5.01%	3.78%	0.55%	0.68%
1999	3.56%	2.77%	0.67%	0.12%
2000	5.98%	4.09%	0.75%	1.14%
2001	-0.92%	-2.02%	0.80%	0.30%
2002	0.08%	-0.25%	0.83%	-0.50%
2003	1.37%	4.61%	0.83%	-4.06%
2004	4.03%	2.86%	0.80%	0.37%
2005	3.18%	2.67%	0.75%	-0.24%
2006	5.15%	3.57%	0.68%	0.90%
2007	3.24%	2.50%	0.59%	0.16%
2008	1.19%	2.11%	0.48%	-1.41%
2009	-6.16%	-4.27%	0.35%	-2.25%
2010	5.42%	0.83%	0.20%	4.38%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI.

Donde en la tabla dos tenemos: la columna después del año muestra el crecimiento porcentual –ya sea negativo o positivo- del PIB; después el de la formación bruta de capital fijo multiplicada por la participación del capital en el ingreso; después tenemos a la de la población ocupada, que representa al trabajo; y finalmente al crecimiento porcentual de la productividad total de los factores.

Aplicar el modelo de Solow es muy sencillo, simplemente se utiliza la ecuación 1.28 y los datos de la tabla dos, donde los incrementos porcentuales de las variables representan a sus variables que aparecen respectivamente en la ecuación 1.28, siendo la productividad total de los factores el llamado residuo de Solow, A. ³⁴

Cabe explicar la sustitución de $\alpha - 1$ por β . El primero supone rendimientos constantes de escala, es decir:

$$\alpha + \beta = 1 \therefore 1 - \alpha = \beta$$

Pero para el caso mexicano se encuentra que hay rendimientos decrecientes a escala:

$$\alpha + \beta < 1 \therefore 1 - \alpha \neq \beta$$

Aplicando la siguiente ecuación Cobb-Douglas a los datos de Producción, formación bruta de capital fijo y la población ocupada mediante el paquete estadístico Eviews™, obtenemos:

$$Y = \vartheta K^\alpha L^\beta$$

$$\ln Y = \ln \vartheta + \alpha \ln K + \beta \ln L$$

$$= 13.1748 + \frac{1}{3} \ln K + \frac{2}{5} \ln L$$

Las elasticidades de K y de L nos indican cuanto incrementa la producción por cada incremento porcentual en ellas. Nos indican que el mayor incremento en la producción recae en el trabajo, por lo cual si se generan más empleos la producción crecerá en mayor medida. No obstante debe

³⁴ $\frac{\Delta Y}{Y}$ en la ecuación 1.28 representa el crecimiento del PIB en la tabla 2, así como $\alpha \frac{\Delta K}{K}$ representa el crecimiento porcentual del capital, y $(1 - \alpha) \frac{\Delta L}{L}$ el del trabajo. Esto se logra mediante la aproximación $\Delta \log(x) \approx \% \Delta x$ para $x=1$, entonces usando esta forma para ir de la función de producción Cobb-Douglas a una expresión que involucre solamente tasas de crecimiento. Primero se toman los logaritmos de ambos lados de la función de producción C-D dando como resultado:

$$\log(Y_t) = \log(A_t) + \alpha \log(K_t) + (1 - \alpha) \log(L_t)$$

Y después de esto se repite para t+1 y se toman las diferencias, resultando:

$$\Delta \log(Y_t) = \Delta \log(A_t) + \alpha \Delta \log(K_t) + (1 - \alpha) \Delta \log(L_t)$$

Por último se utiliza la aproximación arrojando lo siguiente:

$$\% \Delta Y_t = \% \Delta A_t + \alpha \% \Delta K_t + (1 - \alpha) \% \Delta L_t$$

Esto se supone debido a que:

$$\% \Delta Y_t = \Delta \log(Y_t) = \frac{Y_{t+1}}{Y_t} - 1 = \log\left(\frac{Y_{t+1}}{Y_t}\right) : x = \frac{Y_{t+1}}{Y_t} \rightarrow x - 1 = \log(x) \\ \therefore x - \log(x) = 1$$

Dado que manejamos porcentajes de variables que suelen variar de un año a otro en pocos puntos porcentuales $\Rightarrow x - \log(x) \approx 1 : x \approx 1$. Para mas detalles ver Chapter 8: Growth accounting /Solow residual en <http://www.ssc.wisc.edu/~ekelly/econ302/chapter8growthaccounting.pdf>

remarcarse las bajas elasticidades de los factores de la producción para México, lo que indica que debe invertirse más en capital humano, para elevar la productividad marginal del trabajo, β , que traerá a largo plazo incrementos de la productividad marginal del capital, α , al crear tecnología más eficiente o maneras más productivas de usar el capital, donde no sólo basta con invertir más, sino eficientemente. Es algo pobre la productividad marginal de los factores de la producción en México, considerando que en Estados Unidos para el año 2005 fue aproximadamente de $\frac{1}{2}$ para cada factor, siendo la productividad marginal del capital ligeramente mayor.³⁵

Según el método del residuo de Solow para medir el progreso tecnológico en México de 1994 al 2010 tenemos resultados escasamente positivos. El progreso tecnológico medido por este método por la productividad total de los factores no sólo nos enseña que ha sido positivo, sino además casi nulo, con una media geométrica del periodo de un 0.24% anual para nuestro país.³⁶

La media de crecimiento anual del periodo para la producción es de 2.24%, mientras que para el capital, el trabajo y la productividad total de los factores-PTM-, fue de 1.64%, 0.51% y 0.24% respectivamente. Lo que nos cuenta que el crecimiento ha recaído principalmente en el capital, que ha sido el que ha tenido mayores incrementos durante la época, no obstante de su baja productividad marginal, mientras que el trabajo escasamente incremento, aportando muy poco a la producción.

Cabe preguntarse: ¿A qué se debe que dicho avance tecnológico presentado en algunos años no se mantenga y aumente a través de los años? La respuesta a dicha pregunta suele estar definida sobre las bases micro-estructurales que componen a una economía. Entonces imaginándose el porqué de un nulo crecimiento tecnológico y porque es poco sostenible, se pueden arrojar las siguientes hipótesis:

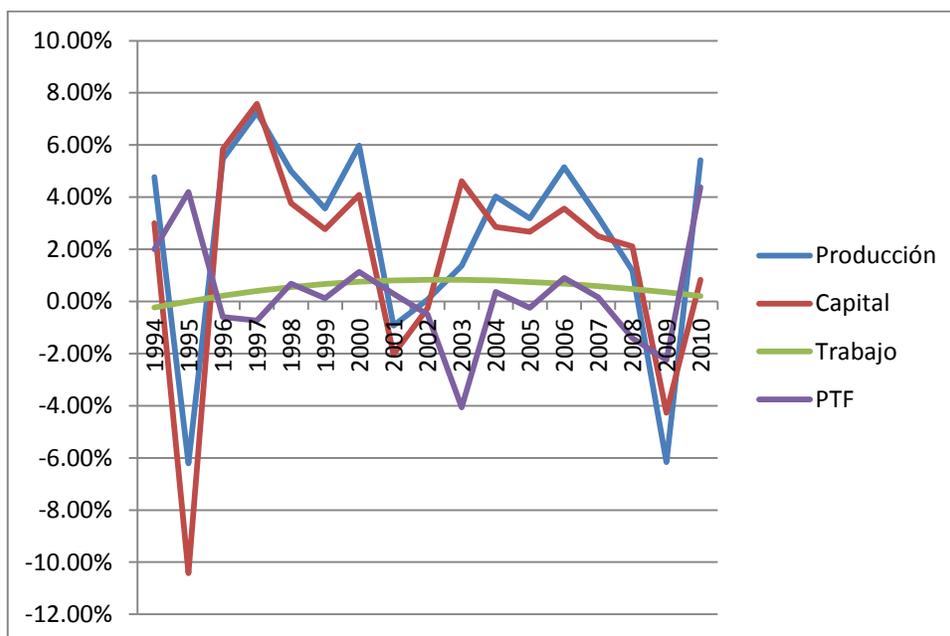
1. Que el avance técnico mostrado no sea forjado internamente, sino meramente como una fallida adaptación de la tecnología foránea, que después de un tiempo no logra su completa adaptación y pasando a volverse obsoleta.
2. Dado caso de que la tecnología sea elaborada internamente, se presencia una rápida obsolescencia de dicha debido al continuo y acelerado avance técnico en el resto del mundo, rezagando el lento avance técnico local.

³⁵ Ejercicio con datos del 2005 Annual Survey of Manufacturers, Sector 31: Estadísticas complementarias de Estados Unidos, en Gujarati y Porter, 2010, pág. 208.

³⁶ La media geométrica es considerada la mejor forma de calcular el cambio promedio de tasas de crecimiento, el cual es definido por la fórmula: $MG = \sqrt[n]{(X_1)(X_2)(X_n)}$

Ahora bien, para tener una visión más clara de las variables involucradas anteriormente, tenemos la gráfica 7, donde vemos que a pesar de los incrementos considerables del capital, no han sido suficientes para impulsar a la producción. Esto aplica perfectamente al sentido general de las hipótesis anteriores, es decir, la tecnología empleada en el capital usado en la época es obsoleta, lo cual se muestra en los escasos incrementos de la producción, siendo también el crecimiento del trabajo un factor considerable.

Gráfica 2. Progreso tecnológico México 1994-2010



Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI.

*Datos de la Tabla 2.

Es entonces que el Modelo de Solow nos proporciona un importante punto de arranque, invaluable como lo es para un médico la observancia de los primeros síntomas superficiales y las primeras pruebas al paciente para poder diagnosticar la enfermedad, así es como el modelo nos ha permitido tener un panorama general del porque el crecimiento de la productividad en México ha sido realmente muy bajo, y es que prácticamente no ha habido crecimiento tecnológico generado en el país, de una tecnología que encaje a las condiciones particulares de la industria mexicana, y no una mera adaptación de la tecnología foránea, creada para operar en condiciones de mercados totalmente diferentes al mexicano. Aunque cabe añadir, que como cualquier modelo, el de Solow no está absuelto de imperfecciones, así que en orden de alcanzar una mejor explicación del mal que recae sobre la productividad y del cómo se puede impulsar a lograr y sostener un mayor crecimiento,

es que se hablara de otros modelos que sustentan hipótesis opuestas al de Solow. Así como también se explicara cuáles son las imperfecciones del modelo previamente visto y se verán modelos que incluyen otras variables interesantes para lograr el desarrollo económico –No sólo el crecimiento- para así construir un modelo más representativo de la realidad.

Lo anterior puede ser demostrado a partir de la gráfica 5, en la cual se muestra la tendencia y correlación negativa entre las variables PIB per cápita y el crecimiento poblacional, donde a medida que es mayor el crecimiento demográfico menor se muestra el ingreso per cápita, demostrándose la validez del modelo neoclásico en este caso.

1.3 Nuevas teorías del crecimiento

Las nuevas teorías del crecimiento se caracterizan principalmente por el abandono de la posición convencional de rendimientos decrecientes de la acumulación del capital (Op. Cit., 2008), característico de los modelos de crecimiento neoclásicos. Amplían el concepto de capital, para ahora abarcar el capital físico, el capital humano, las ideas y el conocimiento, además de las externalidades positivas.³⁷ Por ejemplo Romer (1986) hace énfasis al conocimiento técnico de Investigación y Desarrollo, y la formación de capital humano en el proceso de educación (Op. Cit., 2008).

La Investigación y Desarrollo (I&D), y la formación de capital humano son dos mecanismos que desarticulan los rendimientos marginales decrecientes del capital, permitiendo que haya un crecimiento constante de los rendimientos marginales del capital con lo cual el crecimiento tiene posibilidades de continuar a través del tiempo. Estos dos mecanismos aplicados en distintos países, con características de crecimiento diferentes proporcionan elementos para explicar por qué crecen de modo distinto.

Con esta base se encuentran diversidad de modelos en este campo de las nuevas teorías del crecimiento entre las que destacan las siguientes:

³⁷ Las ideas y el conocimiento se consideran como externalidades positivas en el sentido de que al descubrir una teoría científica muchos agentes se ven beneficiados sin proponérselo a causa de dicha teoría. Un problema importante que se debe resolver, es lo relativo a la cuantificación de las externalidades positivas del capital humano y de la I&D, aunque no cabe duda que a simple vista es posible darse cuenta de los beneficios de ambos. Por ejemplo basta observar las sociedades con buena educación cívica, que se refleja entre muchas otras cosas en la limpieza de sus calles y la integración de ciudadanos que llevan a una mejor calidad de vida, con instituciones fuertes que propician aún más el desarrollo humano y mantienen la estabilidad social.

1.3.1 Modelo de Romer

Romer considera vital el conocimiento y la relevancia de la I&D como vía para incrementar el stock de conocimiento actual, lo cual llevará al aumento de la producción, lo que se expresa de la siguiente manera:

$$K_i = G(I_i, k_i)$$

Dónde:

k_i =Stock de conocimiento actual

I_i =Monto de Consumo sacrificado en I&D

Que incluido en la función producción:

$$Y = F(k_i, K, X_i)$$

Dónde:

Y =Producción

K = Stock acumulado de conocimiento en la economía como un todo.

X_i = Vector de todas las aportaciones diferentes del conocimiento.

1.3.2 Modelo de Lucas

Este es un modelo de formación de “capital” humano que muestra la decisión que tienen los agentes de gastar, sea para contribuir en la producción actual o en la acumulación de capital humano por ejemplo yendo a estudiar a la universidad.

El modelo es el siguiente:

$$h = vh(1 - u)$$

Dónde:

v = constante positiva

u =Veces de la fracción de tiempo gastado trabajando.

h = Veces que da las aportaciones del trabajo en unidades de eficiencia.

Y la función producción quedará como:

$$Y = AK^\beta (uhN)^{1-\beta} (h^*)^\gamma$$

Dónde:

Y =Producción.

N =Número de trabajadores.

h^* = Parámetro de la externalidad.

El modelo sugiere la importancia de la elección de nuestro tiempo, básicamente entre estudiar o trabajar. Donde $(uhN)^{1-\beta}$ en otros modelos es representado simplemente como L , que representa al trabajo, aquí fragmentado en lo que Lucas interpreta como las variables que modifican al trabajo y a su eficiencia. Incluyendo el valor de las externalidades también, que le da aún más valor al capital humano.³⁸

1.3.3 Modelo de Kurz y Salvadori

Kurz y Salvadori (2008) tomando como referencia los Modelos de Romer y Lucas, llegaron a la conclusión de que la razón por la que los países pobres tienen bajos niveles de ingreso per cápita es la falta de capital humano y conocimiento técnico, y no tanto por su bajo nivel de capital físico respecto de la población o fuerza de trabajo. De ahí que se pueda tener gran cantidad de inversión en capital físico, pero si no se cuenta con el capital humano doméstico bien preparado, entonces se tendrá que importar y, el país, avanzaría muy lento en la generación de sus propios conocimientos, su propia tecnología, es decir dicha nación estará destinada a importar tecnología y técnicos especializados con expectativas poco alentadoras para su crecimiento relativo.

Una primera recomendación de política económica sería la importancia de la inversión en el sistema educativo en infraestructura, que no es exclusiva de Kurz y Salvadori, sino de muchos otros que han hecho propuestas con base a modelos de la nueva teoría del crecimiento.

Por ejemplo Gerchen Kron (1962) popularizó la idea de que es posible que los países experimenten episodios de rápido crecimiento económico conducidos por una rápida adaptación técnica pero que será imprescindible el desarrollo de capital humano que haga posible, en un primer momento, la "adaptación técnica" y, en un segundo momento, la innovación técnica propia siendo el ejemplo clásico el Japón de mediados del siglo XX.

³⁸ El modelo de Lucas y Romer expuestos en los capítulos 1.3.1 y 1.3.2 son revisados en el trabajo de Kurz y Salvadori (2008), y por lo tanto desglosándose las conclusiones económicas de dichos modelos en el capítulo 1.3.3, donde si se desea profundizar en estos temas se sugiere revisar las fuentes originales o el trabajo de Kurz y Salvadori.

Siguiendo a este autor el proceso de industrialización puede impulsarse empezando con una fase de importación tecnológica; luego una fase de emulación de la tecnología foránea; y finalmente, la fase innovadora. Es decir transitar de la emulación tecnología existente hacia la creación de una plataforma adaptable a los requerimientos que el mercado de cada país demanda. Evidentemente que el capital humano es la articulación entre cada fase y lo que permite que se avance en I&D y de sus frutos.

Son por demás obvias las implicaciones que tiene el poseer una fuerte estructura educativa para el desarrollo y crecimiento de cualquier país, pero es plausible destacar el valor de la externalidad positiva de la educación y de la I&D que muchas veces no se consideran por la dificultad de su medición.³⁹

Cuadro 1. Capital humano: Estudio vs Trabajo

El capital humano y el ahorro a nivel familiar puede hallarse la correlación de manera empírica para los casos familiares particulares, dado que una familia puede ahorrar cierta cantidad de dinero durante un cierto tiempo para asegurar que sus hijos asistan a buenas universidades, esto para un país donde la mayoría de las universidades son de carácter privado. No obstante, aun las universidades públicas implican un cierto costo de oportunidad, el del salario que se percibiría de estar laborando en vez de estar estudiando. Entonces tocamos un punto fundamental para incrementar el capital humano en un país, los individuos tienen que tener la certeza que estudiar una carrera universitaria producirá mayores beneficios al concluirla, si existe una gran incertidumbre laboral post-universitaria será difícil incrementar la población activa altamente capacitada encargada de mejorar la productividad y la eficiencia. La mayor cantidad de capital humano tiene que hallar una salida, una aplicación para empezar a generar contribuciones a la productividad, y para eso influyen una gran cantidad de factores, tales como cuestiones relativas con las instituciones políticas, sociales, económicas, etc.

En cuanto a la relación entre capital humano y el crecimiento poblacional se halla una negativa, dado que los individuos analizan las ventajas entre seguirse preparando o el tener una familia, por tanto depende de la valoración que se tenga entre las dos alternativas, entre incrementar el capital humano –asistiendo a la universidad por ejemplo- o el de tener hijos. Estudios por Strulik, Prettner y Prskawetz (2011) confirman este hecho, encontrando que entre mayor sea el nivel de un país en capital humano y en investigación y desarrollo, menor es la tasa de natalidad.

Vemos que ante esto último, se incrementa la productividad por dos hechos: uno directamente dado que al incrementarse el nivel agregado de capital humano se mejora la productividad y la eficiencia del trabajo; y el otro dado que al mejorar el capital humano se reduce la tasa de natalidad, lo que

³⁹ No obstante, no todo se le puede atribuir al capital humano o a la I&D, existen otras variables llamadas también como las fundamentales del crecimiento, donde el énfasis es en el rol de las instituciones políticas y económicas (Alesina and Rodrik, 1994).

provoca que la productividad aumente simplemente porque habrá menos trabajadores productivos, como una cuestión simplemente aritmética, no obstante que los trabajadores ahora serán mucho más efectivos, hablándose más de calidad en vez de cantidad.

El capital humano juega un rol importante dentro de un gran número de modelos endógenos de crecimiento, donde este es la llave del sector de la investigación, del cual se generan los nuevos productos e ideas que subyacen al crecimiento tecnológico. (Paul Romer 1990 en Robert Barro 1991).

Es entonces que ahora surge el capital humano como generador de ideas que anteceden al crecimiento tecnológico, es este el que alimenta el potencial de la Investigación y el Desarrollo, ya que estas requieren de científicos e ingenieros altamente capacitados para la generación de nueva tecnología y su consecutiva aplicación a la sociedad y a la producción.

1.3.4 Modelos Keynesianos

Los modelos keynesianos, consideran que diferentes componentes de demanda efectiva afectan de manera diferente las tasas de crecimiento ⁴⁰ Un Modelo keynesiano se puede plantear de la siguiente manera:

$$Y = Y(r, r^e, i, u)$$

Donde

Y = Función de inversión

r = Tasa de beneficio actual

r^e = Tasa de beneficio esperada

u = Grado de utilización de la capacidad (o capacidad usada)

Estos modelos keynesianos muestran la importancia de la extensión del mercado, la demanda efectiva, el grado de utilización de la capacidad productiva y la inversión en el crecimiento, aunado al papel que los salarios reales juegan con las primeras.

⁴⁰ Ver (Kurz y Salvadori, 2008).

1.3.4.1 Modelo de Kalecki

Kalecki (1971) y Steindl (1952), asumen que las empresas no utilizan su plena capacidad productiva y aplican marks-up para determinar los precios. La acumulación del capital se apoya en las ganancias y la demanda efectiva (a través del nivel de utilización del capital).

Estos argumentos son muy ricos para explicar los factores que afectan a la acumulación del capital, que a su vez es afectada por la tasa de ganancia, es decir, mientras haya una alta tasa de ganancia las empresas tenderán a seguir invirtiendo, tomando en cuenta la situación de la demanda efectiva.

Acorde con Kalecki y Steindl la capacidad productiva utilizada por las empresas dependerá de la demanda efectiva, entonces, la acumulación del capital, el nivel de producción y el nivel de empleo están determinados por el nivel de la demanda efectiva, invalidando la ley de Say en el que la oferta crea su propia demanda, sino más bien es a la inversa, ya que la demanda proporciona los datos acerca de cuanto producir, como producir y para quien producir.

No obstante, hay momentos en los que la oferta crea su propia demanda, como cuando se introduce al mercado un producto nuevo y genera una demanda por el mismo; pero para posteriores incrementos en la producción será necesaria la evaluación de la demanda efectiva sobre dicho producto.

En el análisis de Kalecki, la demanda afecta la acumulación del capital a través de los cambios en el grado de utilización de la capacidad productiva. Además, asume mercados oligopólicos y reclamos conflictivos sobre la distribución del ingreso.⁴¹

El modelo

$$wa_1 + r_k k = 1$$

$$\frac{a_k}{k} = u$$

$$w_\pi = w$$

$$s_c \times r_k \times k = s$$

$$y_0 + y_1 r_k + y_2 u = \frac{1}{k}$$

$$s = i$$

⁴¹ Cuestiones totalmente acordes con la realidad vivida en México, donde unas cuantas empresas son las dominadoras en cada una de las diversas industrias, así como también la evidencia de los continuos decrementos de los salarios reales de los trabajadores, mostrando la tendencia hacia la mayor participación del capital en el ingreso nacional, ya que los precios han estado aumentando en mayor proporción de lo que los salarios nominales lo hacen. Dado entonces, las suposiciones del modelo de Kalecki de problemas en la distribución del ingreso y mercados oligopólicos es aplicable para México

Dónde:

k = Ratio capital/producción

w = Tasa de salario real

r_k = Tasa de beneficios

a_k = Coeficiente del capital de la producción

u = Grado de utilización de la capacidad productiva, donde $u \leq 1$

s = Ratio ahorro/producción

i = Ratio inversión/producción

s_c = Propensión capitalista a ahorrar, $0 < s_c \leq 1$

y_0, y_1, y_2 Son coeficientes.

El modelo se indica que la distribución del ingreso se determina fuera de él, y específicamente son las empresas, a través del mark-up, las que lo fijan, asegurando un beneficio marginal. El modelo rechaza que la asignación de los salarios se realice por medio de su productividad marginal, como dice la teoría neoclásica, sino que son establecidos por medio de un mark-up⁴².

Además, el modelo supone que la utilización de la capacidad productiva es menor a uno, ya que las empresas no operan con plena capacidad para poder hacer frente a futuros incrementos de la demanda.

Kalecki llama la atención sobre la importancia de mirar el nivel de utilización de la capacidad productiva, ya que esta afecta a las decisiones de inversión de forma indirecta y directa. La primera, debido a que afecta los niveles de inversión por medio de la tasa de ganancia, dado que el nivel de utilización de la capacidad productiva define la magnitud de la oferta y por tanto de las ganancias que son una de las principales fuentes para la inversión. La segunda porque la capacidad productiva utilizada refleja el estado de la demanda, al haber una demanda alta los niveles de la capacidad productiva son mayores, y cuando la demanda es baja los niveles utilizados de la capacidad productiva son bajos⁴³. Al haber una alta demanda y por tanto un nivel de la capacidad productiva casi al tope de la plena utilización, incentivará el incremento de la inversión si se piensa que la demanda podría permanecer en dichos niveles o inclusive aumentar. No obstante, si se considera que el incremento de la demanda es pasajero provocará una presión sobre los precios a aumentar.

⁴² Labini (1988) lo corresponde con el margen de ganancia (Sylos Labini, 1988).

⁴³ (Commendatore, D'Acunto, et. Al., 2002),

Otra aportación en el modelo de kalecki es la introducción de la paradoja de los costos, en la que un incremento en los costos, en la forma de salarios más altos, implica mayores ganancias y mayores tasas de crecimiento. Esto último es debido a que los gastos de inversión son más sensibles a la demanda efectiva (reflejado por el grado de utilización de la capacidad productiva), inducidos por cambios en la distribución del ingreso (reflejado por la participación del salario), que por cambios en los costos inducidos por cambios en la tasa de salarios (al tratar de abaratar costos al congelar o aumentar escasamente los salarios de los trabajadores, y así aumentando la participación de las ganancias sobre los salarios).

La paradoja del costo es dado por el valor de su elasticidad:

$$\xi(u, \pi) < -1$$

$$\xi(u, \pi) = \frac{\pi(s_c - y_1)}{-\pi(s_c - y_1) - y_2 a_k} < -1$$

En el que:

ξ = Elasticidad

u = Grado de utilización de la capacidad productiva

π = Participación de las ganancias

Siendo:

$$\pi = r_k k$$

La elasticidad tiene que ser menor que -1, sólo entonces la paradoja del costo tiene valides y el incremento de los costos, a través de una mejora en la participación de los salarios en el ingreso, traerá como consecuencia el incremento del crecimiento económico y el aumento en la tasa de ganancia. Cuando $u = 1$, persiste un desequilibrio entre la oferta y la demanda al no ser las empresas capaces de expandir la producción para acomodarse a futuros aumentos de la demanda, a menos que precios y beneficios marginales aumenten y la participación de los salarios caiga. Con lo cual tenemos una primera aproximación de los beneficios que puede tener una mejora en la participación de los salarios en el ingreso, y que su único resultado no es un incremento de los costes e inflación, sino que puede traer resultados tales como mejora en la tasa de ganancia, al incentivar aumentos en la demanda.

1.3.5 Modelo de Sylos Labini

En su libro "Underdevelopment: A strategy for reform" Labini (2001) plantea una serie de puntos por los cuales la valoración del crecimiento a partir del modelo de Solow o de cualquiera de sus derivados, puede llevar a conclusiones engañosas, ya que dicho modelo está construido sobre un conjunto de supuestos de carácter dudosos, ajenos a la realidad, entre otros.

Por ende. Antes de introducir el modelo de Labini se introducirán las circunstancias por las que el modelo ortodoxo basado en el modelo de Solow conlleva a conclusiones engañosas para explicar el crecimiento, y entonces se concluirá que la mejor manera de avanzar en la ciencia económica dentro de la rama del crecimiento tiene que ser por otras teorías que tomen como ejemplo teórico a Solow, pero que no compartan sus supuestos y que introduzcan nuevas teorías más inclusivas y acordes a la realidad.

A partir de los siguientes apartados se introducirán las críticas al modelo neoclásico de crecimiento fundamentado en el modelo de Solow, arrojando el marco teórico del porque no se utilizó este modelo para explicar la escases del crecimiento económico visto desde el enfoque de la productividad del trabajo.

Partiendo desde la idea que la contribución de Solow abrió puerta a nuevas teorías para complementar las flaquezas del modelo y el camino hacia otros modelos alejados completamente del de Solow, pero que partieron desde el entendimiento, hacia las críticas, y posteriormente a la propuesta de nuevos modelos alejados teóricamente del de Solow. Por esta razón se vio en el primer capítulo una revisión teórica del modelo de Solow, para después partir hacia las críticas de este, tomando en cuenta las bondades del modelo, y consecutivamente hacia la revisión de nuevas teorías que no se sustentan en Solow, pero que si lo reconocen y critican y establecen sus nuevos modelos a partir de la raíz Solowniana.

Quedando establecido esto, se mostraran las críticas, y se tomara como base teórico fundamental el modelo de Sylos Labini, por las razones explicadas en las criticas de Sylos al modelo neoclásico de crecimiento, además que el modelo de Labini toma variables clave en la productividad como el salario real, que de otra manera esta no sería vista como factor positivo para la productividad

1.3.5.1 *Criticas al Modelo de Solow*

Kurz y Salvadori (2008) muestran su rechazo al modelo de Solow principalmente por las siguientes causas:

- Toma como dado el comportamiento del conocimiento tecnológico.
- No hay impacto de las decisiones de ahorro de los agentes sobre la tasa de crecimiento.
- Ofrece poco en materia de recomendaciones de política para el crecimiento a largo plazo.
- Predice la convergencia de niveles de ingreso per cápita en una escala mundial.

Aunque cabe decir que el principal factor de rechazo al modelo de Solow radica en que trata al progreso tecnológico como exógeno, en el cual muchos autores, incluidos Kurz y Salvadori, encuentran como el más grande defecto en la teoría neoclásica del crecimiento. Esto debido a que se deja un importante motor de crecimiento fuera de la ecuación, al menos desde el punto en que no se le permite ver al crecimiento como algo interno en un país, sino sólo como algo dado, no se le otorga la importancia necesaria al progreso tecnológico como generador de crecimiento interno, y de ahí el tratar de explicar cuáles son aquellos factores que afectan el progreso técnico y que configuran el crecimiento económico.

Para introducir la crítica a dicho modelo, desde la perspectiva de Labini, se hará a partir de las incapacidades de explicación de los proceso de crecimiento debido a sus supuestos, en los que se abordan a través de: rendimientos y precios; y, distribución y crecimiento.

- Ineficiencia de la corriente económica dominante para explicar el proceso de desarrollo: ingresos y precios.

Esta teoría dominante –corriente neoclásica, fundamentada en explicar el crecimiento a partir del modelo de Solow-, toma el principio de ingresos decrecientes, el cual fue originado con los análisis de David Ricardo de la distribución del ingreso entre rentas, ganancias y salarios, con la referencia de la agricultura de un país dado y tomando como punto de partida el principio de población de Maltus. Este dice que cuando una cantidad dada de un cierto factor de la producción es combinado con montos crecientes de otro factor, la producción crece, en un primer momento, a una tasa creciente y, después de cierto punto, a una tasa decreciente.

A esto Sraffa (En Labini 2001) indica que no se mantiene y que sólo es referido correctamente a la agricultura y no a empresas individuales. No obstante que Ricardo reconoce que el progreso tecnológico podría contraatacar la tendencia hacia los ingresos decrecientes, pero añadía que en la práctica la tendencia natural predominaría. Sraffa menciona a su vez que debido al progreso tecnológico los ingresos han sido crecientes en todas las actividades, incluyendo la agricultura. Por lo tanto los ingresos decrecientes no aplican ni en empresas individuales ni en otras actividades como la agricultura manufactura, ni en el corto plazo ni en el largo, por tanto los costos marginales son constantes y coinciden con el costo variable.

En lo que respecta a la ley de la oferta y demanda y precios se tiene que es expresada por medio de dos curvas independientes del tiempo, las cuales son estáticas. La demanda es descendiente, siguiendo el comportamiento de la utilidad marginal, y la curva de oferta es creciente, debido a los rendimientos decrecientes. En un mercado competitivo el precio es determinado por la intersección de las dos curvas. En el que tenemos que el vicio característico neoclásico es de explicar variaciones de un fenómeno ocurriendo sobre el transcurso del tiempo mediante la suposición de cambios en las curvas estáticas.

La demanda y oferta deben considerarse como variables cambiantes en el tiempo. En el contexto dinámico el precio es determinado por el principio del mark-up, ya que los mercados se caracterizan por ser no competitivos en la industria manufacturera, debido a que las empresas han evolucionado hacia la concentración y diferenciación de productos, creando oligopolios concentrados con el resultado de la creación de empresas gigantescas, mientras que la agricultura se ha movido hacia oligopolios diferenciados, o más conocidos como la competencia imperfecta. El quiebre del mecanismo de asignación de precios por el medio competitivo se dio por el nuevo mecanismo de salario al final del siglo XIX, condicionado por los modernos sindicatos organizados en los principios de 1890's, siendo esto favorecido por los proceso de concentración de las empresas.

- La ineficiencia de la corriente económica dominante para explicar el proceso de desarrollo: distribución y crecimiento.

Los neoclásicos consideran al capital como una cantidad agregada que puede ser medida independientemente desde la distribución del ingreso y la tasa de interés como su precio. Lo cual es erróneo, ya que la tasa de interés, como dice Schumpeter (Labini, 2001) es el precio de los prestamos necesarios para comprar todos los medios de la producción, durables y no durables. Por lo tanto, se puede decir que el incremento de la tasa de interés trae consigo disminuciones en la demanda de todo tipo de factores de la producción. Mientras que nada se puede decir del cambio de técnicas (intensidad del capital), con respecto a una variación de la tasa de interés, en contradicción con los neoclásicos que afirman existe una relación inversa entre la tasa de interés y la intensidad del capital.

Sraffa en su libro "Production of commodities by means of commodities" (1960) tomó la pregunta de la relación entre tasa de interés e intensidad del capital, en el que durante un largo periodo tomó lugar el "reswitting of techniques", que significaría la falta de una inequívoca relación entre interés y capital.

Los neoclásicos consideran que la sustitución entre capital y trabajo ocurre cuando, dada la tecnología, el ratio interés-salarios varía, mientras que Labini dice que ocurre por un cambio en el ratio salarios-precio de las máquinas, en el que el primero encaja en el nombre de sustitución estática neoclásica, y el último con el nombre de sustitución dinámica del tipo precio salario/máquina.

En lo que respecta a la función de producción, fue desarrollada por Wicksell y redescubierta por Douglas en colaboración con Cobb e originalmente propuesta para explicar la distribución del ingreso basada en la productividad marginal de los factores de la producción. La cual es basada en la sustitución dadas técnicas alternativas para producir un monto dado de producción, donde la elección depende de los precios relativos de dos factores: capital y trabajo. Dicha ecuación Cobb-Douglas (C-D) es como sigue:

$$Y = AL^{\alpha}K^{\beta}$$

En el que:

Y=Producción; A= Constante; L, K: Trabajo, Capital; exponentes (en orden de aparición de izquierda a derecha): aportaciones distributivas del trabajo y el capital.

La C-D está basada en los siguientes supuestos:

- I. Sustitución estática entre trabajo y capital dependen de los cambios en el ratio salario-tasa de interés.
- II. Condiciones de competencia atomística se obtienen en todos los mercados, por lo tanto los precios son parámetros.
- III. Curvas de costos tienen forma de U y todas las empresas están en el punto de costos mínimos, donde por ese momento, están con rendimientos constantes, donde los exponentes de la ecuación suman 1.
- IV. La variedad de bienes de capital son maleables y adaptables a voluntad, por lo tanto el agregado de capital se puede tratar como si fuera un único bien de capital.
- V. Noción de elasticidad marginal de sustitución, basada en la productividad marginal de cada factor y asumida constante, permite usar los exponentes de los factores L, K, para explicar las participaciones distributivas.
- VI. La isocuanta, que expresa la sustitución estática entre trabajo y capital es desplazada a la derecha por el progreso técnico, y es supuesta neutral, por lo tanto no cambia la forma de su curva.

VII. El valor agregado del capital puede ser medido independientemente de sus rendimientos.

Donde los supuestos I y VII son lógicamente inaceptables, y los demás están completamente divorciados de la realidad.

Robert Solow (1956) adoptó la C-D para explicar el crecimiento de la producción y productividad, además de la distribución del ingreso, al introducir un factor multiplicativo relacionado al tiempo y expresando desplazamientos de la función. No obstante si el VII no es válido, tampoco lo es su famoso factor residual al que atribuye el progreso técnico.

La C-D ha sido aceptada como un tipo de dogma en países desarrollados como en desarrollo, a menudo atribuyendo a los exponentes de la ecuación un mayor significado que el original, o a menudo se intenta tomar en consideración el concepto de moda del capital humano, lo cual es engañoso, teniendo efectos negativos en la interpretación del proceso económico.

En lo que respecta a la distribución del ingreso, derivado de Kalecki, quien toma como punto de inicio el principio del mark-up, nos menciona que la participación de los salarios, $\frac{w}{Y}$ esta inversamente correlacionada con los precios de las materias primas. Donde esta correlación expresa un conflicto de interés entre trabajadores industriales y productores de las materias primas, siendo los países industrializados (desarrollados) quienes importan materias primas de los subdesarrollados (o en desarrollo).

Ya que las materias primas y la energía representan una parte importante de los precios de los bienes finales, estos últimos tienden a incrementar debido al incremento de los costos de las materias primas provocando un posterior incremento de los salarios conllevando una espiral de $\Delta \text{precios} \Rightarrow \Delta \text{salarios} \Rightarrow \Delta \text{precios}$. La disminución de la inflación, por lo tanto, son atribuibles a la disminución de los precios de las materias primas y del petróleo (de la energía).

Para algunos países subdesarrollados que han sido capaces de empezar algunas industrias manufactureras y ciertas producciones agrícolas y minerales, han sido capaces de compensar los efectos adversos de las variaciones de los términos de intercambio.

Los países subdesarrollados que no han podido tener éxito en empezar ese tipo de actividades productivas, y que junto con el sector tradicional –donde las personas viven al nivel de subsistencia– tienen un sector moderno con minas y plantaciones, se hallan en una posición de mejorar su condición a una gran escala, pero las compañías que producen esos bienes tienen que ser controlados por nativos, de otra manera muchas de las ventajas o ganancias se irán al extranjero en forma de ingresos exportados.

Labini (2001) nos menciona una importante analogía respecto al sistema económico en el siguiente sentido: “El carro capitalista parara, ciertamente, cuando la gasolina falte, pero también puede parar si la gasolina es excesiva y el motor se estrangula”. Indicándonos que el sistema puede fallar cuando no hay estímulos al crecimiento y se cae en un estancamiento económico o inclusive en uno negativo, pero por otro lado, también puede fallar el sistema cuando hay excesos de incentivos para el crecimiento. Por ejemplo, la gran depresión de 1930 donde el antecedente fue el progresivo desplazamiento de la distribución del ingreso hacia las ganancias. Dejando evidente que el exceso de incentivos al crecimiento culminó en exceso de ganancias desviadas a la especulación.

Otro ejemplo es el caso de Japón en 1993 que afectó a muchos países asiáticos, incluyendo a Indonesia y a los llamados tigres asiáticos⁴⁴, excepto Taiwán que limitó su relación de expansión económica con Japón para evitar conflictos con China. En la que se tuvo condiciones similares: incremento progresivo de las ganancias, especulación en bienes raíces, explosión de la bolsa de valores y de una crisis financiera mayor centrada en el sistema bancario.

Ahora bien, moviéndonos en el ángulo de las teorías de la corriente económica en boga, tenemos trabajos dentro del grupo de las llamadas nuevas teorías del crecimiento, tales como los trabajos por Romer (1987), Lucas (1988) y Rabelo (1991), que abrieron la puerta a nuevos desarrollos. Enfocados a pasar de un enfoque estático al dinámico, y de hacer endógeno las fuerzas que impulsan el crecimiento, hablando en términos de un enfoque “neoclásico modificado”.

Lo cual no ha sido exitoso, ya que las integraciones y anexiones al modelo neoclásico, todas aceptan la función de producción C-D, Por lo tanto, portan con las mismas fallas y errores del modelo original.

No obstante, Labini recalca que para ciertos análisis de corto plazo y para específicos problemas económicos –sin mencionar cuales-, el enfoque neoclásico puede ser adoptado útilmente, pero no para problemas de desarrollo económico, donde se debería volver a los enfoques de los economistas clásicos.

⁴⁴ Conformado por: Hong Kong, Singapur, Corea del Sur y Taiwán

1.3.5.2 El modelo

En este modelo se sostiene que el bajo nivel salarial de la población, impide el crecimiento de la extensión del mercado debido a que la productividad incrementa. Al no crecer la productividad no permite a los empleadores incrementar salarios sin que aumenten sus costos laborales, es decir, los incrementos de los salarios y del poder adquisitivo están en función de la productividad. Veamos:

$$P = v + qv = v(1 + q)$$

$$q = \frac{f + g}{Q}$$

$$v = \iota + \varphi$$

$$\iota = \frac{w}{\psi}$$

Dónde:

P= precios

v= Costo directo

f=Costo fijo

g=Ganancia neta

q= Costo fijo y ganancia neta por unidad

ι= Costo del trabajo

Q= Total de producción

φ= Costo de la materia prima

w= Salario nominal

ψ= Productividad del trabajo

Lo cual indica que el costo del trabajo aumenta cuando $\Delta w > \Delta \psi$, por tanto siempre que la productividad tenga aumentos mayores a los del salario nominal, los incrementos en el salario no incrementaran el costo del trabajo.

Si ϖ = poder adquisitivo,

Entonces:

$$\varpi = \frac{w}{P}$$

Al incrementarse los salarios nominales en mayor medida que los precios, entonces se gesta un incremento en el poder adquisitivo.

Por tanto:

$$\varpi = f(\psi)$$

Por tanto, las condiciones del mercado mejoraran en función de los incrementos del poder adquisitivo –o del salario real-, donde este último está en función de la productividad del trabajo.

Labini (1988) explica que el nivel de precios depende de:

- Condiciones técnicas de producción
- Extensión del mercado
- Elasticidad de la demanda
- Barreras a la entrada⁴⁵

Sylos Labini (Ibíd.) menciona que los traspasos de los costos a los precios son parciales debido principalmente a dos motivos:

- Entre más abierta sea una economía más baja es la transferencia de los costos a los precios.
- Las empresas de los diversos ramos tienen distintos niveles de productividad, lo cual hace que el costo laboral sea diferente.

Entonces no podrá darse un proceso inflacionario debido al incremento de los salarios nominales, y si se presenta un efecto de traslado inverso, será de forma parcial, dado los distintos niveles de productividad entre empresas, además de la competencia con productos importados que obstaculiza el libre traslado de los costos a los precios.

Labini proporciona una hipótesis interesante acerca del salario, y contraria a lo que podría pensar cualquier empresario, diciendo que los incrementos en la productividad son causa y efecto no sólo del aumento en el largo plazo de los salarios respecto a los precios de la maquinaria, sino también respecto a la mayor parte de los precios. Es causa, dado que el incremento de la productividad provoca demandas de incrementos salariales por parte de los sindicatos hacia las empresas. Y es

⁴⁵ Las barreras a la entrada, se incluyen dado que se considera al oligopolio como la principal estructura de mercado dominante en el mundo capitalista incluyendo a México. Esta estructura está caracterizada por (Labini, op. cit.) a.- Existencia de barreras a la entrada, por lo tanto, los beneficios serán mayores al beneficio mínimo.; b.-A corto plazo los precios dependen de los costes y a largo plazo de la demanda, c.-El precio se fijara por arriba del costo medio más un cierto margen de ganancia.

efecto debido a que las empresas intentan compensar el incremento salarial ahorrando trabajo, ya sea en términos absolutos o relativos. Donde el primero hace referencia a la racionalización de los procesos productivos, es decir, utilizar el trabajo y los factores de la producción de una manera más eficiente, mientras que el segundo implica introducir maquinaria para sustituir trabajo por máquina, llevando estas dos últimas a la misma conclusión, incremento de la productividad para compensar el incremento salarial.

Entonces tenemos ahora la clave para el aumento en la productividad desde la perspectiva de los salarios y precios. La hipótesis de que aumentos en el coeficiente salario-precio de la maquinaria provienen de la ecuación de los precios de Labini, la cual es:

$$P = a \left(\frac{w}{\pi} \right)$$

Dónde:

P = Precios

w = Salario nominal

π = Productividad

a = Coeficiente

Por lo tanto:

$$\pi = a \left(\frac{w}{P} \right)$$

Ó:

$$\pi = a \left(\frac{w}{P_{maq}} \right)$$

Dónde:

w/p = salario real

a = coeficiente que mide cuanto varia la productividad por cada variación del salario real.

La productividad por cada variación del salario real también puede medirse dividiendo el salario nominal entre el precio de la maquinaria.

Analizando la ecuación de la productividad:

Si $\Delta \frac{W}{P} > \Delta \pi \Rightarrow$ *Se ahorra trabajo en terminos absolutos*

Lo que significa que los incrementos del salario real por encima de la productividad traerán como consecuencia el incentivo de usar el trabajo de manera más eficiente. No obstante la importancia del incremento de los salarios reales para incrementar la productividad, mucho de eso depende de la transferencia de los costes hacia los precios. Donde en cuanto más fácil sea transferir los aumentos de los costos a los precios, más débil será el incentivo a aumentar la productividad determinada por los aumentos salariales. Con lo cual resultara importante determinar este grado de sensibilidad que tienen los precios con respecto al aumento de los costos.

Por otro lado, la productividad no sólo está en función del salario real, sino que también entran otras variables en la función, tal como:

- La Producción Total
- Inversión

Donde la producción total representa efecto renta a corto plazo, y la inversión es un factor indispensable para el aumento de la capacidad productiva, y por tanto, de la productividad. Donde el nivel de la inversión depende principalmente de la presión de la demanda, de los beneficios corrientes, del tipo de beneficio esperado, disponibilidad y el costo de la financiación externa.

Quedando el modelo de Labini de la siguiente manera:

$$\pi = a + \beta Y_t + \gamma \frac{w}{P_t} + \delta I_{(t-1)} - \varepsilon I_t;$$

tq: t expresa el periodo actual y t - 1 el periodo anterior

En el que $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$, son coeficientes, y:

Y= Producción total

$\frac{w}{P}$ = Salario real

$I_{(t-1)}$ = Inversión a Largo Plazo

I= Inversión a Corto Plazo

La inversión a corto plazo se considera como negativa, debido a que la reciente instalación de maquinaria y equipo, así como expansiones en la planta, traerán en un primer momento estorbos en la producción, dado que afectara las operaciones ordinarias de la empresa hasta que llegue el punto donde las nuevas inversiones estén totalmente adaptadas a la planta. Por ende la resta $\delta I_{(t-n)} - \varepsilon I$ nos indica el efecto neto total de la inversión, que es la suma del efecto positivo de la inversión en el largo plazo más el efecto negativo de la inversión a corto plazo.

Este modelo presentado por Labini será empleado en el último capítulo para explicar el escaso crecimiento en la productividad, y por medio del cual, del crecimiento económico.

1.3.5.3 Modelo de Giulio Guarini

Para dar sustento al modelo de Labini, cabe decir que este ha sido empleado por Giulio Guarini (2009). Guarini emplea dicho modelo para verificar el efecto de la capacidad tecnológica sobre la productividad del trabajo en las regiones de Italia. Para llevar a cabo esto emplea dos modelos: el original de Labini, y una nueva versión modificada del modelo original creado por Guarini.

Se nos menciona que el modelo de Labini de la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo depende de 2 efectos:

- Efecto Smith; representado por la tasa de crecimiento del tamaño de mercado estimulado por la división del trabajo y del learning by doing o del aprendizaje.
- Efecto Ricardo; representado por la tasa de inversión en nueva maquinaria, estimulada por el costo relativo del trabajo –definida como la diferencia entre el salario y el precio de la maquinaria-.

A lo que se le agrega un nuevo efecto:

- Efecto del conocimiento; representado por las variables ligadas a la capacidad tecnológica.

Tal que en esta nueva función la productividad del trabajo es influenciada por innovaciones dinámicas de algunas variables económicas. Donde en particular, el efecto Smith y Ricardo estimulan las innovaciones gracias a la acumulación del conocimiento tácito, que es el conocimiento producido y transmitido por canales informales (aprendizaje, creación y mejoramiento de la productividad por creación del mismo trabajador).

No obstante, nos dice Guarini (ibíd.) nos dice que la función de Sylos Labini se ausente del conocimiento codificado (aquel transmitido por canales formales, tal como el producido en laboratorios y transmitido a través de adquisiciones de licencias). Por lo que se le introducen algunas variables de conocimiento, que son:

- (1) Número de titulados universitarios en Matemáticas, Ciencias y Tecnología por cada 1000 personas (MCT), el cual es un indicador usado por la Unión Europea en la Lisbon 2000, para construir una economía del conocimiento en la Unión Europea a través de mejores sistemas de enseñanza y adiestramiento.
- (2) Tasa de Crecimiento en los recursos humanos en Ciencia y Tecnología (persona empleada en dicho sector o que estudió al menos hasta el tercer nivel).
- (3) Tasa de Crecimiento del empleo en los servicios intensivos de conocimiento.

Siendo el modelo estimado la función de la productividad del trabajo para el sector manufacturero considerando los 3 efectos antes mencionados:

$$prod_{it} = a + \beta y_{it} + \gamma c_{it-4} + \delta_1 l_{it} + \epsilon_{it} + \mu_i + \tau_t$$

$$prod_{it} = a + \beta y_{it} + \gamma c_{it-4} + \delta_2 h_{it} + \epsilon_{it} + \mu_i + \tau_t$$

$$prod_{it} = a + \beta y_{it} + \gamma c_{it-4} + \delta_3 s_{it} + \epsilon_{it} + \mu_i + \tau_t$$

$$prod_{it} = a + \beta y_{it} + \gamma c_{it-4} + \delta_4 s_{it} + \delta_5 l_{it} + \epsilon_{it} + \mu_i + \tau_t$$

Tal que $\delta_1, \dots, \delta_5 > 0$

Dónde:

Letras a, β, γ, δ son parametros

y_{it} := Tasa de crecimiento del producto (tasa de crecimiento del mercado)

c_{it-4} := Tasa de crecimiento del costo laboral reativo con 4 periodos de rezago

h_{it} := Tasa de crecimiento de los recursos humanos en Ciencia y Teconología

s_{it} := Tasa de crecimiento del empleo en servicios intensivos en conocimientos

ϵ_{it} := Variable de ruido blanco

μ_i := Efecto individual que puede ser deterministico o estocastico

τ_t := Efecto de tiempo deterministico

En el que el efecto conocimiento fue estimado para cada variable única y después se consideraron varias variables juntas.

Esto para un periodo de análisis del 2000-2003, obteniendo en su análisis econométrico lo siguiente:

- Resultado econométrico para el modelo original con parámetros significativos y positivos, tanto para el efecto Smith como para el de Ricardo, siendo el primero casi el doble del segundo.
- Las nuevas variables agregadas al modelo tienen coeficientes estadísticamente significativos y positivos, siendo el efecto de conocimiento el tercero en importancia en términos de elasticidad del modelo.

Por lo tanto, Guarini demuestra también, como se hará mas adelante en el modelo econométrico planteado en el capítulo dos, que el modelo es de gran utilidad para inferir el crecimiento económico a partir de las variables que afectan a la productividad del trabajo, quedando definidas estas por las variables independientes del modelo original de Labini. Donde el modelo modificado de Guarini tiene un valor agregado al añadir el conocimiento codificado, incluyendo un estimador tal como el indicador MCT, que bien este no mide la calidad de la enseñanza que sigue siendo un indicador faltante en la mayoría de los modelos que incluyen a la educación para potenciar el capital humano. Siendo, además, significativo dicho modelo y positivo de los parámetros de estas nuevas variables.

En conclusión, el modelo de Sylos Labini no es nuevo utilizándose como método para inferir la productividad del trabajo, teniendo como antecedente a nuestro modelo econométrico con parámetros positivos y significativos, adelantando su utilidad para su aplicación en el caso de México, no obstante tomando la versión original en lugar de la modificada, dado que se buscara en el trabajo la utilización del modelo fuente y no del derivado.

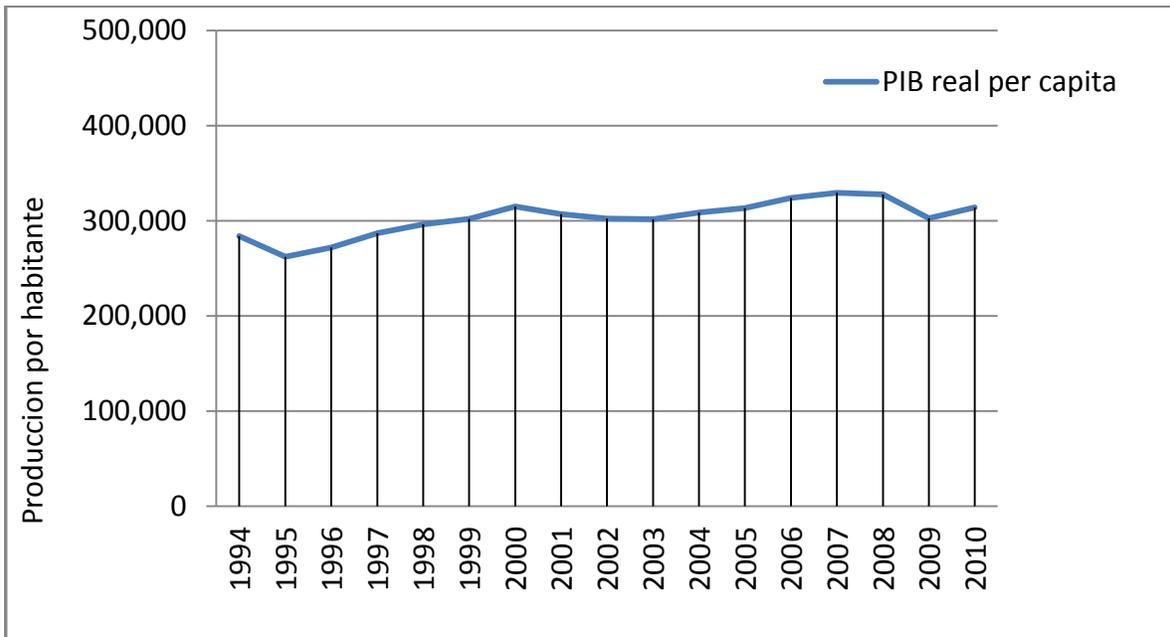
1.4. Caso mexicano: aplicación de las teorías del crecimiento

México es una nación rica en recursos naturales, con una elevada oferta de mano de obra, una economía abierta al comercio exterior y a las inversiones extranjeras, con disciplina fiscal, y en la que se han efectuado numerosas privatizaciones de empresas públicas. No obstante, el crecimiento económico ha sido escaso.

El crecimiento anual en México ha sido de 2.42% (1994-2010), como se muestra en la gráfica siguiente, el PIB real per cápita ha crecido de una manera estable pero con un crecimiento promedio poco significativo, de 0.77% por año⁴⁶, que para una economía del tamaño de la mexicana se esperaría un crecimiento de mayor significancia.

⁴⁶ Dato obtenido por elaboración propia en base al PIB real con datos desestacionalizados, obtenidos del INEGI y del Censo de población y vivienda, donde la población total fue obtenida en base a una estimación matemática a partir de los datos obtenidos en el censo, en la que la fórmula es de tipo logarítmica, y la tasa de crecimiento poblacional obtenida es de 0.01619864.

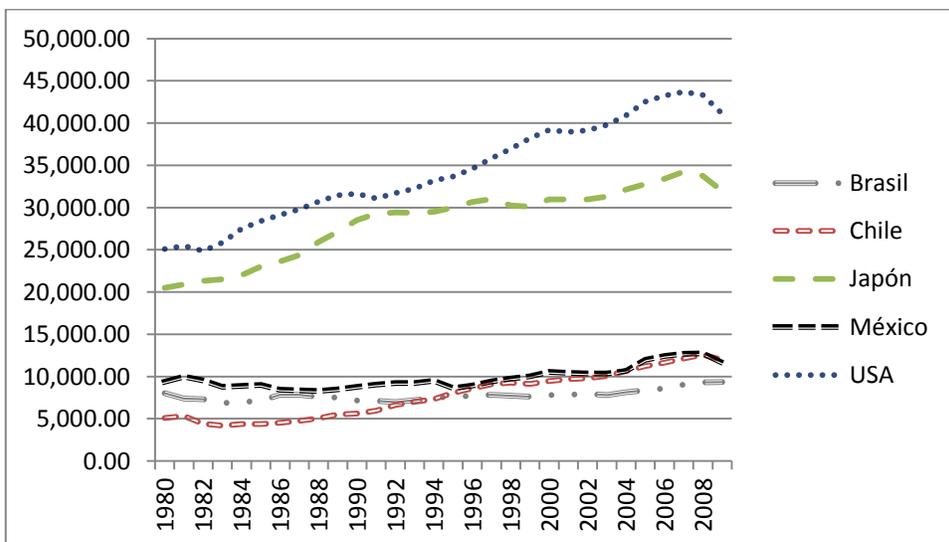
Gráfica 3. PIB real per cápita de México (1994-2010 a pesos del 2003)



Fuente: elaboración propia en base a datos del Banco de Información Económica, INEGI.

En cuanto al incremento en la calidad de vida de las personas tampoco existen números adecuados a las expectativas que sugieren el tamaño de la economía lo cual se muestra esquemáticamente en la siguiente tabla sobre la evolución del nivel de vida en diferentes países, tomando como dato mensurable del nivel de vida a la producción real per cápita, ajustada al PPP y a dólares del 2005.

Gráfica 4. PIB real per cápita en base al PPP (1980-2009 a dólares del 2005)



Fuente: Penn World Tables. Center for International Comparisons of Production, Income and Prices (CIC), University of Pennsylvania.

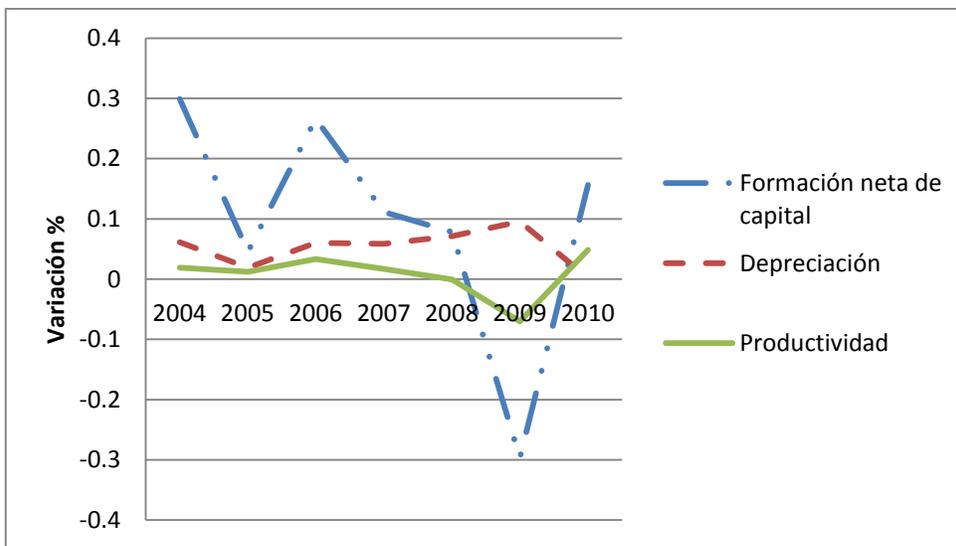
En la gráfica se observa cómo ha ido creciendo el nivel de vida para la mayoría de los países analizados. El incremento en el PIB real per cápita ha variado acorde con las características de cada uno ellos.

De 1980 al 2009 el crecimiento por año más elevado fue el de Chile, con un crecimiento de 2.99%, de ahí sigue: EUA, 1.74%; Japón, 1.54%; México, 0.74%; Brasil, 0.52%.

Efectivamente el crecimiento de la producción per cápita de México ha sido muy pobre, inclusive comparando con otros países en desarrollo, como Chile que presenta tasas superiores de crecimiento en su producción per cápita que México.

Siguiendo México con un crecimiento del 0.74% anual, le llevara a la economía a duplicar su nivel de vida en 94 años⁴⁷. Lo cual si bien es una aproximación, es un indicador fiable.⁴⁸ Por tanto, México verá duplicada su producción per cápita -a partir del año 1980- en el año 2074. Sin lugar a dudas muy pocos mexicanos llegaran a ver dicho nivel de vida duplicado, a menos que las tasa de crecimiento se incrementen, superando el crecimiento anual de 0.74 por ciento.

Gráfica 5. Dinámica de la productividad en base a la inversión y depreciación.



Fuente: elaboración propia en base a datos del Banco de Información Económica, INEGI.

⁴⁷ Obtenido a partir de la regla del 70, la cual dada una tasa constante de crecimiento en la producción real per cápita, determina cuanto tiempo en años le tomara a una economía duplicar su nivel inicial. Poniendo el caso mexicano donde de 1980-2009 ha crecido 0.74%, entonces, le tomara tantos años en duplicar su producción en base a la manera siguiente:

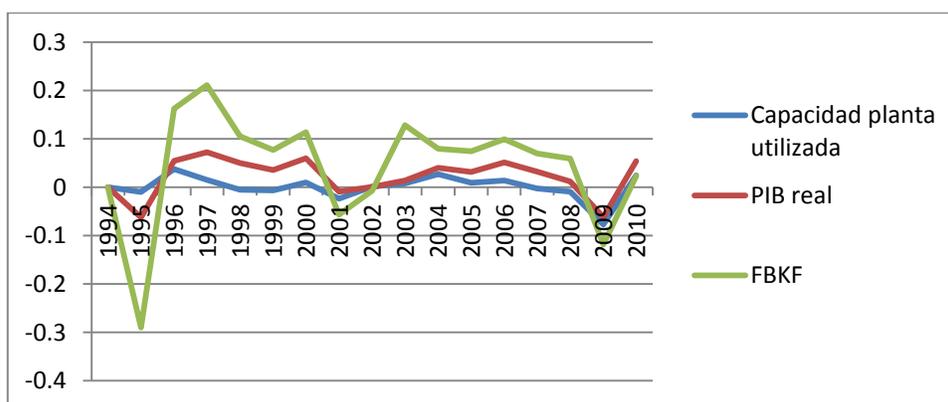
$$\frac{70}{0.74} = 94 \text{ años}$$

⁴⁸ Por ejemplo el caso de Chile, donde de 1980 al 2009 tuvo una tasa de crecimiento anual de 2.99%, donde aplicando la "regla del 70" para dicho país, duplicaría su nivel de vida en aproximadamente 23 años. Donde observando la tabla, Chile duplico su nivel de vida después del 2002, lo cual asevera la regla del 70.

La grafica 5 muestra el crecimiento para el caso mexicano de la productividad para el periodo del 2004-2010. En donde es marcada la relación entre π , la inversión (formación neta de capital) y la depreciación, siendo acorde con el modelo de Solow. Se aprecia que cuando la inversión crece en proporciones mayores a la depreciación la productividad crece positivamente. Aunque el crecimiento de la inversión fue mayor que la depreciación, se muestra durante el periodo 2004-2008 que la inversión ha venido disminuyendo su crecimiento, mientras que la depreciación aumentando, llevando a la productividad a disminuir en el periodo analizado. En el 2009 –periodo en el que un año atrás había entrado una fase de crisis en la economía de Estados Unidos, iniciada en el sector hipotecario y trasladándose a la bolsa- se aprecia una situación donde el crecimiento de la inversión es muy inferior –inclusive negativo- al de la depreciación reflejándose en una disminución abrupta en la productividad, llegando está a un crecimiento negativo de -7.01%. Al que después, en el 2010, la inversión retoma su crecimiento superior al de la depreciación y la productividad le sigue dicho crecimiento. Por otro lado, vemos como incrementos en el crecimiento de la inversión no son proporcionales sobre la productividad, es decir, incrementos en el crecimiento de la inversión traen consigo incrementos en π muchos menores, reflejando que hay más factores que afectan a π .

Para observar la situación existente de la capacidad instalada se construye la gráfica siguiente:

Gráfica 7. Relación de la capacidad instalada, demanda e Inversión



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco de Información Económica, INEGI.*La capacidad de planta utilizada de 1994 al 2008 se obtuvo de la encuesta industrial mensual (CMAP), y del 2009 al 2010 de la encuesta mensual de la industria manufacturera (EMIM).

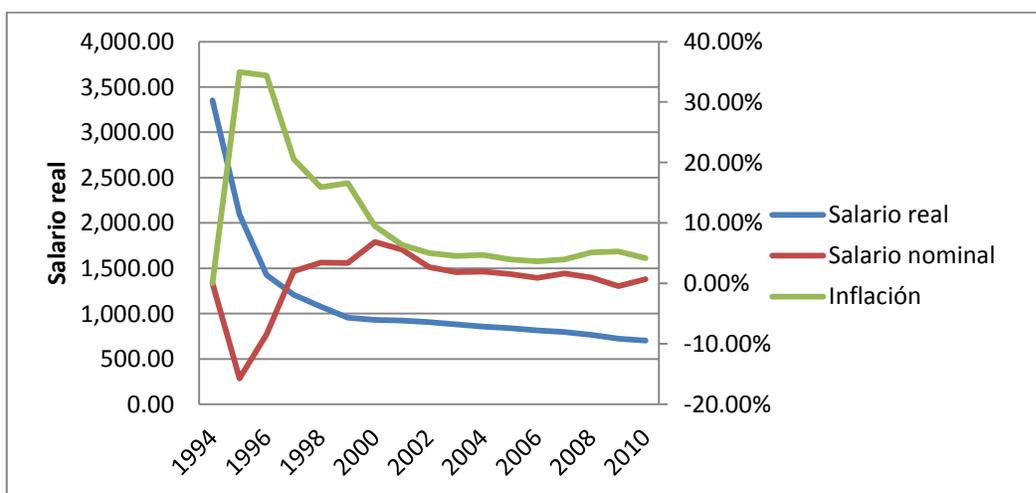
Aplicando los modelos keynesianos del crecimiento, vemos en la gráfica 7 los datos para México, analizando la importancia de la capacidad de planta utilizada y su relación con el PIB y la inversión. Se observa que el porcentaje de la capacidad instalada se mueve acorde a como lo hace la demanda, en este caso medida a través del PIB real (100=2003). Muestra que entre mayor es la demanda, mayor es el porcentaje de la capacidad productiva utilizada. También que la inversión se mueve en el mismo sentido que lo hace la demanda y la capacidad utilizada, es decir, ente mayor sean los aumentos de la demanda, mayor es la capacidad utilizada, y con esto último se aumenta la inversión para evitar presiones futuras por incrementos en la demanda, y así ampliando la capacidad productiva.

Utilizando el modelo de Solow en la parte correspondiente al ahorro en México podemos abstraer un importante dato acerca del crecimiento. Se encuentra que el promedio de la tasa de ahorro es de 16 por cien del periodo 2003-2010⁴⁹, por tanto, la tasa correspondiente al consumo es 84 por cien (100-16), reflejando los bajos niveles de ahorro de la economía mexicana, lo cual muestra un primer lastre al crecimiento de la productividad.

De 1994 al 2010 la producción per cápita, la cual es una proxy de la calidad de vida de la población, se incrementó en promedio 0.73 por ciento anual, lo cual es una cifra poco relevante tomando en cuenta las características de México. Este escaso crecimiento podría deberse en parte a la disminución progresiva del poder adquisitivo de la mayoría trabajadora, si bien existen otras variables determinantes en dicha cifra.

Retomando el párrafo anterior y nuevamente a los keynesianos, en particular el modelo de Labini tenemos que la extensión del mercado es sumamente importante para determinar el nivel de utilización de la capacidad productiva, entonces los factores que determinan la extensión del mercado se convierten en factores de una gran índole para impulsar el desarrollo. Podemos decir que la extensión del mercado se halla determinada por el poder adquisitivo de la población, la cual ha disminuido fuertemente en México, tal como se aprecia en la gráfica 8, así como también la evolución del salario nominal y la inflación.

Gráfica 8. Evolución del poder adquisitivo en México (1994-2010)⁵⁰



⁴⁹ Elaboración propia en base en datos del Banco de Información Económica, INEGI

⁵⁰ Fuente: Datos del salario nominal anual obtenidos de la encuesta industrial mensual (CMAP) para los años 1994-2008, para los años 2009-10 se utilizaron cifras del promedio salarial base de cotización al IMSS, Banco de Información Económica, INEGI. *El salario real está a precios del 2003.

En la gráfica 8 se muestra el desempeño del poder adquisitivo a través del rendimiento mostrado por el salario real, el cual ha disminuido de 1994 al 2010 en 8.79 por ciento anualmente, lo que llega a acumular una pérdida total de 149 por ciento. Una cifra alarmante para la economía mexicana. En el eje primario de las y's (lado derecho), se tienen los datos en pesos, midiendo el salario real; mientras que en el eje secundario de las y's (lado izquierdo) tenemos la variación porcentual del salario nominal y de la inflación. Vemos como la inflación tenía un nivel excesivamente alto de variación en 1995 y 1996, el cual disminuye hasta quedarse en variaciones de 4.5 por ciento del 2002 al 2010, en donde claramente influyó la independencia del Banco de México y su objetivo primordial del control inflacionario.

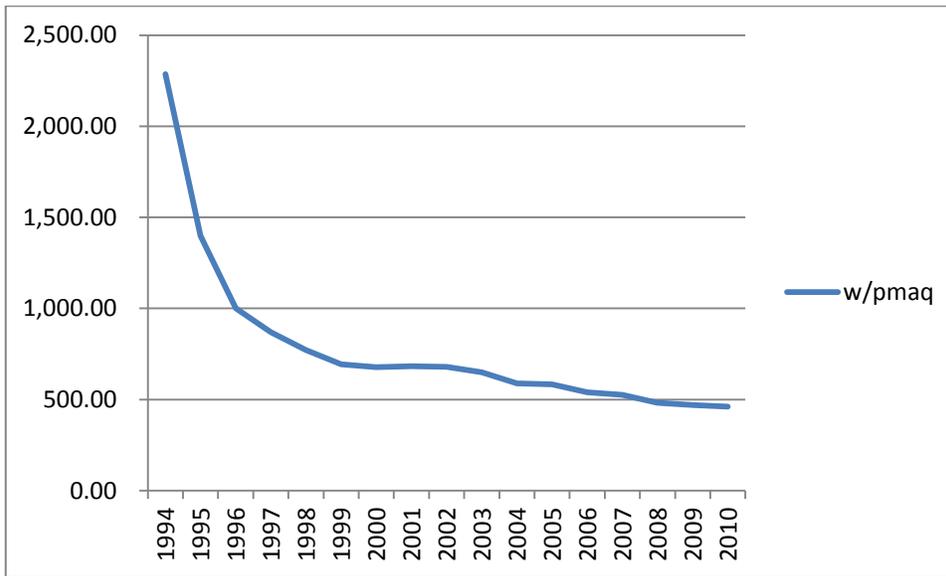
Por otro lado, el salario nominal mejora a partir de 1995 y se estabiliza en variaciones de 1.32 por ciento anual del 2002-10. No obstante, el salario real sigue decreciendo en promedio 3 por ciento anual para el mismo periodo.

Así entonces, se puede aventurar la caída del mercado interno, y propiciando desincentivos a incrementar el nivel de producción, y por ende del incremento de empleos, ya que el mercado no otorga los requisitos necesarios para expandir la oferta. Para mejorar los incentivos que otorga el mercado, y haya una expansión de este, es necesario que el poder adquisitivo aumente, es decir, que el salario nominal aumente más rápidamente de lo que lo hacen los precios. Habiendo entonces una redistribución del ingreso hacia los trabajadores.

Continuando en la línea de Labini tenemos que México ha mostrado una disminución considerable en el valor del coeficiente salario-maquinaria, $\frac{w}{p_{maq}}$ indicando que el precio de la maquinaria ha venido aumentando considerablemente más rápido de lo que lo han hecho los salarios. Para calcular el coeficiente simplemente se divide el salario nominal, base 2003, entre el precio de la maquinaria – en el cual se utilizó como variable proxy al índice nacional de precios al productor, de la misma base.

Esto nos da una muestra de porque la inversión no ha sido del monto que la economía necesitaría para generar los empleos y la producción necesaria para crecer. Desde esta perspectiva vemos que no hay incentivos en la inversión de capital físico, ya que es fácilmente notable la apuesta de la economía nacional por una economía intensiva en mano de obra, debido a que los salarios se deprimen mientras que el precio de la maquinaria se eleva, lo cual se traduce una traba para el incremento de la productividad, arrojando una posible explicación a porque ha crecido escasamente en México la productividad. Para ser un incentivo, sería necesario que el coeficiente se invirtiera, es decir, que el salario se incrementara más que el precio de las maquinas, lo que traería como consecuencia el incentivo para aumentar la productividad al ahorrar trabajo en términos absolutos o relativos, además de la externalidad positiva de la extensión del mercado generada por el aumento salarial.

Gráfica 9. Coeficiente salario-precio maquina (1994-2010)



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco de Información Económica.

Por otro lado, nos muestra el escaso incentivo para las empresas a ampliar su capacidad productiva. Observamos que los datos del coeficiente disminuyen a lo largo del periodo 1994-2010, y donde su principal motivo a no ampliar la capacidad productiva es que los precios de la maquinaria han venido incrementándose mucho más de lo que lo ha hecho el salario nominal. A lo que si no hay incentivos para ahorrar trabajo, entonces se pierde un factor importante para alimentar el crecimiento de la productividad.

De aquí podemos extrapolar medidas de política economía encaminadas a incrementar la productividad, ya que si se quiere hacer esto último entonces deben de darse incentivos a la inversión mediante la mejora del coeficiente salario-precio de la maquinaria. Esto puede hacerse por medio de dos alternativas:

- $\Delta w > \Delta p_{maq}$. Se aumentan los salarios nominales a una tasa mucho mayor que del aumento en los precios de la maquinaria;
- $\Delta w < \Delta p_{maq}$. Se encaminan políticas industriales para la disminución del precio de la maquinaria, hasta que llegue el punto en que el denominador del coeficiente disminuya a una tasa mayor de lo que aumenta el numerador.

Las dos opciones anteriores incentivan el ahorro del trabajo, como se mencionaba anteriormente, de forma ya sea absoluta o relativa, lo que traerá como consecuencia el incremento en la productividad del trabajo.

Una de las cuestiones que debe eliminarse es el de pensar que los incrementos en el poder adquisitivo de los trabajadores conlleven a una inflación. Como ya se vio- además de la paradoja de los costos y lo relativo a la capacidad de planta utilizada-, no hay incentivos de inflación cuando la productividad crece todavía más que el salario nominal.

1.4.1 Otras respuestas a la falta de crecimiento

Hay una infinidad de factores que se podrían tomar en consideración como respuesta a la pregunta del porque México no ha crecido. Entre algunas se encuentran las formuladas por Gordon Hanson (2010), en la que menciona dos factores, uno interno y el otro externo.

Dentro de los factores internos tenemos:

- Pobre funcionamiento de los mercados de crédito.
- Incentivos a la informalidad.
- Distorsión de la oferta de insumos no transables.

Lo cual trae consigo un efecto arrastre sobre la productividad, obstaculizando su crecimiento, y por ende, obstaculizando el crecimiento económico y el del nivel de vida de la población.

En un mercado de crédito distorsionado como el mexicano deteriora el crecimiento de la economía nacional, en el que se caracteriza por otorgar cada vez mayores proporciones de crédito al consumo en vez de a la inversión, dado que del 2000 al 2011 el crédito al sector industrial ha aumentado solamente 19.77%, respecto al total de créditos otorgados al sector privado por la banca comercial, mientras que el crédito al consumo se ha incrementado 493.72%.⁵¹ Por tanto, tenemos que la banca está cumpliendo cada vez menos con su labor de canalizar los recursos en mayor medida hacia el sector productivo para la generación de capital y empleo. En el que muchos autores reclaman como una de las principales causas detrás del bajo crecimiento de la productividad.

Respecto a la informalidad Hanson nos menciona que esta permite a empresas improductivas existir que de otra forma no sería posible en un mercado competitivo formal., dado que estas empresas improductivas perecerían por pobre dirección o tecnología anticuada.

En cuanto a los insumos no transables (servicios, por ejemplo) encontramos que México sobresale por poseer altos costes, tal como altos precios por la electricidad, altos precios por servicios de telecomunicaciones, internet caro con servicios irregulares, escases de mano de obra calificada. Por los dichos costes altos se atribuyen detrimentos en la acumulación del capital e innovación, incrementando los costos de producción relativos a otros países.

⁵¹ Cifras elaboradas en base a datos del Banco de información económica. Ver anexo.

Dentro del factor externo encontramos:

- Exportación de bienes que vende China, en vez de bienes que importe.

A esto se le debe introducir que la economía ha crecido escasamente 1.1% anual en su PIB per cápita de 1985 al 2005, mientras que del 2005 al 2010 la producción per cápita sólo creció 0.034%, todo esto a pesar que desde los 80's México se embarcó en una estrategia para emular la exitosa industrialización del Este de Asia, fundamentada en el rápido crecimiento a través de grandes industrias caracterizadas por una integración vertical en la producción, diferenciación horizontal en la producción, y un crecimiento rápido en las exportaciones. Donde en México si bien las exportaciones han ido creciendo, de 12% del PIB al 28% de 1982 al 2008. No obstante, las industrias que exportan en México los bienes manufacturados no son aquellas como las caracterizadas en el Este Asiático, en particular Corea, que es el modelo que el presidente Salinas de Gortari cito como uno de los mejores modelos para insertar a México en la globalización, sino más bien son las denominadas maquiladoras –export assembly plants-. Del total de exportaciones manufactureras casi la mitad, y sobre el 20% de su valor agregado, son producidos por maquiladoras, que importan los insumos del exterior, particularmente de Estados Unidos, y después lo exportan, siendo de nueva cuenta principalmente los Estados Unidos.

CAPITULO 2. MODELO ECONÓMTRICO DE LA PRODUCTIVIDAD

En este apartado se introducirá un modelo para explicar porque México ha tenido un pobre desempeño en la productividad, que suponemos como la principal causa de que el PIB per cápita, y por lo tanto el nivel de la calidad de vida, hayan crecido escasamente durante un largo periodo de tiempo a pesar de la gran cantidad de reformas introducidas desde los 80's.

En los siguientes apartados se irá estructurando el modelo econométrico en base a la metodología econométrica tradicional (Gujarati y Porter, 2010).

2.1 Planteamiento de la hipótesis

Nuestra hipótesis es que el pobre crecimiento de la economía mexicana es debido al pobre crecimiento de la productividad del trabajo, la cual de 1993 al 2010 ha crecido 1.03% anualmente. Por otro lado, tenemos a la Producción per cápita, que es utilizada como variable proxy para medir el incremento del nivel de vida de la población, la cual ha crecido 0.73% anualmente.

Dado que el incremento de la productividad permite incrementar la producción por habitante, entonces se tiene que incrementar el PIB per cápita, y por consecuente, el nivel de vida de la población.

La relación productividad-producción per cápita está bastante determinada, es observable que el incremento de la productividad del trabajo incrementara la producción, y no sólo la producción en sí, sino la producción por habitante. Ahora, las variables que afectan a la productividad son, por lo tanto, aquellas que afectan indirectamente al nivel de vida de la población.

Para la elaboración del modelo de la productividad se utilizara el modelo de Sylos Labini y además agregando una nueva variable al modelo como complemento del ingreso.

2.2 Especificaciones del Modelo matemático y econométrico

El modelo matemático de Labini es de la siguiente forma:

$$\pi = \beta_1 + \beta_2 Y + \beta_3 W_r + \beta_4 I_{(t-1)} - \beta_5 I \ ;$$

Las variables sin indicación de periodo son actuales, y la t-1 es rezagada un periodo.

Dónde:

π = Productividad del trabajo

Y = PIB

W_r = Salario real

$I_{(-n)}$ = Inversión con periodo de rezago (simbolizando la inv. A largo plazo)

I = Inversión a corto plazo

β 's = Constantes.

Ahora se pasara a la especificación del modelo econométrico, el cual queda de la siguiente manera:

$$\pi = \beta_1 + \beta_2 Y + \beta_3 W_r + \beta_4 I_{(-n)} - \beta_5 I + u$$

Siendo u , el termino de perturbación.

2.3 Obtención de los datos.

Los datos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Datos para la elaboración del modelo de productividad.

Año	Productividad	PIB	Inversión	Inversión(-1)	Salario real
2000	200,214.71	30,077,998,247,266.00	5,414,067,246,342.86	-	932.16
2001	194,324.37	29,800,044,814,337.50	5,109,190,647,729.08	5,414,067,246,342.86	925.60
2002	190,393.03	29,822,666,386,309.60	5,073,643,031,479.14	5,109,190,647,729.08	904.94
2003	188,969.87	30,232,002,787,818.00	5,723,788,102,213.25	5,073,643,031,479.14	881.75
2004	192,601.75	31,449,562,124,800.10	6,178,929,477,192.89	5,723,788,102,213.25	858.69
2005	194,952.33	32,449,908,064,480.90	6,637,728,141,353.54	6,178,929,477,192.89	838.59
2006	201,457.14	34,120,601,151,093.30	7,296,417,937,105.64	6,637,728,141,353.54	816.66
2007	204,871.32	35,226,039,919,823.00	7,803,012,267,924.04	7,296,417,937,105.64	798.67
2008	204,766.99	35,643,529,309,182.80	8,261,773,641,474.86	7,803,012,267,924.04	767.24
2009	190,421.37	33,446,932,787,887.70	7,281,498,588,221.67	8,261,773,641,474.86	725.50
2010	199,678.35	35,258,300,970,254.90	7,449,069,951,599.90	7,281,498,588,221.67	701.52

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco de Información Económica, INEGI.

* Datos a precios del 2003

Sin embargo en el modelo se utiliza el periodo del 2001-2010, debido al dato faltante del 2000 que es el rezago de un periodo, en ese caso de 1999.

2.4 Estimación del modelo econométrico

El modelo econométrico de la productividad queda como sigue:

Stata 1. Regresión. Modelo de productividad en base al modelo de Labini

Source	SS	df	MS	Number of obs	10
Model	320004215	4	80001053.8	F(4,5)	70.08
Residual	5708172.37	5	1141634.47	Prob > F	0.0001
				R-squared	0.9825
Total	325712388	9	36190265.3	Root MSE	1068.5
Pv	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
wr	89.0664	12.48503	7.13	0.001	(56.9726, 121.1602)
y	6.81E-09	8.27E-10	8.23	0	(4.68e-09, 8.94e-09)
i	-5.56E-09	1.79E-09	-3.11	0.027	(-1.02e-08, -9.58e-10)
ir	9.82E-10	9.29E-10	1.06	0.339	(-1.41e-09, 3.37e-09)
cons	-69174.88	25892.5	-2.67	0.044	(-135733.7, -2616.08)

Por lo tanto la función productividad estimada es:

$$\widehat{\pi}_t = -69174.88 + (89.0664)W_r t + (6.81e - 09)Y_t + (9.82e - 10)I_{t-1} - (5.56e - 09)I_t$$

En el que:

pv= productividad del trabajo

wr= salario real

y= PIB

i= Inversión actual

ir= Inversión con un periodo de rezago

Este modelo nos indica que si el salario real se incrementa en un peso, la productividad se incrementara en 89 unidades. Indicando que el salario real ayuda a incrementar la productividad, tal como afirma Labini en su modelo. Ya que el incremento de este incentiva a los empresarios a ahorrar trabajo absoluta o relativamente, llevando esto a incrementos en la productividad.

El ingreso es otra variable positiva para el incremento de la variable independiente, donde por cada peso de incremento en el ingreso la productividad aumenta $6.81e-09$ unidades, esto debido a que el incremento en el ingreso proporciona los medios para incrementar la inversión a través de los recursos propios de los empresarios.

Tal como evoca Labini, la inversión del periodo actual tiene efectos negativos en el periodo t , dado que estorba a la producción hasta que el momento que se adapta totalmente a la producción y comienza a rendir incrementos en la productividad. Vemos que por cada peso que se invierta actualmente se genera una pérdida de $-5.56e-09$ unidades de productividad. Mientras que por cada peso invertido un año anterior genera un incremento de $9.82e-10$.

Cabe recalcar que el modelo expresa que el mayor mecanismo de expansión de la productividad es el salario real, mucho más inclusive que el mismo ingreso. Por tanto da un giro total sobre el tabú acerca del incremento de los salarios, ya que estos no sólo deben incrementar nominalmente, sino realmente, es decir, el salario nominal tiene que aumentar más que la inflación, esto generara que la productividad se levante e impulse el crecimiento económico. Donde la clave para generar un crecimiento económico pivotea entorno a la productividad, podemos decir que el incremento en el salario real es una forma de incrementar el nivel de vida de la sociedad, lo cual suena bastante creíble analizando que con un mayor salario real se puede tener acceso a una mejor calidad de vida. Contrario a lo que los neoclásicos afirman que el salario pagado por encima de su productividad marginal podría causar efectos inflacionarios, o sólo que provocan inflación al incrementar los costos laborales, lo cual se compensa por incrementos en los precios. Entonces, si este efecto de traslado de los costos a los precios fuera menor que uno, los precios aumentarían menos que los salarios, y así habría un incremento de los salarios reales y de la productividad.

El modelo de Labini incluye aspectos antes vistos, relacionados con el capital humano, ya que el incremento de los salarios reales trae un efecto redistributivo hacia el trabajo, conduciendo al incremento de las posibilidades de la población para continuar con sus estudios, sin que el aspecto económico sea una limitante, contribuyendo de esta forma al incremento del capital humano, y por lo tanto de la productividad. Es decir, este modelo incluye implícitamente la distribución del ingreso como un efecto positivo para la mejora de la productividad.

La inversión contribuye a la creación de mayor capital físico, para el incremento de la producción, lo cuales es más que obvio su efecto sobre la productividad del trabajo, sin embargo, se requiere de la mano de obra calificada para operarla, y para crear continuamente nuevo capital físico más adaptable para las condiciones de mercado que enfrentan las empresas mexicanas.

En general el modelo recoge las variables necesarias para explicar porque el bajo crecimiento del nivel de vida de la economía mexicana, tan sólo se requiere observar el deterioro continuo del salario real para apreciar el porqué, lo cual ha llevado a incrementos ínfimos en la productividad, ya que sólo está dependiendo de los incrementos del ingreso y de la inversión, siendo el salario real el mayor mecanismo propulsor.

2.5 Análisis del modelo econométrico

En el modelo tenemos un coeficiente de determinación múltiple, R^2 , de 0.9825, lo cual significa que las variables independientes explican el 98.25% de las variaciones en la productividad, mientras que la R^2 modificada es de 0.9685, lo cual refleja que las variables regresoras en conjunto ayudan a explicar en mayor medida a la regresada.

Por lo tanto podemos decir que el modelo explica en su mayoría a las variaciones de la variable independiente.

Antes de analizar si los estimadores de los parámetros son significativos o no, es necesario comprobar el supuesto de normalidad en los residuos, ya que esto permitirá contribuir a derivar las distribuciones de probabilidad exactas de los estimadores del método de mínimos cuadrados ordinarios, así también como utilizar las pruebas estadísticas, t, F, y χ^2 .

También se comprobara si se cumple con los supuestos del Modelo Clásico de Regresión Lineal del modelo de Gauss.

2.5.1 Supuesto de normalidad

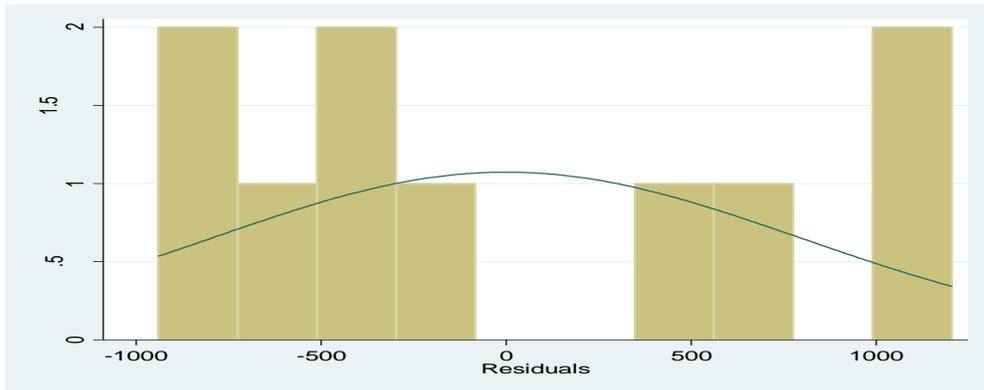
Para comprobar el supuesto de normalidad, y en adelante todos los demás supuestos, se utilizara el paquete estadístico STATA.

Para comprobar la normalidad en la distribución de las perturbaciones aleatorias se probaran 3 pruebas que son: histograma de residuos, grafica de probabilidad normal y la prueba Jarque-Bera.

Histograma de residuos

En este grafico se construye un gráfico de histograma sobre la función de densidad poblacional de una variable aleatoria, en este caso de los residuos del método de mínimos cuadrados ordinarios. Al superponer la curva de distribución en forma de campana sobre el histograma, nos da una idea sobre la pertinencia o no de la aproximación normal.

Gráfica 10. Histograma de residuos del MCO

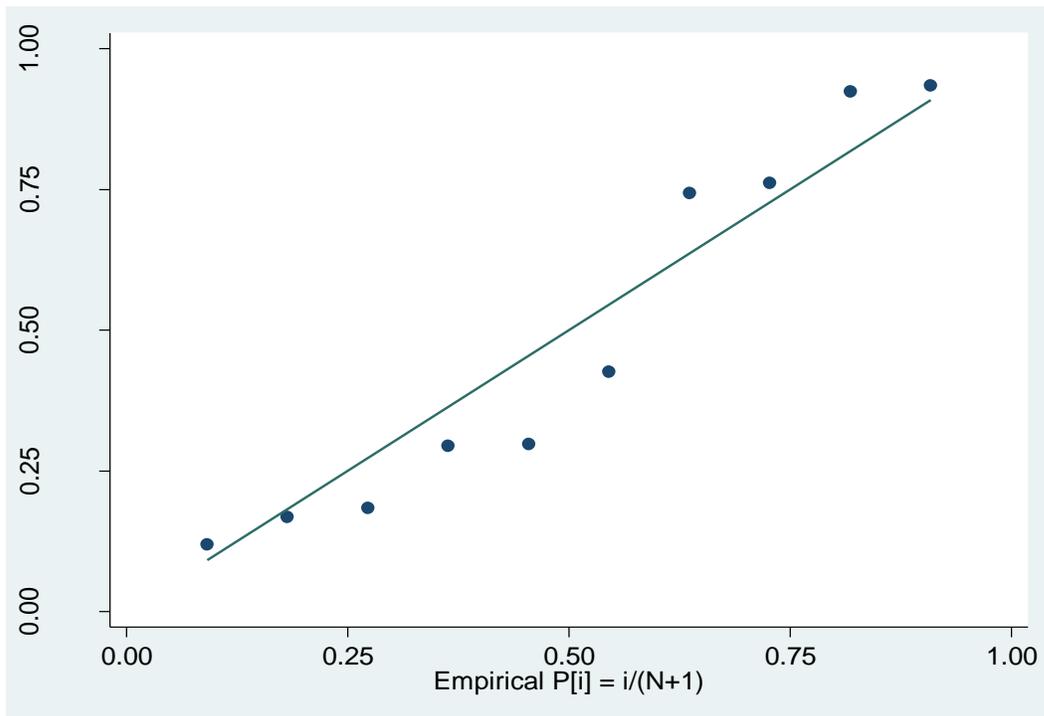


Esta grafica nos indica que los residuos no tienen una distribución normal perfecta, sin embargo vemos por la línea que atraviesa las barras, que representa la distribución de probabilidad, se asemeja a una perfecta

Grafica de probabilidad normal

En este tipo de graficas se grafica los valores de los residuos en el eje horizontal, y en el eje vertical el valor esperado de los residuos si estos estuvieran normalmente distribuidos. Si la gráfica de probabilidad normal resultante es una línea recta se podría concluir que los residuos están normalmente distribuidos.

Gráfica 11. Probabilidad normal de los residuos



La grafica 15 muestra que los residuos no son exactamente una línea recta, pero que se aproximan a la línea recta de los residuos distribuidos normalmente, concluyendo que los residuos no están distribuidos perfectamente como una distribución normal, tal como lo indica la gráfica 14.

Prueba Jarque-Bera

Esta prueba nos indica si una variable esta normalmente distribuida mediante el cálculo de la asimetría y de la kurtosis. Esta constituye una prueba de hipótesis conjunta de que la asimetría es igual a cero y la kurtosis igual a 3, siendo estos las condiciones de una distribución de probabilidad normal, y sólo así la prueba Jarque-Bera será igual a cero. Por lo tanto, entre más cerca este JB de cero, más normalmente distribuida esta.

Para calcular la prueba se requiere tener los datos de asimetría y de Kurtosis, los cuales obtenemos mediante STATA.

Stata 2. Residuals

Percentiles	Smallest	Smallest 2	Parameter	Value
1%	-939.2495	-939.2495	Obs	10
5%	-939.2495	-766.8396	Sum of Wdt.	10
10%	-853.0445	-766.8396	Mean	-4.58E-06
25%	-716.8396	-430.7698	Std. Dev.	7.96E+02
50%	-286.9649		Variance	634241.4
	Large	Large 2	Skewness	0.4022722
75%	564.8823	520.1068	Kurtosis	1.661387
90%	1171.32	564.8823		
95%	1204.387	1138.252		
99%	1204.387	1204.387		

En el cuadro de reiduals anterior nos arroja los resultados de la asimetría (Skewness) y de la Kurtosis. Ahora sólo resta obtener el JB mediante la siguiente fórmula:

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right]$$

Dónde:

n= Numero de observaciones

S= Coeficiente de Asimetría

K= Coeficiente de Kurtosis

Sustituyendo los datos en la formula JB tenemos:

$$JB = 10 \times \left[\frac{(0.4022722)^2}{6} + \frac{(1.661387 - 3)^2}{24} \right]$$

$$JB = 1.01632$$

Teniendo un JB de 1.02, nos indica que los residuos no están distribuidos perfectamente, pero si se aproximan. Para tener una mayor certeza si debemos aceptar el supuesto de normalidad en los residuos, el estadístico JB tiene una distribución ji cuadrada con 2 gl, en el que la hipótesis nula es de normalidad. Por lo tanto, se proba JB contra la ji cuadrada a un nivel de significancia de 5%, dando como resultado:

Si $JB < \chi^2 \therefore$ Se acepta hipótesis nula de normalidad

Siendo:

$$JB = 1.02 < \chi^2_{2gl} = 5.99$$

Entonces aceptamos la hipótesis nula de que los residuos tienen una distribución normal de probabilidad.

Siendo así, se puede proseguir a analizar los datos del modelo, ya que los residuos están normalmente distribuidos, aunque no perfectamente.

2.5.2 Prueba de Hipótesis

Para probar que los coeficientes obtenidos por la regresión según los datos recopilados son los correctos, se utilizara la prueba de hipótesis según el enfoque de la prueba de significancia.

La prueba de significancia es el procedimiento que utiliza los resultados muestrales para verificar la verdad o falsedad de una hipótesis nula. En este caso las hipótesis nula y alternativa serán:

$$H_0 = \beta = 0$$

$$H_a = \beta \neq 0$$

Para este caso se averiguara según el enfoque de la prueba de significancia, con hipótesis nula igual a cero, que los valores de los coeficientes son estadísticamente significativos, y en particular si tienen alguna relación con la variable dependiente –la productividad-. Entonces introduciremos los intervalos de confianza con un nivel de significancia de 5%.

Para determinar el nivel de confianza de la hipótesis nula es igual a cero utilizamos la siguiente fórmula:

$$\beta \pm t_{\alpha/2} * ee(\beta)$$

$$0 \pm 2.571 \times ee(\beta)$$

Así sólo tenemos que sustituir el valor del error estándar de cada coeficiente para construir el intervalo. $t_{\alpha/2} = 2.571$, dado que es su valor en las tablas t a un nivel de significancia de 5%, con 5 grados de libertad, donde el grado de libertad es determinado por el número de coeficientes en el modelo de regresión ($n-k-1=10-5-1=5$).

Por lo tanto, los intervalos de confianza quedan como sigue:

$$6.6570E + 04 \leq \beta_1 \leq -6.6570E + 04$$

$$2.1262E - 09 \leq \beta_2 \leq -2.1262E - 09$$

$$3.2099E + 01 \leq \beta_3 \leq -3.2099E + 01$$

$$2.3885E - 09 \leq \beta_4 \leq -2.3885E - 09$$

$$4.6021E - 09 \leq \beta_5 \leq -4.6021E - 09$$

Ahora para verificar si son los coeficientes estadísticamente significativos tenemos que rechazar $H_0 = 0$. Para rechazar la hipótesis nula, el valor de la beta tiene que hallarse en los valores críticos del intervalo, es decir, hallarse fuera del intervalo. Si el valor de la beta estimada cae dentro del intervalo, entonces aceptamos la hipótesis nula.

Tabla 4. Intervalo de confianza con hipótesis nula de $\beta_1 = \beta_2 = \beta_k = 0$, y un nivel de significancia de 5%

β	Regresora	Valor de	Error estándar	Intervalo superior	Intervalo inferior
1	Constante	-6.9175E+04	2.5893E+04	6.6570E+04	-6.6570E+04
2	Ingreso	6.8100E-09	8.2700E-10	2.1262E-09	-2.1262E-09
3	Salario real	8.9066E+01	1.2485E+01	3.2099E+01	-3.2099E+01
4	Inversión(-1)	9.8200E-10	9.2900E-10	2.3885E-09	-2.3885E-09
5	Inversión	-5.5600E-09	1.7900E-09	4.6021E-09	-4.6021E-09

Dada la tabla 4, tenemos:

$$\beta_1 = -6.9175E + 04 \therefore \text{Fuera del intervalo} \therefore \text{Se rechaza } H_0$$

$\beta_2 = 6.8100E - 09 \therefore$ Fuera del intervalo \therefore Se rechaza H_0

$\beta_3 = 8.9066E + 01 \therefore$ Fuera del intervalo \therefore Se rechaza H_0

$\beta_4 = 9.8200E - 10 \therefore$ Dentro del intervalo \therefore Se acepta H_0

$\beta_5 = -5.5600E - 09 \therefore$ Fuera del intervalo \therefore Se rechaza H_0

Entonces, el modelo tiene al coeficiente de la inversión con un periodo de rezago como estadísticamente no significativa, poniendo en duda la relevancia de dicha variable sobre su relación con la variable dependiente, no obstante que su integración vuelve al modelo más explicativo en cuanto a las variaciones de la variable estimada. Ya que al correr la regresión tan sólo con las variables significativas obtenemos una R^2 ajustada de 82.97%, en comparación con un 96.85% al incluir la variable no significativa, ir. Por lo tanto vuelve al modelo con una mayor capacidad de predicción de la variable regresada.

Siendo así, se incluirán en el modelo las variables resultantes como no significativas, ya que como exponen J. Bradford y Kevin Lang como recomendación para los economistas (en Gujarati y Porter; 2010, pág. 124):

“Es mejor concentrarse en las magnitudes de los coeficientes e informar sobre los niveles de confianza y no sobre las pruebas de significancia. Si todas, o casi todas, las hipótesis nulas son falsas, no es sensato concentrarse en averiguar si una estimación es o no distinguible de su valor predicho con la hipótesis nula. En lugar de esto, deseamos saber que modelos son buenas aproximaciones, para lo cual es necesario conocer los intervalos de los valores de los parámetros excluidos por las estimaciones empíricas.”

Por ende, se incluirán las variables no significativas dado que mejoran la predicción del modelo en su conjunto.

Prueba F

Esta prueba es denominada también como prueba de significancia general de la línea de regresión observada o estimada, la cual determina si la variable regresada está relacionada o no linealmente con todas las variables regresoras a la vez. Esta prueba nos mostrara si en general las variables regresoras del modelo explican a la regresada, aunque en las pruebas t obtuvimos algunas variables como no significativas estadísticamente.

El modelo arroja una F estadística de la siguiente manera:

Stata 3. Estadístico F

F-statistic	70.08
Prob(F-statistic)	0.0001

Considerando un nivel de significancia del modelo de 5% con 2 grados de libertad en el numerador y n-3gl en el denominador-7grados de libertad-, tenemos que el valor crítico de F es de 3.26. Por lo tanto

Dado que $63.24 > 3.26$, entonces rechazamos la hipótesis nula de que la variable regresada no está linealmente relacionada con las regresoras en su conjunto, lo cual convierte al modelo en general como estadísticamente significativo.

2.5.3 Predicción del modelo

Siendo el modelo de la productividad de la siguiente forma:

$$\widehat{\pi}_t = -69174.88 + 89.0664W_r t + 6.81e - 09Y_t + 9.82e - 10I_{t-1} - 5.56e - 09I_t$$

Entonces, dado los datos de la tabla 6 podemos predecir a la productividad, obteniendo los siguientes resultados:⁵²

Tabla 8. Predicción de la productividad con el modelo de Labini

year	pv	pvhat	Tasa de cambio
2001	194,324.40	193,120.00	-0.62%
2002	190,393.00	191,332.30	0.49%
2003	188,969.90	188,405.00	-0.30%
2004	192,601.80	192,750.80	0.08%
2005	194,952.30	195,669.20	0.37%
2006	201,457.10	201,882.00	0.21%
2007	204,871.30	205,638.20	0.37%
2008	204,767.00	203,628.70	-0.56%
2009	190,421.40	190,852.10	0.23%
2010	199,678.30	199,158.20	-0.26%

En la tabla 12 (tenemos del año 2001 al 2012, dado que se pierde un año por la inversión rezagada. Donde pv es la productividad real obtenida con datos del INEGI, y pvhat es la productividad predicha por el modelo. La tasa de cambio la utilizamos para saber que tanto se aleja la productividad estimada de la real.

⁵² Tablas requeridas para este capítulo 2 se encuentran en el anexo 3, titulado Supuestos del método de MCO (mínimos cuadrados ordinarios).

Como ejemplo, en el 2001 la productividad real fue de 194,324.40 unidades, mientras que la pvhat fue de 193,120, por ende, hay una variación de -0.62%, que se calculó de la siguiente forma:

$$TC_{2001} = \left[\left(\frac{193,120}{194,324} \right) - 1 \right] * 100 = -0.62\%$$

Del periodo del 2001 al 2010 la media geometría de las variaciones fue de 0.000741% al tomar los valores negativos también, no obstante, si se toman las variaciones absolutas la media geométrica es de 0.35%, lo cual sigue siendo un valor pequeño de variación con respecto al valor original, diciéndonos que el modelo predice de manera eficiente, lo que es comprobado también por una R² alta de 98.25%.

Concluyendo que en general el modelo predice de manera eficiente a la variable dependiente y que se cumplen los supuestos del MCO (para más detalles de las pruebas ver anexo 3).

Uso del modelo para fines de política económica, se utilizara la versión logarítmica de la ecuación del modelo de Sylos Labini.

Por tanto el modelo econométrico queda como sigue:

$$\log(\pi) = \log(\beta_1) + \beta_2 \log(Y) + \beta_3 \log(W_r) + \beta_4 \log(I_{(-n)}) - \beta_5 \log(I) + u$$

$$\therefore \hat{\pi}_t = -20.52103 + 0.3248136W_{rt} + 1.159865Y_t + .0220999I_{t-1} - 0.2105484I_t$$

Aquí observamos que el ingreso por cada uno por ciento que aumente, aumenta la productividad en más de uno por ciento. Viendo que es el ingreso, y no el salario real el que aporta la mayor fuerza de crecimiento a la productividad. Donde como hemos visto en el capítulo 1 sección 3, el ingreso nacional representa un indicador del crecimiento del tamaño del mercado, así también como es el salario real. Por ende, podemos afirmar que el principal componente de la productividad es el crecimiento del tamaño del mercado, que es afectado por los salarios reales de los agentes económicos, mientras que el ingreso nacional es el valor agregado de todo el ingreso, no obstante que no muestra este último la distribución del ingreso. Es por eso que dado las teorías revisadas, el mejor indicador de la salud del mercado es el salario real, y si esta ha venido en detrimento, como ya hemos revisado, entonces el incremento en el consumo se refugiará en el incremento en la deuda de consumo (créditos al consumo que del 2000 al 2011 en México se ha incrementado su proporción respecto al total de créditos otorgados en un 494% aproximadamente)⁵³.

Seguida por el salario, donde cada unidad porcentual que crezca el salario real incrementara la productividad en 0.32 por ciento. Mientras que por cada incremento porcentual en la inversión con un periodo de rezago incrementara la productividad en 0.02 por ciento, mientras para la inversión

⁵³ Cifra de elaboración propia en base en datos del Banco de Información Económica con precios constantes del 2003. *Nota: tomando sólo como referencia el crédito otorgado por la banca comercial.

actual es de -0.21%, tal como lo predice el modelo de Labini en cuanto al efecto positivo de la inversión con rezago y al efecto negativo de la inversión actual.

En este modelo vemos que la mejor manera para que la productividad crezca es mediante la incentivación del ingreso y de los salarios reales (indicadores clave del tamaño del mercado), ya que son los mayores generadores de incrementos en la productividad. Y como se notó antes, el crédito al consumo crece cada vez más, mientras que el crédito para la inversión productiva ha venido disminuyendo relativamente (Aumento proporcional con respecto del total del 2000 al 2011 del 20%, contra un incremento nominal a precios constantes de 52%), por tanto es el ingreso la mayor fuente de inversión.

CONCLUSIONES

Se han evaluado a lo largo de todo el trabajo diferentes maneras de concebir el crecimiento económico, demostrándose que el incremento de la productividad es un mecanismo muy ligado a esto, y que genera las bases para consolidar dicho crecimiento. Para llegar a la conclusión de que es lo que se necesita para generar crecimiento económico y desarrollo, se han expuesto diversas teorías que proponen sus propias hipótesis, tal como la neoclásica, la keynesiana, etc., y sobre todas ellas se eligió el modelo de Sylos Labini para explicar el crecimiento en función de la productividad. Muchas de las teorías mencionadas coincidían indirectamente en ciertos aspectos, la mayoría sobre la vital importancia del capital humano y de la tecnología, así como algunos otros coincidían en la importancia de la equidad en la distribución del ingreso ligada a la generación de mejor capital humano. El modelo de Labini toma esto en cuenta mediante el salario real, ya que a medida que aumenta proporciona los medios para incrementar el capital humano, al dejar de ser el incentivo económico un impedimento para ello, así como también es un indicador de la distribución del ingreso.

Las teorías revisadas vistas desde el modelo de Solow, pasando por nuevas teorías del crecimiento, algunas tomando como modelo subyacente el de Solow, y otros con nueva metodología teórica pero con raíz también Solowniana. Por eso es importante la revisión teoría de este modelo, por el que se terminó eligiendo el modelo de Labini por su mayor concordancia con la realidad economía al tomar en cuenta al salario real, mientras la teoría neoclásica la ubica a esta como una igualdad entre la productividad marginal del trabajo y salarios reales con una relación inversa de la demanda de trabajo. Por lo tanto la neoclásica nos afirma que es necesario que se disminuya la oferta del trabajo para que se incremente la productividad marginal del trabajo hasta igualar al salario real, estando en función de la demanda de trabajo y de la productividad marginal del trabajo (Robert Barro 1984). No obstante no menciona esta teoría las externalidades positivas provocadas por el salario real, contribuyendo a la acumulación de capital humano, lo que genera incremento en la productividad, no importando que el incremento en el salario real sea mayor que la productividad marginal del trabajo, ya que a largo plazo la mejora en la distribución del ingreso contribuye al incremento de la productividad del trabajo y de la marginal, al tener efectos positivos sobre la expansión del mercado y sobre el capital humano (al permitir que disminuya la deserción en la educación superior por motivos económicos por ejemplo).

Se vio que el tabú de que los incrementos de los salarios reales son falsos, al revisar los resultados arrojados por el análisis econométrico, ya que se obtuvo que los incrementos en el salario real incrementan la productividad, aunque en proporciones menores.

Los resultados del modelo de regresión corroboran las hipótesis del modelo de Labini, en el que el ingreso, el salario real y la inversión repercutirían positivamente sobre la productividad, mientras que la inversión actual tendría efectos negativos sobre esta en un primer momento.

Por lo tanto, se demostró la importancia de la productividad para el crecimiento a través de las teorías revisadas y el modelo demostró ser válido bajo los supuestos de MCO

No obstante que se probó la relevancia estadística del modelo de Labini, eso no significa que las variables contenidas en el sean las únicas que explican el crecimiento de la productividad, ya que como indican otras teorías y corrientes existen otras variables importantes cuya dificultad para cuantificar complica su incorporación a algún modelo de regresión, tal como la calidad de las instituciones, la eficiencia económica de las leyes, la calidad educativa. No obstante que existen variables proxy para su cuantificación aún siguen habiendo una falta de información para incorporarlas a un modelo estadístico.

Cada corriente tiene sus propias ideas sobre los factores fundamentales del crecimiento, y la elección del modelo de Labini tampoco refuta la validez de ninguna otra hipótesis sobre los fundamentales del crecimiento, sin embargo, la elección se fundamentó en que Labini toma en cuenta al salario real como algo vital en el modelo, ya que incentiva la productividad, mientras que el neoclásico favorece la redistribución del ingreso hacia el capital, y es en definitiva lo que se ha apreciado en México desde un largo tiempo con la caída constante del salario real de los trabajadores. Como ya mencionaba Adam Smith la división del trabajo es el determinante del nivel de ingresos de una nación, y la división del trabajo está supeditada a la extensión del mercado, y este último a su vez a la demanda agregada, cuestión que está estrechamente relacionada con la distribución del ingreso entre la población y en general del salario real o del poder adquisitivo que tenga la población en general. Es por eso que el modelo de Labini al incluir el salario real fue tomado como un modelo más completo.

En resumen, se demostró que la productividad es un factor predominante en la diferenciación entre los diversos niveles de ingreso entre las naciones, y que esta depende no sólo de la inversión, sino también del ingreso agregado, así como de la importancia de la distribución del ingreso representada por el salario real, que también representa para Labini un incentivo para ahorrar trabajo e incrementar el capital, como también depende de la inversión con un periodo de rezago en el que se adapta la nueva inversión y empieza a rendir frutos a la productividad. En general el modelo es representativo estadísticamente con la teoría y tiene un buen nivel de predicción, con lo cual aceptamos que el factor por el que la economía mexicana se ha mantenido estancada el nivel de vida es debido al escaso desarrollo de la productividad, ya que dentro de sus factores que alimentan a la productividad el salario real decae año con año, mientras que el ingreso ha tenido un rendimiento positivo pero insuficiente para impulsar el desarrollo de la productividad. Siendo que la inversión en gran medida depende del ingreso y de la demanda agregada, mientras no se incrementen estas no lo hará la inversión en los niveles necesarios para impulsar fuertemente a la productividad.

BIBLIOGRAFIA

- 1) **Alesina A. and P. Rodrik.** "Distributive politics and economic growth," Quarterly Journal of Economics, Vol. 109, No. 2, 465-490, May 1994.
- 2) **Barro, Robert J.** "Economic Growth in a cross section of countries." The Quarterly Journal of Economics, MIT press, Vol. 106, No. 2, pp. 407-443, May 1991.
- 3) **Barro, Robert J.** "Macroeconomics". New York: J. Wiley, 1984.
- 4) **Bértola L., en J. A. Ocampo y J. Ros.** "Institutions and the Historical Roots of Latin American Divergence." Oxford handbook of Latin American Economics, OUP, 2011.
- 5) **Blanchard, Oliver.** "Macroeconomía." Editorial Pearson. 4ª edición. 2006.
- 6) **Chang, Ha-Joon.** "Institutions and Economic Development: Theory, Policy and History." Journal of Institutional Economics, Cambridge University Press, 2010.
- 7) **Commendatore Pasquale, D'Acunto Salvatore, Panico Carlo, Pinto Antonio.** "Keynesian theories of growth." Università di Napoli 'Federico II', Dipartimento di Teoria Economica e Applicazioni, Via Rodinò 22, 80138 Napoli (ITALIA). January 28, 2002.
- 8) **Gerchen Kron, Alexander,** "Economic Backwardness in historical perspective," A Book of Essays. Cambridge: Belknap Press, 1962.
- 9) **Guarini, Giulio.** "Labor productivity and technological capability: An econometric analysis on the Italian regions", chapter 11 in "Geography, Structural Change And Economic Development" by Neri Salvadori, Pasquale Commendatore, Massimo Tamberi. Edited by Neri Salvadori, Professor of Economics, University of Pisa, Italy, Pasquale Commendatore, Associate Professor of Economics, University of Naples 'Federico II', Italy and Massimo Tamberi, Associate Professor of Economics, Polytechnic University of Marche, Italy. April, 2009.
- 10) **Gujarati, Domar N. y Porter, Dawn C.** "Econometría." Editorial Mc Graw Hill, quinta edición, 2010.
- 11) **Hanson, Gordon H.** "Why isn't Mexico rich?" Journal of Economic Literature, American Economic Association, vol. 48(4), pages 987-1004, December. UC San Diego and NBER, NBER Working Paper No. 16470 October 2010.
- 12) **Kalecki, M.** "Theory of economic dynamics. An Essay on cyclical and long-run changes in Capitalist Economy." New York : A. M. Keller, 1969.
- 13) **Keynes, John Maynard.** "Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero." Editorial Fondo de Cultura Económica, capítulo 19: "Modificaciones en los salarios nominales." Cuarta edición, 2003.
- 14) **Kurz, H. y N. Salvadori.** "New growth theory and development economics," en A. Dutt y J. Ros, International Handbook of Development Economics, Edward Elgar, 2008.
- 15) **Labini Sylos, P.** "Las fuerzas del desarrollo y del declive." Capítulo VI, La teoría de los precios en condiciones de oligopolio, Ed. Oikos-tau, España 1988.
- 16) **Labini Sylos, P.** "Underdevelopment: A strategy for reform". Cambridge, University press, 2001.

- 17) **Lavezzi Andrea.** "Smith, Marshall and Young on division of labour and economic growth." *European Journal of the History of Economic Thought*, 2003.
- 18) **Lucas Robert E.** "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics*, University of Chicago, Elsevier Science Publishers B. V. (North Holland). August 1987.
- 19) **Mankiw Gregory, Romer David, Weil David N.** "A contribution to the empiric of economic growth." *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 2. Pp. 407-437. May, 1992.
- 20) **Mankiw, N. Gregory.** *Macroeconomía*. Ed. Antoni Bosch. 6ta edición. 2006.
- 21) **Paul Krugman, Robin Welk y Kathryn Graddy.** "Economics. European edition." New York: Worth, 2006.
- 22) **Pindyck, Robert S. Rubinfeld y Daniel L.** "Microeconomía." Pearson. 5ª edición. 2001.
- 23) **Prettner Klaus, Strulik Holger and Prskawetz Alexia.** "R&D-based Growth in the Post-modern Era." Program of the Global Demography of Aging, Harvard University, Working paper No. 74, August 2011.
- 24) **Romer, Paul.** "Increasing Returns and New Developments in the theory of Growth." In W. Barnett, (ed.), *Equilibrium theory and applications: proceedings of the 6th international symposium, in economic theory and econometrics*, Cambridge University Press, 1991.
- 25) **Romer, Paul.** "The origins of Endogenous Growth." *Journal of Economic Perspectives*, winter 1994, 8:1, 1994.
- 26) **Solow, Robert M.** "Technical Change and the Aggregate Production Function." *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320. Published by: The MIT Press, August 1957.
- 27) **Soskice, David, Carlin Wendy.** "Macroeconomics: Imperfections, institutions and policies." Oxford University Press. 2006.
- 28) **Zermeño López, Felipe.** "Desarrollo económico y nuevo capitalismo financiero". Editorial Plaza y Valdez, primera edición, 2009.

ANEXO 1 TEORIAS ALTERNATIVAS DEL CRECIMIENTO

Entonces, tenemos un mayor espectro de las cuestiones que afectan al desarrollo y crecimiento de un país, las cuales se enumeran a continuación y se trabajara el punto 1 y 2 para así hallar la relación de estas con la productividad del trabajador, y productividad a nivel agregado, con el crecimiento y desarrollo económico, por lo tanto:

- Crecimiento endógeno.
- Capital humano e Investigación y Desarrollo.
- Instituciones.

A1.1 Crecimiento endógeno

Estas teorías se distinguen del crecimiento neoclásico en que enfatizan que el crecimiento económico es un resultado endógeno de un sistema económico, y no el resultado de fuerzas que impulsan desde afuera (Paul Romer, 1994).

En los modelos de crecimiento neoclásicos se dan muchas evidencias acerca del crecimiento como dados, tales como las siguientes (Óp. Cit., 1994):

- Hecho 1) Hay muchas firmas en una economía de mercado. Donde no se hace por tener un modelo donde haya fuerzas que tiendan a la concentración de la producción en pocas manos.
- Hecho 2) Información es no rival. Los descubrimientos difieren de otras aportaciones en el sentido de que mucha gente puede usarlos al mismo tiempo
- Hecho 3) Es posible replicar actividades físicas.
- Hecho 4) Avances tecnológicos surgen de cosas que la gente hace.
- Hecho 5) Muchos individuos y firmas tienen poder de mercado y ganan rentas monopólicas sobre los descubrimientos.

Donde el modelo neoclásico captura los hechos 1, 2 y, pero pospone consideraciones del 4 y 5. Trata a la tecnología como un bien económico puro, lo que lo facilita para acomodar el hecho 2 en un modelo que retiene la competencia perfecta. Lo que implica en el dos es que el conocimiento es no excluible, lo que es inconsistente con el hecho 5

Por otra parte, la teoría endógena del crecimiento trata de dar el seguimiento a los hechos excluidos por los neoclásicos, y acomodar el hecho 4. Para acomodar el hecho 5 se tiene que abandonar la suposición de que las empresas son tomadoras de precios.

No obstante Romer (1994) nos menciona también en lo relativo al modelo neoclásico que puede capturar el hecho 4, dado que el cambio tecnológico viene de la inversión que la gente hace, pero al costo de abandonar el hecho 2, volviéndose la tecnología, y en este caso la inversión, un bien rival.

En este último caso la rivalidad de la tecnología proviene de la rivalidad por la inversión, que a su vez proviene del modelo de los recursos de fondos prestables, habiendo una competencia por adquirir los recursos para la inversión y existiendo la posibilidad de un crowding-out, causando aumentos en el costo del dinero, imposibilitando la adquisición o generación de tecnología por todos aquellos limitados financieramente.

Por otro lado, mientras la teoría neoclásica del crecimiento predice la convergencia en el ingreso per cápita entre las naciones, otras teorías como las de Barro y Sala (Martin 1992 en Paul Romer, 1994) que incluso entre los mismos estados dentro de un país hay variaciones en cuanto su progreso tecnológico, y que la velocidad de convergencia estará determinada por la tasa de difusión de la tecnología. Es decir, ni siquiera dentro de un mismo país hay una convergencia absoluta entre sus estados, donde la clave se haya en la difusión tecnológica, es esta la que permitirá la convergencia en sus niveles de ingreso per cápita. Es entonces donde las patentes evitan la convergencia, ya que posponen la difusión tecnológica durante el tiempo que permanece dicha patente, no obstante se habla que la patente es el estímulo para la investigación y desarrollo de tecnología debido al estímulo en pro de la renta monopólica que se podrá obtener de una nueva tecnología patentada.

Continuando con el crecimiento endógeno mostramos dos modelos básicos de dicha corriente teórica:

- **Modelo básico de crecimiento endógeno (en Mankiw, 2006):**

$$Y = AK$$

En el que:

Y= Producción

A= Productividad marginal de capital

K= Stock de capital

Este modelo no tiene la propiedad de los rendimientos marginales decrecientes del capital, diferencia clave con el modelo de Solow.

En este modelo la acumulación del capital queda determinada de la siguiente forma:

$$\Delta K = sY - \delta K$$

Multiplicando la ecuación anterior por (1/K) tenemos:

$$\frac{\Delta K}{K} = s \frac{Y}{K} - \delta \frac{K}{K}$$

$$\frac{\Delta K}{K} = s \frac{Y}{K} - \delta$$

Siendo $Y=AK$, entonces $A=Y/K$:

$$\frac{\Delta K}{K} = sA - \delta$$

Lo anterior es ya que se ahorra y se invierte una parte proporcional de la renta (sY) menos la depreciación (δK). Dado que $\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta K}{K}$, el crecimiento económico será positivo por tiempo indefinido siempre y cuando se cumpla la condición $sA > \delta$, mostrando que el ahorro y la inversión pueden dar lugar a un crecimiento persistente. En el que la clave de dicho crecimiento se haya en la productividad marginal del capital, Y/K .

En este modelo, cabe recalcar, el stock de capital tiene rendimientos constantes a escala, y se considera dentro del capital a los conocimientos, siendo estos últimos los que poseen rendimientos crecientes. Entonces el catalizador de la productividad marginal se haya en los conocimientos, que pueden generarse internamente en un país y propiciar el crecimiento permanente.

- **Modelo endógeno de crecimiento más completo proveniente de $Y=AK$**

$$Y = F[K, (1 - u)EL]$$

$$\Delta E = g(u)E$$

$$\Delta K = sY - \delta K$$

Siendo:

u = Proporción de la población activa que esta en las universidades.

$1 - u$ = Proporción que esta en las empresas manufactureras.

E = Acervo de conocimientos que determina a su vez la eficiencia del trabajo, EL .

g = Función que expresa como dependen el crecimiento de los conocimientos de la proporción de la población activa que está en las universidades

Aquí también se produce el crecimiento persistente de manera endógena, debido a que la creación de conocimiento por parte de las universidades nunca se desacelera. Entre haya una mayor parte de la población en las universidades habrá una mayor eficiencia del trabajo, claro está que es una inversión a largo plazo que no rinde frutos instantáneamente, bien podríamos decir que rendirá en

cuanto los universitarios se incorporen a la vida laboral después de sus estudios, que en promedio en México son de 4 a 5 años.

Cabe agregar que no afectara a la producción que haya una mayor parte de la población activa estudiando la universidad, dado que es una futura mano de obra que será más eficiente y que contribuirá al incremento de la productividad. Además, dado el exceso de oferta de mano de obra con el que por lo general cuentan los países en desarrollo, como es el caso de México, no hay riesgo alguno de que la producción escasee de fuerza de trabajo.

Por otro lado, las implicaciones del crecimiento económico a largo plazo dependientes de factores endógenos no es reciente, sino que este ya se podía ver en teorías de autores clásicos como Adam Smith, Marshall y Young. Lavezzi (2003) nos dice que Smith explica que el nivel de ingresos depende del grado de división del trabajo alcanzado, donde este incrementa la productividad del trabajo, el cual considera el factor principal que afecta el crecimiento per cápita del ingreso. El otro factor que considera es la proporción de trabajadores productivos a improductivos.

En el que la división del trabajo trae consigo la especialización del mismo, trayendo consigo el incremento del stock de conocimientos –o del incremento del capital humano-. Viendo así que Smith ya comenzaba a hablar sobre el crecimiento endógeno a partir del crecimiento del capital humano.

Ahora bien, Smith consideraba un límite a la división del trabajo, el cual es la extensión del mercado, y con esto tenemos el problema de la demanda agregada, cuestión que se abordara en mayor medida al ver los modelos keynesianos de crecimiento.

A1.2 Capital Humano e Investigación y Desarrollo

Como se ha visto en el apartado anterior el capital humano es fundamental para el crecimiento continuado, y tomado en consideración por los modelos endógenos de crecimiento. En el que el capital humano permitía contrarrestar los rendimientos marginales decrecientes del capital, sentados en los modelos clásicos.

Las teorías que lo incluyen como fundamental para el crecimiento se centran en la forma en que un individuo asigna su tiempo sobre varias actividades, las cuales afectan su productividad en periodos futuros. Esto es, elegir entre trabajar hoy o estudiar, donde el estudio permite trabajar en el futuro con una mayor eficiencia, haciendo mayores aportaciones a la productividad.

Ya en 1986 Paul Romer (Paul Romer, 1991) permitía la posibilidad de que la función de producción agregada pudiera exhibir productividad marginal no decreciente, lo que lo distinguía fundamentalmente de la teoría clásica.

Dicho modelo de Romer es como sigue:

$$Y = K^\varphi k^\nu X^\beta \quad \text{Donde; } \nu + \beta \leq 1, \text{ pero } \varphi + \nu = \alpha \geq 1$$

Dónde:

Y= producción agregada

K= Stock de capital y conocimiento

k= Capital

X= Tierra o Trabajo

Esto debido a que modifica la clásica función agregada, $Y = k^\alpha X^\beta$, agregando el stock de capital y el conocimiento. Esta última variable que agrega al modelo, K^φ , permite que los rendimientos puedan en todo momento ser crecientes, aportando el continuo crecimiento económico.

En este modelo se cuantifica la importancia del conocimiento, donde si bien el capital y el trabajo no aportan lo suficiente para crecer infinitamente en el tiempo, el conocimiento generado y el stock de capital proporcionan el impulso para generar los rendimientos crecientes.

Otro modelo de crecimiento donde el capital humano juega un rol muy importante es el elaborado por Robert Lucas en 1988 (en Paul Romer, 1991). En este modelo es posible el crecimiento constante a través del tiempo, inclusive bajo la existencia de factores fijos de la producción, donde sólo se necesita una tecnología para acumular un bien de capital que no dependa de factores fijos. Tal modelo es como sigue:

$$Y = G(K, H_1, T)$$

En el que:

T= Tierra

H_1 =Porción del capital humano total dedicado a la producción final.

K= Capital

Dónde:

$$\dot{K} = Y - C = G(K, H_1, T) - C$$

$$\dot{H} = \mu(H - H_1)$$

Siendo:

H= Capital Humano Total

El capital es producido a partir del consumo sacrificado, es decir del ahorro, mientras el capital humano crece en proporción del capital humano que es dedicado a la educación.

Vemos que aunque el capital, K, y la tierra, T, sean factores fijos aun así la producción puede crecer sin que la acumulación del capital tome forma, dado que el capital humano será incrementado por la porción del que es dedicado a la educación, lo que incrementara la producción al aumentar su eficiencia y productividad.

Lo importante del modelo de Lucas es que afirma que es posible el crecimiento continuado aun con factores fijos, siempre y cuando los factores fijos no sean los fundamentales para la acumulación, como en este caso el capital humano. Es decir, si aunado a los factores fijos que considera el modelo consideramos también fijo al capital humano, es entonces donde todos los fundamentales para la acumulación son detenidos, y el crecimiento continuado no es posible.

Además, se base en que el crecimiento del capital humano es siempre creciente, y puede crecer sin límites, difiriendo de los años escolares de la fuerza de trabajo o de sus años de experiencia ya que se enfoca en que es algo transmitido de generación en generación, que se suma al stock de conocimientos. En estos dos modelos, sus autores permiten la existencia del conocimiento heredado de generación en generación como un efecto secundario de la inversión en capital físico y en educación escolar.

Habiendo revisado el capital humano, se muestra un abanico más amplio para aplicar la política económica en pro de paliar la divergencia entre las distintas tasas de crecimiento económico entre países, antes que con el modelo de Solow no mostraba de manera directa la importancia del capital humano, o el papel que esta juega para propiciar el crecimiento económico ininterrumpido en el tiempo.

Autores como Gregory Mankiw, Romer y Weil (1992) argumentan que para entender la relación entre ahorro, población, crecimiento e ingreso se debe ir más allá del modelo de Solow, lo cual se ha estado haciendo al incluir modelos endógenos y que consideren los rendimientos crecientes. Estos autores mencionan que es fundamental que se incluya la acumulación del capital humano, tanto como la del capital físico, además, encuentran que la primera esta correlacionada con el ahorro y el crecimiento poblacional.

Ahora falta encontrar la forma de cuantificar el capital humano para así aplicarlo en los modelos que se elaboraran posteriormente. Robert Barro (1991) nos menciona varias formas de cuantificarlo, uno

está en la aproximación que arroja el medir las inscripciones escolares, y otro en el ratio alumno-maestro. No obstante el primero no está fuera de críticas, ya que lo que de verdad importa es lo que se aprende y no la cantidad de alumnos que se hallan estudiando, es decir, se tiene que medir la calidad educativa en conjunto con el número de estudiantes. Por otro lado el segundo método analiza lo que podría ser la eficacia que tendría un profesor al enseñar ya sea a grupos grandes o pequeños, dado que el aprendizaje es más efectivo con grupos pequeños tenemos entonces que entre mayor sea el ratio menor es la calidad educativa, sin embargo cabe aun la cuestión de la calidad de la enseñanza por parte del profesor. Aun dado lo anterior, estos métodos nos proporcionan una aproximación valiosa para la cuantificación del capital humano, tomando en cuenta que tampoco son perfectas y necesitan cuantificar la calidad de la enseñanza.

Una vez introducido el potencial del capital humano y de la investigación y desarrollo, cabe preguntarse por aquellas políticas que los incentivan. Dentro de las que se dice incentivan a la Investigación y Desarrollo están las patentes, las cuales son las encargadas de proveer un monopolio de una aportación –input- no rival por un periodo de tiempo. Donde el propósito es generar ganancias para compensar el costo de haber generado dicha aportación o input (Paul Romer, 1991). No obstante que esto obstaculiza la rápida absorción técnica en pro de alentar la investigación. Entonces es una cuestión de analizar el costo- beneficio del tiempo que se le otorga a una patente para tener uso exclusivo de la idea u invento, y por el otro lado el beneficio de una incorporación más o menos rápida al sector productivo, lo cual es concerniente de las instituciones jurídicas del país. Con lo cual abrimos el paso para comenzar a hablar de la relevancia de las instituciones para el crecimiento económico.

A1.3 Instituciones y desarrollo

Como primer plano resulta necesario establecer la definición de institución, y consecutivamente la relación de esta con el crecimiento y el desarrollo económico.

Una de las definiciones más reconocidas es la de North, que la define como:

“Las reglas del juego en una sociedad o más formalmente, son las limitaciones ideadas por el hombre, que dan forma a la interacción humana. Por consiguiente, estructuran incentivos en el intercambio humano, sea político, social o económico” (North, 93).

Es decir, son el conjunto de reglas que articulan y organizan las interacciones económicas, sociales y políticas entre los individuos y los grupos sociales. Donde estas son construcciones históricas que, a lo largo de su evolución (origen, estabilización y cambio) los individuos erigen expresamente. Es entonces una institución un ente dinámico, que tiene un origen, una consolidación y después cambia, para adaptarse a los cambios que sufre la sociedad, dado que las sociedades no

son estáticas, sino que evolucionan con el tiempo y las instituciones tienen que seguir el paso cambiante de las sociedades.

Las instituciones forman una parte importante en la vida de los individuos pertenecientes a una sociedad, dado que el crecimiento económico y en particular el desarrollo no sólo yacen en la cantidad de ahorro que puede generar una economía, ni en el nivel de capital humano o físico que posea, sino que también necesitan de instituciones fuertes y bien constituidas para impulsar, y aún más importante, sostener el desarrollo.

Tan importante son las instituciones para el progreso de una nación que varios autores, nos dice Bértola (2011), han identificado que el retraso en el largo plazo de América Latina está fundado en las instituciones que fueron creadas después de la conquista española, lo que promovió una alta concentración del poder político y de la riqueza. También nos menciona que después de la independencia de América Latina le siguió un camino similar de crecimiento al del resto del mundo, donde mostró ligeras tasas de crecimiento mayores que antes de la independencia, pero con la misma estructura, es decir, el crecimiento experimentado estuvo basado esencialmente por el crecimiento poblacional, lo que explica el 60% del total del crecimiento.

Es aquí donde podemos apreciar que las instituciones pueden afectar el crecimiento, ya sea de manera positiva, negativa o llevarlo a una situación de estancamiento, lo que Bertola nos afirma que es el caso para América Latina, donde la continuación de las instituciones creadas por los antiguos colonizadores no permitió el rápido crecimiento económico, fuera por aquel creado por el crecimiento poblacional experimentado en las épocas consecutivas a su independencia. Interpretando de lo anterior que una institución tiene que cambiar conforme una sociedad lo hace, no puede mantenerse estática en el tiempo, lo que fue un error para Latinoamérica al hacer el cambio a la independencia y continuar con las viejas estructuras institucionales y no forjando nuevas para adaptarlas a la naciente Latinoamérica independiente.

Dentro de los diversos enfoques económicos que tienen como principal enfoque a las instituciones Bértola (2011) nos habla de dos: por un lado el enfoque neo-institucional, y el marxista por otro lado.

El neo-institucionalismo se reduce a dos distintos tipos de instituciones: una que tiene que ver con los derechos de propiedad en la cual hay dos dimensiones, la política, tal como el logro ya la defensa de los derechos civiles, y la económica, como la defensa de los derechos de propiedad.

El segundo tipo de institución es la encargada de tratar con la inequidad, para evitar que haya una desigual distribución del ingreso que merme la acumulación de conocimiento por parte de la masa de la población, impidiendo el crecimiento económico, es decir, frenando la acumulación de capital humano lo que lleva a obstaculizar el crecimiento.

En cuanto a la integración internacional el neo-institucionalismo concuerda con el modelo neoclásico en que tiene efectos positivos para el desarrollo, sin embargo, la neo-institucionalista menciona que no importa que tan poderosa sea la fuerza de la integración, su contribución al desarrollo dependerá de las instituciones domésticas con las que cuente cada país, ya que la integración puede causar escaso crecimiento aun cuando las condiciones internacionales sean

favorables. Cuestión que aplica perfectamente para el caso mexicano, y para muchas economías latinoamericanas por igual, dado que a pesar de la fuerte integración internacional que empezó a darse desde 1980, se ha crecido de una manera muy escasa, tal como se vio en la gráfica 2, en la que México sólo creció 0.74% de 1980 al 2009, reflejando que la integración proporciono escaso estímulo al crecimiento y al desarrollo, donde las estructuras institucionales mexicanas podrían formar un papel importante en el escaso crecimiento que se tubo a pesar de la fuerte integración experimentada en dicho periodo.

En cuanto al enfoque marxista nos afirma que ve al desarrollo como un despliegue de las fuerzas productivas, las cuales usan las relaciones sociales como un vehículo para el progreso. Después, las mismas relaciones sociales que impulsaron el progreso, lo obstaculizan, en el que es necesario que progresivas fuerzas sociales introduzcan cambios revolucionarios a las relaciones de poder para que así aparezcan nuevas relaciones sociales de poder, y esto libere las fuerzas productivas para que ellas puedan limpiar el camino al progreso.

En este enfoque las economías se desarrollan como el resultado de la interacción entre las fuerzas productivas (familias, técnicas, conocimiento, capital físico, tierra, clima, geografía, etc.) y las relaciones sociales de producción (las relaciones entre diferentes grupos sociales involucrando poder y propiedad de recursos naturales, físicos, conocimiento y trabajo). Además, Marx diferencia, nos dice (Bértola, 2011), entre la estructura y la superestructura.

La estructura está compuesta de las relaciones de producción y las fuerzas productivas, en donde las primeras son en sí arreglos institucionales (relaciones entre individuos y grupos de individuos que tienen diferentes posiciones con respecto a la propiedad de la tierra, capital y trabajo).

Las superestructuras son las instituciones formales que son basadas sobre instituciones informales (preexistentes relaciones de fuerzas, relaciones sociales), y ellas constituyen el aparato legal y su mecanismo que propicia u obliga su cumplimiento, donde el Estado y otras organización juegan ese rol, así también como las ideologías, la religión, la cultura etc.

En este enfoque las superestructuras es lo que se conocen como las instituciones que conforman a una sociedad, pero nos menciona que son las formales ya que hay informales, tales como las relaciones sociales entre los individuos. Son importantes para el desarrollo las superestructuras ya que estas configuran o alteran la manera en que todos los individuos pertenecientes a una sociedad se relacionan unos con otros, ya sea mediante la intervención directa del Estado a través de la imposición de leyes que regulan dichas interacciones entre individuos, o ya sea la religión mediante la espiritualidad y moralidad que le da al individuo para comportarse con su prójimo y distinguir de lo que está bien o lo que está mal. Las costumbres también juegan un rol importante, ya que afectan cualquier tipo de interacción, ya sea político, económico, social, etc. que bien pueden restringir ciertas actividades económicas que no se adapten a las costumbres regionales o nacionales.

Por otro lado, tomando las características del crecimiento económico internacional, entre la segunda guerra mundial y el levantamiento del neoliberalismo al final de la década de los 70's, los países ricos capitalistas introdujeron y fortalecieron una serie de instituciones regulatorias (más

fuertes regulaciones empresariales, restricciones más fuertes sobre las actividades financieras, leyes protegiendo a los trabajadores, impuestos más altos, el Estado de Bienestar, etc.). Siendo esta época, gracias a lo anterior, la “Edad de Oro del Capitalismo” –donde los países que lo implementaron crecieron de tres a cuatro veces más rápido que durante la época del liberalismo clásico (1820-1950), y dos veces más rápido que durante el subsecuente periodo neoliberal (1980-2009)-(Chang, Ha-Joon, 2011).

En Latinoamérica su crecimiento ha disminuido en parte por las enormes presiones externas que han experimentado, las cuales reformaron sus instituciones en la dirección neoliberal desde finales de la década de los 70’s. Estas economías crecieron a un ritmo muy rápido durante el periodo de 1960-1970, cuando estaban caracterizadas por la falta de instituciones liberalizadas. Aunado a que cuando se considera que esas reformas institucionales fueron precedidas y acompañadas por buenas políticas de liberalización y aperturas, resulta difícil evadir la conclusión de que las reformas neoliberales pueden no ayudar al crecimiento (Óp. Cit.).

Chang (2011) nos menciona también la dificultad de medir la calidad de una institución, donde la mayoría de los índices existentes son basados en juicios cualitativos. Destacan por otro lado la inconveniencia de que los índices son elaborados en su mayoría por organizaciones que tienen tendencias hacia políticas de libre mercado y hacia instituciones anglo-americanas (ejemplo: el Banco Mundial, The Heritage Foundation, El Foro Económico Mundial, proveedores de información comercial, etc.), donde dadas sus inclinaciones, ellos no tratan de identificar y medir las instituciones que pueden ayudar al crecimiento que no encajen en la narrativa liberal –como el Estado de Bienestar-. En el cual los mayores puntajes de los índices serán para aquellas instituciones que sean más liberalizadas, con puntajes más altos que los que en la realidad se merecería, donde la lógica radica en que si un país lo está haciendo bien económicamente, por definición, debe tener instituciones liberalizadas.

Se empata la relación entre la diferencia entre países, ya que no todos los países pueden tener las mismas instituciones, es decir, que un país crezca de manera sostenida no significa que otros países deban copiar sus estructuras institucionales, ya que hay una infinidad de factores que hacen que las instituciones que funcionan para cierto país no funcionen para otros. Además menciona como ejemplo a una institución de vital importancia monetaria y financiera como lo es el Banco Central de cualquier país. Nos menciona que un Banco Central independiente puede ser bueno para países que se especializan en finanzas, tanto que se aseguraría que los intereses de las finanzas fueran puestos antes que otros sectores de la economía (ejemplo: una moneda fuerte, fuerte actitud contra la inflación, enfoque indulgente hacia la regulación financiera). En contraste un independiente Banco Central puede no ser bueno para países en desarrollo –como México-, ya que se necesitan de agresivas inversiones y por lo tanto un mayor enfoque relajado a la inflación, por un lado, y por otro una más dura regulación financiera, dado que sus mercados financieros son pequeños y pueden ser más fácilmente manipulados. Tomando como referencia lo anterior, a México le convendría una institución como el Banco Central que no fuera independiente y enfocado a impulsar el crecimiento de la inversión dado la amplitud del mercado financiero mexicano.

Cabe añadir que otro factor que imposibilita la efectiva medición de las instituciones de un país es que hay una gran cantidad de instituciones que afectan la vida de los individuos, y por tanto no sería complicado medir cada una de las instituciones según sus características y sus contribuciones al crecimiento, y luego simplemente hacer un promedio de los resultados, si es que esto último sería factible.

Una forma que aventuro en este trabajo de hacer eso es medir, de alguna manera, la contribución que hacen las instituciones para el crecimiento económico, como se involucran en el proceso del incremento de la productividad de las personas, ya sea mediante mejorar su calidad de vida, su estado mental o físico o espiritual o económico-financiero. Otra forma de medir la calidad de las instituciones sería la medición de la corrupción en ellas, ya que esta hace que se desvíen recursos y los objetivos de las mismas instituciones, además que demuestra que no se cumplen las reglas y normas que conforman las instituciones.

Un ejemplo de lo que la corrupción puede ocasionar al desarrollo es la investigación presentada por Ferraz, Finan y Moreira (2010), donde demuestran que la alta corrupción en el Gobierno afectaba a la generación del capital humano, o a la habilidad para aprender como lo mencionan los autores. Esto debido a que la corrupción en el sistema educativo hacía que los fondos del gobierno destinado en educación no fueran utilizados para sus propósitos, ocasionando:

- Afectación a la motivación de enseñar debido al retraso o falta de pagos de los salarios de los maestros.
- Afectación de la calidad de la educación al ser desviados recursos dirigidos para infraestructura y suministros, afectando la habilidad del profesor para enseñar.
- Afectación en la provisión de lonches escolares, lo cual hace que aumente el abandono escolar en caso de familias pobres cuyos hijos no reciben suficientes calorías.
- Mayor abandono escolar por parte de los alumnos en las escuelas cuyos niveles de corrupción eran relativamente más altos.

Con lo cual quedando sentado este antecedente sería necesario medir el nivel de corrupción que hay en México en su sistema educativo, desde la secretaria de educación pública –SEP-, hasta el sindicato y los encargados de la entrega de los fondos federales a las escuelas públicas, así también como revisar si efectivamente se están cumpliendo con los propósitos primeros de dichos fondos. Todo esto para poder cuantificar el daño que la corrupción hace en México a la acumulación de capital humano y de ahí sus afectaciones sobre la productividad e impidiendo el crecimiento y desarrollo económico.

Pasando a otro tema y como ya se ha mencionado anteriormente, las instituciones nacen, se consolidan y cambian, lo último como un proceso de adaptación a la sociedad en continuo cambio y crecimiento, es por eso que un país que no cambia sus instituciones con el tiempo acorde a la evolución de su sociedad está condenada a que estas obstaculicen el desarrollo económico y no

sólo el crecimiento. Otra cuestión importante es que si la modificación de las instituciones se hace en concordancia con las características cambiantes de la sociedad en donde radican las instituciones o si sólo se importan modelos de instituciones de países extranjeros, lo cual podría generar efectos totalmente opuestos a los que generaron en sus países natales. Chang (2010) hace referencia a este tema, dado que la liberalización de las instituciones traída por las políticas neoliberales no tuvo el resultado esperado por las economías latinoamericanas. Nos dice que Latinoamérica tiene dos opciones, dado el fracaso neoliberal: diseñar políticas que encajen en las características de las propias instituciones; o cambiar las instituciones y continuar con las políticas neoliberales. Es decir, adaptar políticas que se adapten a las instituciones o instituciones que se adapten a las políticas –neoliberales-. Donde lamentablemente fue elegida la última opción, en la línea de lo que Chang llama las instituciones GSI (Global Standard Institutions). Esta lógica bajo la suposición que el cambio de instituciones no GSI a instituciones GSI puede llevarse fácilmente, sin embargo en la vida real es muy difícil llevar a cabo dicho cambio. Donde podría resultar excesivamente costoso cambiar instituciones enteras para adaptarlas a las políticas neoliberales, dado entonces, resultaría mucho más flexible y económico hacer el cambio a la inversa, cambiar las políticas para adaptarlas a las instituciones, lo cual resultaría efectivo con un simple análisis costo-beneficio.

No obstante lo anterior, también es importante el cambio de las instituciones, pero sería incorrecto hacerlo en una dirección que no corresponde con las características sociales y a la propia estructura económica. Por ende, el vil traslado hacia las instituciones GSI podría resultar en resultados adversos aunque haya tenido resultados benéficos para ciertos países desarrollados.

Moviendo el tema de las instituciones hacia las leyes que rigen un país, que son de tipo formal y generalmente aceptadas por la mayoría de la población, reforzadas y obligadas a su cumplimiento por parte de la fuerza del Estado, cabe mencionar que afectan de manera directa las relaciones entre los diversos agentes económicos. Se debe tener en cuenta que tan equitativas son las leyes, que tan presente esta su carácter regulatorio para evitar el abuso de los que menos tienen por los que más tienen.

ANEXO 2. SUPUESTOS DEL MÉTODO DE MCO

En este apartado se comprobarán que el modelo se rija bajo los supuestos del modelo clásico de regresión línea (MCRL), algunos de los cuales ya hemos demostrado en apartados posteriores. Los supuestos del MCRL son los siguientes:

- Supuesto 1. Modelo de regresión lineal: el modelo de regresión es lineal en los parámetros aunque puede o no ser lineal en las variables.
- Supuesto 2. Valores de X independientes del término error: los valores que tome la regresora X pueden considerarse fijos en muestras repetidas, o haber sido muestreados junto con la variable dependiente Y. el segundo caso corresponde a que la variable X y el término error son independientes.
- Supuesto 3. El valor medio de la perturbación u_i es igual a cero: Dado el valor de la x_i , la media o el valor esperado del término de perturbación aleatoria u_i es cero.
- Supuesto 4. Homoscedasticidad o varianza constante de u_i : La varianza del término de error, o de perturbación, es la misma sin importar el valor de X.
- Supuesto 5. No hay autocorrelación entre las perturbaciones: Dados los valores cualesquiera de $X, X_i, X_j (i \neq j)$, la correlación entre dos u_i y u_j cualesquiera ($i \neq j$) es cero.
- Supuesto 6. El número de observaciones n debe ser mayor que el número de parámetros por estimar.
- Supuesto 7. Naturaleza de las variables X: No todos los valores de X en una muestra determinada deben ser iguales.
- Supuesto 8. No hay colinealidad exacta entre las variables X.
- Supuesto 9. El modelo está correctamente especificado, por lo que no hay sesgo de especificación.
- Supuesto 10. El término de perturbación aleatoria está normalmente distribuido (supuesto que ya ha sido contemplado anteriormente y que se dio como válido en el modelo).

En los siguientes apartados se analizarán cada uno de los siguientes supuestos del modelo.

A2.1 Primer supuesto

Este nos habla sobre que debe haber linealidad en los parámetros, para eso la ecuación econométrica cumple con la linealidad del supuesto, siendo el modelo:

$$\pi = \beta_1 + \beta_2 Y + \beta_3 W_r + \beta_4 I_{(-n)} - \beta_5 I + u$$

Apreciamos que cada una de las betas es lineal, por lo tanto el primer supuesto para el modelo de productividad se cumple.

A2.2 Segundo supuesto

Este supuesto de que se considera a las variables regresoras como no estocásticas se toma como dado. Ya que el análisis de regresión se basa en dicho supuesto, además de que las ciencias sociales dependen con mayor frecuencia de datos secundarios, a diferencia de las ciencias exactas. Por consiguiente, la estrategia es suponer que las variables regresoras están dadas aunque las variables mismas sean intrínsecamente estocásticas o aleatorias (Gujarati y Porter; 2010, pág. 316). Por lo tanto, este supuesto se tomara como válido para el modelo.

A2.3 Tercer supuesto

Este supuesto establece que el valor medio de las perturbaciones u_i es igual a cero. Para demostrar esto necesitamos saber la media de las perturbaciones aleatorias, el cual se obtendrá a partir de los datos de los residuos utilizando el programa STATA, arrojando los siguientes resultados:

Stata 4. Residual Estimation

-	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]
Resid	-4.58e-06	251.8415	(-569.705, 569.705)
		Number of obs	10

Vemos que la media de los residuos es igual a -0.00000458, por lo tanto podemos concluir que el tercer supuesto se cumple.

A2.4 Cuarto supuesto

Este supuesto predica que las perturbaciones estocásticas que aparecen en la función de regresión poblacional son homoscedásticas, es decir, que tienen la misma varianza. Es necesario demostrar que se cumple el supuesto de Homoscedasticidad ya que así es posible dar validez a las pruebas tanto de t, como de F. Esto debido a que con Heterocedasticidad las varianzas no son constantes a medida que la variable dependiente crece, y dado la creciente varianza los intervalos de confianza de los coeficientes pueden ser muy grandes, mostrando una beta como no significativa cuando

podría ser lo contrario. En general, la Heterocedasticidad propicia que las pruebas t y F den resultados imprecisos.

Para mostrar la existencia, o no, de Heterocedasticidad se utilizaran dos pruebas: la prueba Breusch-Pagan / Cook-Weisberg, y la prueba general de White.

- *Prueba Breusch-Pagan / Cook-Weisberg*

Este test prueba la hipótesis nula de que los errores de las varianzas son todas iguales contra la hipótesis alternativa de que son una función multiplicativa de una o más variables.

El resultado en STATA para el test es:

Stata 5. Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Data	Outcome
Ho	Constant variance
Variables	Fitted values of pv
Chi2(1)	0.08
Prob > chi2	0.7733

En esta prueba el tener una χ^2 -chi2- grande, indica muestras de Heterocedasticidad, siendo que la χ^2 es muy cercana a cero, podemos decir que hay Homoscedasticidad. También observando la probabilidad y contrastándola con un nivel de significancia de 5%, aceptamos la hipótesis nula de igualdad en las varianzas, ya que 0.7733 está en la zona de aceptación al ser mayor que la región crítica de 0.05.

Prueba general de White⁵⁴

Esta prueba también sirve para medir la Heteroscedasticidad en el modelo, y además, no se basa en el supuesto de normalidad, no obstante la normalidad no representa ningún problema dado que hemos avalado dicho supuesto para el modelo. Siendo la prueba como sigue:

⁵⁴ Procedimiento para obtener la prueba general de White en STATA se halla en el siguiente link: <http://www3.nd.edu/~rwilliam/stats2/l25.pdf>

Stata 6. hite's test for Ho: homoskedasticity

Against Ha: unrestricted heteroskedasticity			
chi2(9) = 10.00			
Prob > chi2 = 0.3505			
Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test			
Source:	chi2	df	p
Heteroskedasticity	10	9	0.3505
Skewness	2.31	4	0.6785
Kurtosis	1.86	1	0.1721
Total	14.18	14	0.4366

Para aceptar la hipótesis nula de que hay Homoscedasticidad la χ^2 de White, debe ser menor que aquella en tablas con 9 gl y al nivel de significancia de 5%.

Siendo $\chi^2 = 10 < \chi^2_{9\text{gl}}(5\%) = 16.9190$, aceptamos la hipótesis nula de Homoscedasticidad, validando el supuesto cuatro para el modelo.

A2.5 Quinto supuesto

En este supuesto se busca que no haya correlación serial, o autocorrelación, entre las perturbaciones del modelo. Es decir, el modelo clásico supone que el término de perturbación relacionado con una observación cualquiera no recibe influencia del término de perturbación relacionado con una cualquier otra observación.

El término de autocorrelación significa la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo (para datos de series de tiempo, tal como lo es el modelo de la productividad), o en el espacio (como con datos de corte transversal). Al igual que con la Heteroscedasticidad, en la presencia de autocorrelación las betas obtenidas por el MCO dejan de ser los mejores estimadores lineales insesgados, e invalidando las pruebas t, F y χ^2 .

Para evaluar la presencia de autocorrelación del modelo se utilizara la prueba d de Durbin-Watson (D-W), y la prueba Breusch-Godfrey LM (BG).

La D-W queda de la siguiente forma:

Durbin-Watson d-statistic(5, 10) = 2.608049

Este test prueba la hipótesis nula de que no hay autocorrelación contra la hipótesis alternativa de que la hay. En orden de demostrar la evidencia de autocorrelación se tiene que contrastar lo obtenido por la d-estadística por la siguiente tabla de decisión (Gujarati y Porter; 2010, pág.436):

Tabla 5. Prueba d de Durbin-Watson: reglas de decisión.

Hipótesis nula	Decisión	Si
No hay autocorrelación positiva	Rechazar	$0 < d < d_L$
No hay autocorrelación negativa	Sin decisión	$d_L \leq d \leq d_U$
No hay correlación negativa	Rechazar	$4 - d_L < d < 4$
No hay correlación positiva	Sin decisión	$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$
No hay autocorrelación, positiva o negativa	No rechazar	$d_U < d < 4 - d_U$

Donde con un nivel de significancia de 5% y un número de observaciones de 10, con 4 variables regresadas k, tenemos los siguientes datos:

$$d_L = \text{Limite inferior} = 0.243$$

$$d_U = \text{Limite superior} = 2.822$$

$$4 - d_U = 1.178$$

$$4 - d_L = 3.757$$

Entonces tenemos que $1.178 < 2.608 < 3.757$, y que $0.243 < 2.608 < 2.822$, por lo tanto, la hipótesis nula que encaja es la de no hay correlación positiva ni negativa y sin decisión. Con lo que no es posible saber mediante esta prueba si hay o no autocorrelación positiva.

El problema del modelo es que cuenta con muy pocas observaciones, en este caso 10, lo cual es una desventaja para utilizar el estadístico d de D-W, ya que a medida que aumenta el tamaño de la muestra la zona de indecisión se estrecha.

Dado que no se pudo demostrar mediante la d de D-W, se procederá mediante el test BG que arroja los siguientes resultados para 4 coeficientes autorregresivos -AR(4)-:

Stata 7. Breusch-Godfrey LM test for autocorrelation

lags(p)	chi2	df	Prob > chi2
1	5.316	1	0.0211
2	6.183	2	0.0454
3	7.901	3	0.0481
4	9.655	4	0.0467

H0: no serial correlation

En esta prueba para aceptar la hipótesis nula el valor de χ^2 que arroja la prueba tiene que ser menor que la χ^2 en el nivel de significancia deseado -5%- y con p gl.

Tabla 6. Tabla de decisión para BG LM

Hipótesis	Decisión	Si
Ho= No correlación serial	Aceptar	$Chi2 < \chi^2$
Ha= Hay correlación serial	Aceptar	$Chi2 > \chi^2$

Con la tabla 10 se prueban los resultados del test BG para cada uno de los rezagos en la tabla 11.

Tabla 7. Comprobación de Ho y Ha de los rezagos

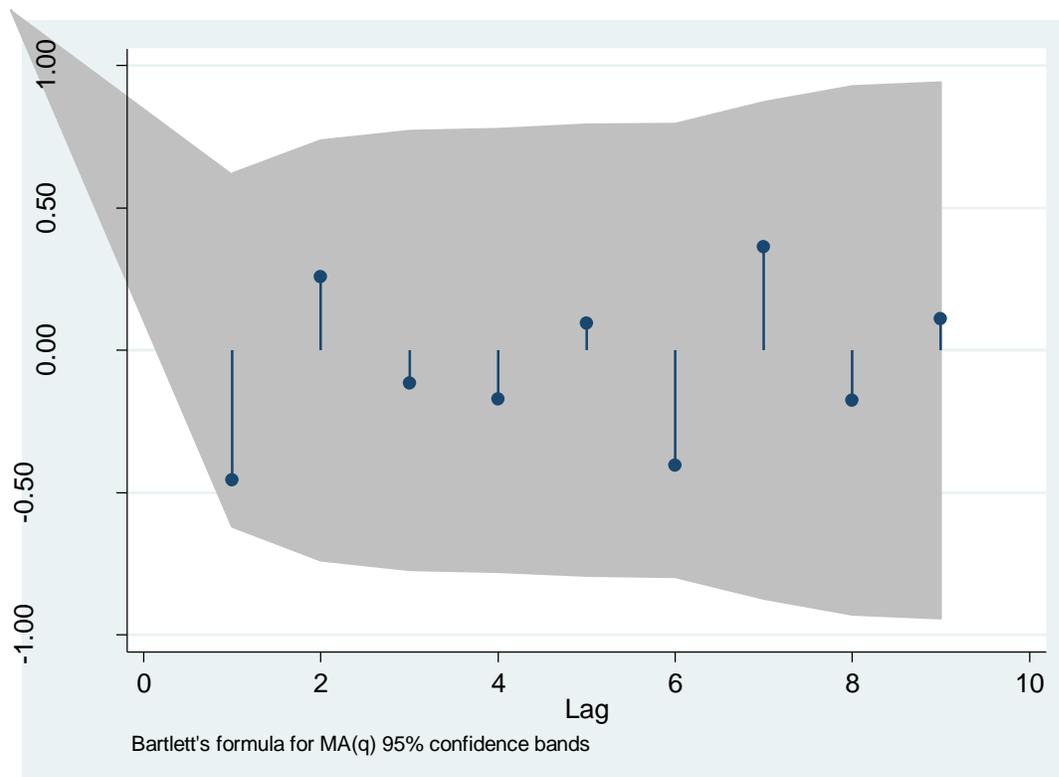
LAG	Chi2	χ^2	Resultado
1	5.316	3.841	Se rechaza Ho
2	6.183	5.991	Se rechaza Ho
3	7.901	7.814	Se rechaza Ho
4	9.655	9.487	Se rechaza Ho

Por lo tanto, la prueba BG, que es capaz de tomar $AR \geq 1$, nos indica que del rezago 1 al 4 se halla la presencia de correlación serial, a un nivel de significancia del 5%. Sin embargo el modelo está libre de autocorrelación al nivel de significancia de 1%, ya que se observa en las probabilidades del test BG que todas son mayores que 0.01, indicando que a dicho nivel de significancia no hay autocorrelación.

Como una prueba adicional de que el modelo podría estar en general libre de correlación serial tenemos la fórmula de Bartlett con una banda de confianza de 95% en la gráfica 16, en la que se observa que al estar dentro de las bandas de confianza la autocorrelación de los residuos muestran que no hay una correlación serial estadísticamente significativa y aceptando la hipótesis nula de que

no hay correlación serial, no obstante que se halla dicha correlación en el test de BG con un nivel de significancia de 5% y libre de dicha en 1%.⁵⁵

Gráfica 12. Formula de Bartlett para autocorrelación



Una de las posibles causas de hallar correlación en este modelo, es debido a la inercia de ciertas variables, que es común encontrarlas en muestras de series de tiempo. Tales variables en las que son probables encontrar correlación por inercia son: el Producto nacional bruto, o inclusive el PIB, índices de precios –los cuales fueron empleados para obtener los salarios reales-, el empleo, etc.

Otro motivo es la transformación de datos, representado las variables regresadas, que en el modelo de Labini la inversión con un periodo de rezago tiene efectos positivos sobre la productividad, por lo tanto generando posibles efectos sobre la autocorrelación.

Como se mencionó anteriormente, una de las consecuencias de correr el modelo de regresión en presencia de autocorrelación, en especial con el método de mínimos cuadrados ordinarios, es que

⁵⁵ En el link siguiente se encuentra el procedimiento utilizado para obtener el test BG de STATA(2010): <http://www.learneconometrics.com/class/5263/notes/BGtest.pdf>

los coeficientes del modelo dejan de ser MELI, es decir, dejan de ser los mejores estimadores lineales e insesgados, provocando que los intervalos de confianza sean más amplios y aumentando la posibilidad de que alguna de las betas sea igual a cero.

Para verificar y conocer los errores estándar corregidos por autocorrelación se utilizara el método Newey-West, el cual permite conservar los MCO pero con los errores estándar corregidos, donde dichos errores estándar se conocen como errores estándar CHA (consistentes con heteroscedasticidad y autocorrelación), o simplemente errores Newey-West. (Ibidem; 2010, pág. 447-8). Utilizando STATA obtenemos los siguientes resultados al utilizar la regresión N-W con 4 periodos de rezago:⁵⁶

Stata 8. Regression with Newey-West standard errors

Number of obs	10
maximum lag	4
F(2, 5)	48.06
Prob > F	0.0005

Newey-West					
pv	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
wr	89.0664	9.089199	9.8	0.000	(65.70187, 112.4309)
y	6.81E-09	4.83E-10	14.11	0	(5.57e-09, 8.05e-09)
i	-5.56E-09	9.67E-10	-5.75	0.002	(-8.05e-09, -3.07e-09)
ir	9.82E-10	6.69E-10	1.47	0.202	(-7.37e-10, 2.70e-09)
const	-69174.88	16696.24	-4.14	0.009	(-112093.9, -26255.83)

Como se aprecia, los coeficientes de las betas siguen siendo las mismas que el estimado por MCO, no obstante que ahora los errores estándar son distintos, y en general son ms chicos que aquellos estimados por MCO, por lo tanto, dando como resultado en t's mayores y resultando en probabilidades menores, así, tenemos que la variable inversión se volvió estadísticamente significativa a un nivel de significancia de 5%, siendo ahora la única variable no significativa la inversión con un periodo de rezago.

A2.6 Sexto supuesto

Dado que en el modelo tenemos 10 observaciones y 5 parámetros o betas, el supuesto 6 se cumple, ya que hay más observaciones que parámetros en el modelo.

⁵⁶ Cabe mencionar que el método Newey-West es válido para muestras grandes y se dice no ser del todo preciso para muestras pequeñas, sin embargo se decidió utilizar el modelo para observar como el MCO sobreestimo los errores estándar dada la presencia de autocorrelación, mientras que utilizando el método N-W se obtuvieron errores estándar más pequeños y por consiguiente t's mayores.

A2.7 Séptimo supuesto

Este supuesto nos dice que debe haber suficiente variación en las variables independientes y que estas no deben tener valores iguales en sus respectivas muestras. Además nos menciona que no debe haber valores atípicos, es decir, valores muy grandes con respecto a los demás.

Este supuesto se puede comprobar cómo cumplido por el modelo tan sólo al examinar la tabla 6, en la que vemos que no hay valores atípicos dentro de cada muestra respectiva para cada variable independiente, así como también vemos que distintas. Por lo tanto, este supuesto se cumple para el modelo.

A2.8 Octavo supuesto

El supuesto clásico de regresión lineal plantea que no existe multicolinealidad entre las regresoras incluidas en el modelo. Por tanto, se buscara la existencia o no de multicolinealidad entre las variables independientes del modelo de productividad.

La correlación entre las variables independientes puede ser perfecta o bien menos que perfecta. Si la multicolinealidad es perfecta, los coeficientes de regresión de las variables independientes son indeterminados, y sus errores estándar infinitos. Si es menos que perfecta, aunque sean indeterminados los coeficientes, poseen grandes errores estándar, lo que significa que los coeficientes no pueden ser estimados con gran precisión o exactitud.

Cuando se presenta una multicolinealidad alta se incrementan los errores estándar de los coeficientes, por lo cual los intervalos de confianza para los parámetros poblacionales relevantes tienden a ser mayores, por lo que aumenta la probabilidad de aceptar una hipótesis falsa.

Otra consecuencia es que al probar la hipótesis nula de beta igual a cero, utilizando la razón t, la multicolinealidad disminuye los valores t, lo que provoca que se acepte con mayor facilidad la hipótesis nula.

Para medir la multicolinealidad existen ciertas reglas prácticas entre las que destacan:

- Una R^2 elevada pero pocas t significativas.

Analizando el modelo 1 econométrico de productividad vemos que tenemos una R^2 alta de 0.9825 y con sólo 4/5 de los coeficientes de las variables como estadísticamente significativas a un nivel de significancia de 5%. Entonces dado esta regla, como primera aproximación se puede decir que hay una gran posibilidad de que el modelo esté libre de problemas de multicolinealidad.

No obstante, después de correr la regresión con el método Newey-West los coeficientes se volvieron aún más estadísticamente significativos, mejorando la probabilidad de que el modelo esté libre de multicolinealidad.

- Examen de correlaciones parciales de las regresoras.

Para medir la correlación entre las regresoras se utiliza el paquete STATA y obtenemos los siguientes resultados:

Stata 9. Correlation matrix of coefficients of regress model

e(V)	wr	y	i	ir	_cons
wr	1				
y	0.3809	1			
i	-0.278	-0.9131	1		
ir	0.659	0.2623	-0.4369	1	
const	-0.8196	-0.8363	0.7114	-0.5537	1

Como se puede apreciar por los las cifras en negritas que hay una alta correlación entre algunas regresoras, ya que todas estas están por arriba de 0.8, lo que podría significar un problema de colinealidad, entre las que destacan las cifras en negritas –la inversión y el ingreso, la constante con el salario real y la constante con el ingreso-. No obstante, Gujarati y Porter (2010, pág. 338) nos mencionan que esta es una guía práctica pero no infalible cuando hay más de dos regresoras en el modelo, por lo tanto se analizaran otras pruebas para hallar colinealidad.

- Índice de condición, tolerancia y factor de inflación de varianza⁵⁷

Este índice de condiciones es fácilmente obtenido en STATA, el cual mide la multicolinealidad en el modelo. La regla práctica de este índice es que si el valor está entre 10-30, hay multicolinealidad entre moderada y fuerte, y si excede de 30 hay una multicolinealidad grave. Tal índice queda de la siguiente forma:

Stata 10. Collinearity Diagnostics

Variable	SQRT		R-	
	VIF	VIF	Tolerance	Squared
wr	6.85	2.62	0.1459	0.8541
y	29.1	5.39	0.0344	0.9656
i	31.75	5.63	0.0315	0.9685
ir	9.01	3	0.111	0.889

⁵⁷ El proceso para calcular el diagnostico de colinealidad en STATA es largo y se realizó en varios pasos acorde al siguiente link: <http://www3.nd.edu/~rwilliam/stats2/l11.pdf>

	Mean VIF	19.18
	Eigenval	Cond Index
1	3.6853	1
2	0.2063	4.2266
3	0.0919	6.3327
4	0.0165	14.9591

Condition Number	14.9591
Eigenvalues & Cond Index computed from deviation sscp (no intercept)	
Det(correlation matrix)	0.0012

Siendo el índice de condición= 14.96, entonces podemos decir que le modelo presenta síntomas de multicolinealidad moderada ya que se halla en las proximidades del límite inferior del intervalo 10-30.

El factor inflacionario de varianza (VIF)⁵⁸, proporciona la velocidad con que se incrementan las varianzas y covarianzas a medida que el coeficiente de correlación aumenta, donde un VIF igual a 1 indica que no hay colinealidad. En el diagnóstico de colinealidad presentado se aprecia que los valores VIF para cada una de las variables son superiores a 1. Por lo que la regla practica indica que si el valor de un VIF es superior a 10, se dice que esa variable es muy colineal, mientras que valores inferiores a 10 no representan un problema para el modelo.

Dado entonces, vemos que las únicas variables con un nivel de colinealidad preocupante, superiores de 10, son el ingreso y la inversión.

La inversa del VIF se conoce como Tolerancia, y esta tomara valores de 1 cuando no exista colinealidad, y de 0 cuando halla colinealidad perfecta. Donde en el diagnostico vemos que todos los índices de tolerancia para las variables regresoras están más próximas al cero, lo que indica la presencia de multicolinealidad en el modelo.

Por lo que podemos concluir que el modelo tiene, en general, una presencia moderada – medido por el índice de condición- de multicolinealidad. No obstante tal como afirma Blanchard (en Gujarati y Porter, 2010, pág. 342.) la multicolinealidad es la voluntad de Dios, no un problema con los MCO ni con la técnica estadística en general. Sin embargo, dejando de lado el tema de Dios, se aprecia que el verdadero problema de la multicolinealidad podría estar más allá de las técnicas estadísticas empleadas, o de aquellas para su corrección, y yacer en los mismos datos de la muestra, es decir, un problema de deficiencia de datos.

A pesar de lo anterior Gujarati y Porter (2010) mencionan que si el verdadero propósito de la regresión es el pronóstico, y se posee una R² alta, entonces la multicolinealidad no representa un problema grave. Además, los problemas severos de precisión en la exactitud de los parámetros de

⁵⁸ VIF, por sus siglas en inglés (variance inflationary factor)

las variables regresoras se presentan cuando se tienen problemas de grave multicolinealidad, mientras que en el modelo se presentó un problema de colinealidad moderada, por lo que se elegirá la opción de no hacer nada por modificar el modelo en busca de la eliminación de la colinealidad entre las regresoras.

A2.9 Noveno supuesto

Este supuesto indica que el modelo de regresión del análisis está especificado correctamente, por lo cual se tratara en este apartado de comprobar de si el modelo de la productividad esta, o no, correctamente especificado.

Los tipos de errores de especificación pueden ser ya sea por: omisión de una variable relevante, inclusión de una variable irrelevante, forma funcional incorrecta y por sesgos debido a errores de mediación. Para abreviación sólo se consideraran la omisión de una variable relevante y la inclusión de una irrelevante.

Unas de las consecuencias de un sub-ajuste del modelo, o la omisión de una variable relevante, son: intervalos de confianza y pruebas de hipótesis pueden conducir a conclusiones equivocadas sobre la significancia estadística de los parámetros; pronósticos del modelo no confiables; varianza de la perturbación estocástica estará incorrectamente determinada; entre otros. Mientras que las consecuencias de la inclusión de una variable irrelevante o un sobre-ajuste del modelo son: la varianza del error está correctamente especificado, es decir, no resulta afectado por la variable incluida; el intercepto será por lo general ineficiente; todos los parámetros del modelo incorrecto son insesgados y consistentes. Entonces la única penalización en el sobre-ajuste es que las varianzas estimadas de los coeficientes son mayores, provocando inferencias probabilísticas sobre los parámetros menos precisas (Gujarati y Porter; 2010).

Como conclusión de lo anterior tenemos que es mejor para el modelo el incluir variables irrelevantes al modelo que omitir variables relevantes.

El test utilizado para comprobar si el modelo tiene variables omitidas es la prueba RESET de Ramsey, que es la prueba del error de especificación de la regresión.

Stata. 11. Ramsey RESET test using powers of the fitted values of pv

Ho: model has no omitted variables	
F(3, 2)	0.24
Prob > F	0.8636

Vemos que $F=0.24$, indicándonos que no es significativo. Examinando la probabilidad, tenemos que al ser mayor que 0.05 se acepta la hipótesis nula de que el modelo no tiene variables omitidas a un nivel de significancia de 5%.

Respecto si se incluyó una variable no significativa se aprecia que la R^2 y la R^2 ajustada son mayores al incluir la variables estadísticamente no significativa de la inversión con un periodo de rezago, ir. Por lo tanto, podemos decir que es una variable relevante al modelo ya que ayuda a predecir mejor las variaciones de la variable dependiente de la productividad.

Concluyendo que el modelo no tiene variables relevantes omitidas y que no tiene variables irrelevantes incluidas.

A2.10 Decimo supuesto

Este supuesto nos define que el término estocástico u_i está normalmente distribuido, lo cual se acepta, ya que anteriormente se había comprobado la normalidad en los residuos.