



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**“EL IMPACTO DEL CAPITAL HUMANO EN EL CRECIMIENTO DE LA ECONOMÍA MEXICANA EN EL LARGO PLAZO (1980-2013)”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:**

**MARCO ANTONIO MARTÍNEZ HUERTA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**MIGUEL CERVANTES JIMÉNEZ**

**MÉXICO, CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX., ABRIL DE 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Julio, por ser mi inspiración más grande y quien me motivó en todo momento. Esto es de los dos.

A mi papá, por siempre llevarme por el camino correcto y no desviarme, así como enseñarme valores invaluable.

A mi mamá, por su amor y cariño que siempre me ha dado, y por motivarme a cumplir mis sueños.

A Miguel Cervantes, por sus muestras de apoyo en todo momento que lo necesité y en la confianza que me tuvo para ser mi tutor.

A todos los demás, familiares y amigos, que me acompañaron y me apoyaron en esta etapa de mi vida.

## CONTENIDO

Introducción.....	2
Capítulo 1. Diagnóstico del desempeño de la economía mexicana (1980-2013).....	6
Capítulo 2. Revisión de la literatura y evidencia empírica del crecimiento endógeno.....	11
2.1. Revisión de la literatura.....	11
2.2. Evidencia empírica.....	18
Capítulo 3. Metodología y estimación de la influencia de las variables de capital humano sobre el crecimiento económico.....	25
3.1. Datos.....	25
3.2. Metodología.....	29
3.3. Resultados del modelo econométrico.....	33
3.3.1. Pruebas de raíz unitaria.....	33
3.3.2. Cointegración.....	35
3.4. Modelo VEC.....	36
3.5. Pruebas de diagnóstico al modelo corrector.....	40
3.6. Funciones Impulso Respuesta.....	41
3.7. Descomposición de la varianza.....	44
3.8. Discusión de los resultados.....	45
Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones.....	48
Referencias.....	52

## **INTRODUCCIÓN**

México es considerado un país emergente a pesar de que se ha hablado en los últimos años de los beneficios que traerían consigo la apertura comercial, la apertura financiera y las reformas estructurales para transitar hacia otro estado de desarrollo más avanzado. Esto lleva a pensar en otras alternativas a las medidas implementadas con anterioridad y resolver el problema a fondo, lo que conduce a proponer una solución a las bajas tasas de crecimiento económico, mismas que se externalizan a todas las variables de referencia para medir la situación del país. Un mejor desempeño de la actividad económica llevaría a un mayor bienestar en la sociedad que permita a las personas gozar de las necesidades básicas mínimas requeridas para vivir.

La relación que existe entre el crecimiento económico y el capital humano ha sido relevante en los últimos años, plasmados en modelos teóricos en los que resaltan la importancia del capital humano. Bajo esa visión, el producto de un país podría presentar rendimientos crecientes a escala si el factor de capital humano generara externalidades positivas sobre el producto, lo que conduciría a una economía a experimentar un crecimiento sostenido.

El concepto del capital humano tiene su origen en 1962, cuando Schultz publicó un texto titulado “Inversión en seres humanos”, en donde se refiere a la educación como una inversión que genera rendimientos en un futuro a las personas, debido al aumento en el nivel de calificación del trabajador que conduce que sea más productivo y, por consiguiente, podrá percibir mayores ingresos.

Existe una amplia gama de evidencia empírica en diversos países que muestran una relación positiva entre el capital humano y el Producto Interno Bruto (PIB). Los factores endógenos son los que inciden en el crecimiento económico de largo plazo, es decir, se crece desde adentro por medio de la formación de trabajadores capacitados en conjunto con otros factores tecnológicos e institucionales.

El país no ha mostrado las mismas tasas de crecimiento económico de la época de crecimiento sostenido, la cual concluyó a finales de la década de 1970. Esos años coinciden con el surgimiento de la literatura del crecimiento endógeno, debido a que su aporte teórico era de utilidad para corregir el problema del bajo dinamismo de la economía internacional. Así, el capital humano tomó relevancia en los debates económicos, posicionándose junto al capital físico, la tecnología y las instituciones, como un factor que repercute en el crecimiento de la economía. “Se ha reconocido que las inversiones en capital humano contribuyen con un aporte sustancial que resulta complementario a los aportes provenientes de la inversión en capital fijo”, Gaviria (2005).

Desde que se retomó el debate del crecimiento, las recomendaciones giran en torno a la acumulación del capital humano, la cual surge como una característica esencial del crecimiento y el desarrollo económico.

Expuesto lo anterior, el objetivo general de la investigación consiste en identificar variables del capital humano, tales como el gasto federal en educación, el gasto federal en ciencia y tecnología, la matrícula de alumnos en nivel primaria, nivel secundaria, nivel medio-superior y nivel superior para contrastarlas con el crecimiento de largo plazo por medio de la metodología econométrica de Vector de Corrección de Error (VEC). Una vez

que se obtengan los resultados, se dará una recomendación que sirva de alternativa para la generación de crecimiento económico.

Los problemas particulares que aborda la presente investigación son: diagnosticar el problema de crecimiento a través de la teoría del crecimiento endógeno; revisar la teoría y evidencia empírica que existe sobre el tema y; generar un modelo VEC para determinar la significancia y el impacto de las variables antes mencionadas en el crecimiento de largo plazo.

La hipótesis que se plantea es la siguiente: una mayor inyección de recursos federales hacia el sector de la educación y el sector de ciencia y tecnología, así como un mayor número de alumnos en los distintos niveles educativos generarán un crecimiento más elevado a largo plazo de la economía mexicana.

El método de contraste de la hipótesis es el modelo econométrico VEC, ya que permite calcular los efectos de corto y de largo plazo. La investigación trata sobre la relación entre el crecimiento económico de México y las variables antes señaladas, añadiendo la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) para basarse en una función de producción aumentada. Los años que abarca el estudio son de 1980 a 2013, debido a que a partir de la década de los años ochenta el país comenzó a registrar tasas de crecimiento por debajo a las cuatro décadas anteriores, lo que resulta mejor para estudiar el efecto que ejerce el capital humano en el crecimiento de la actividad productiva en una época de un desempeño económico bajo.

Las implicaciones del estudio darán más bases para que los hacedores de política económica puedan tener a su disposición mayor información y así emplear los

instrumentos que estén a su alcance para favorecer el crecimiento de la economía con una visión de largo plazo. Así, la relevancia social de esta investigación es aportar evidencia empírica que sea utilizada para ofrecer un mayor bienestar a la sociedad en su conjunto por medio de recomendaciones de política económica.

Cabe señalar que mediante la investigación se apreciará la relación entre variables de capital humano, que no se han incluido en otras investigaciones, y el crecimiento del país.

Los resultados obtenidos muestran que no existe significancia de las variables de capital humano en el corto plazo, debido a que su efecto en el crecimiento de la economía no es inmediato como el efecto de políticas fiscales o monetarias. No obstante, las variables tienen una relación significativa en el largo plazo, ya que es un proceso que tarda tiempo en que los alumnos obtengan conocimiento para que posteriormente lo apliquen en nuevas técnicas y tecnologías que estén encaminadas a optimizar el proceso productivo y esto influya positivamente en la tendencia del producto.

Cabe señalar que la metodología es innovadora en el tema de crecimiento endógeno, ya que otros estudios han aplicado otro tipo de modelos econométricos por medio de Datos Panel o Vectores Autorregresivos (VAR). Sólo unos cuantos trabajos han incluido la dinámica en sus modelos y usado otras variables distintas a las de la presente investigación. Asimismo, el conjunto de evidencia empírica sobre el tema sugiere que hay cierta homogeneidad en los resultados, sin importar el método empleado, ya que en la mayoría de los casos se encontró que el capital humano ejerce un efecto positivo sobre el producto.



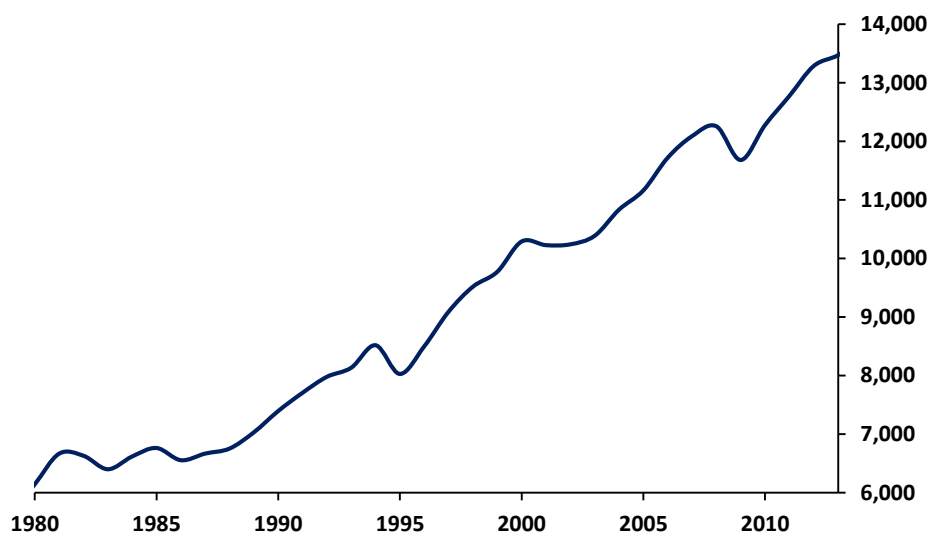
## 1. DIAGNÓSTICO DEL DESEMPEÑO DE LA ECONOMÍA MEXICANA (1980-2013)

El objetivo de este capítulo es analizar la situación de crecimiento económico y el desempeño del sector educativo de México en el periodo de 1980 a 2013.

El ciclo largo de la economía es lo que se aborda en este capítulo. Las fluctuaciones económicas de crisis y prosperidad quedan en un segundo plano. Para ilustrar lo referente al largo plazo se muestra la gráfica 1.

*Gráfica 1. México. Evolución del PIB, 1980 a 2013.*

*Cifras en millones de pesos*



*Fuente: Elaboración propia con datos de Aguirre.*

En la evolución del PIB a precios de 2008 de 1980 a 2013 destacan las fluctuaciones del ciclo económico que comienzan a tomar mayor importancia sobre el ciclo de la actividad económica. Sin embargo, en el largo plazo, dichas fluctuaciones tienen una menor relevancia debido a que es la tendencia de la economía lo que es objeto de estudio.

Para ejemplificar la importancia del crecimiento, se parte de una tasa de crecimiento hipotética. Realizando una operación de interés compuesto, supongamos que *ceteris paribus* la economía mexicana creciera a una tasa anual de 1%. En 10 años, la economía presentaría una mejora en su bienestar de 10%, en 25 años sería de 28%, en 50 años sería de 64% y en 100 años de 170%. Esa proyección hipotética a largo plazo sería relativamente baja si se comparara, por ejemplo, con una tasa de crecimiento de 5% anual durante los siguientes 100 años, resultando una mejora en la producción de 13,050%.

Este ejemplo muestra la importancia que tiene el crecimiento en la economía de un país para que se establezcan los pilares del desarrollo. Sin embargo, la realidad de México es distinta a lo deseado. La experiencia mexicana en las últimas décadas no ha sido muy alentadora, al pasar de tasas de crecimiento de 6.4% promedio en la década de los años setenta a una tasa de crecimiento de 1.8% en promedio en la década de 2000 a 2010. El Cuadro 1 resume las tasas de crecimiento promedio por décadas a partir de 1970.

*Cuadro 1. México. Crecimiento anual del PIB por década, 1970-2013.  
(Tasa media de crecimiento)*

<b>Década</b>	<b>Crecimiento promedio</b>
1970	6.4%
1980	2.3%
1990	3.4%
2000	1.8%
2010-2013	3.6%

*Fuente: Elaboración propia con datos de Aguirre.*

Si en los años setenta se hubiese continuado con las tasas de crecimiento que presentó el país, la economía mexicana se dirigiría hacia un mejor posicionamiento en su calidad de vida y sería más competitiva internacionalmente. No obstante, es a partir de la década de los ochenta que hubo una debacle en la tasa de crecimiento de la economía.

Las altas tasas de crecimiento anterior a los ochenta coinciden con el periodo de posguerra hasta los años setenta, en donde México y otros países latinoamericanos adocrinaron el modelo de sustitución de importaciones, el cual tenía como objetivo desarrollar industrias de bienes de consumo duraderos, bienes intermedios y bienes de capital.

En lo que respecta a la educación, el analfabetismo se redujo en la década de los cuarenta en un 50%, mientras que la matrícula de alumnos de nivel básico y el número de maestros aumentó 60 y 68%, respectivamente. Posteriormente, en las décadas de los años cincuenta, sesenta y setenta comenzó a darse una convergencia en cuanto a la cobertura de los alumnos de nivel primaria en las distintas partes del país, aumentando el nivel de escolaridad de los mexicanos.

Los esfuerzos por formar capital humano por parte del gobierno federal se empezaban a notar desde el inicio de la posguerra, aunque el punto más crítico se puede apreciar a partir de los años ochenta, en donde la tendencia por aumentar el nivel educativo se enfocó en los niveles medio-superior y superior, los cuales registraron una tasa de crecimiento en esa década alrededor de un 52% y 34% respectivamente. En cambio, la educación primaria se vio estancada ya que en ese mismo periodo disminuyó 2%.

Para la década de 1990, el aumento más significativo lo obtuvo el número de alumnos en educación superior con un alza de 57%, seguido del nivel medio-superior con 38%, el nivel de secundaria con 24% y por último el nivel primaria con 3%.

Para la siguiente década los resultados fueron similares, ya que nuevamente el nivel superior encabezó el crecimiento en la matrícula con 39%, seguido por el nivel medio-superior con 37%, el nivel secundaria con una disminución significativa de su tasa de crecimiento a 15% y por último el nivel primaria con sólo 1%.

El Estado ha proporcionado la mayor oferta de educación superior en México históricamente. No obstante, el crecimiento a partir de los años ochenta de la matrícula de los alumnos en dicho nivel educativo ha sido cubierto principalmente por el sector privado, ya que ofrece alternativas en cuanto a los alumnos que no pudieron ingresar a la universidad pública de su elección. De acuerdo con Mungaray y Torres (2010), los años comprendidos entre 1980 y 1993 la matrícula de nivel superior creció a un ritmo moderado, mientras que a partir del siguiente año la dinámica de crecimiento fue significativa. De hecho, entre 1980 y 1993 la matrícula creció en promedio 2% por año, mientras que entre 1994 y 2007 la tasa de crecimiento pasó a ser de 4%. Los autores resaltan que la matrícula de educación superior parece compartir una tendencia de largo plazo con la actividad económica agregada del país.

La apertura a la inversión privada en educación permitió que su proporción aumentara de 7% en 1980 a 23% en 2007, lo que sugiere que el sector privado funciona como sustituto del Estado como proveedor de la educación.

**Cuadro 2. México: Gasto federal en educación como proporción del PIB, 1980-2013.**  
(Tasa de crecimiento anual)

<b>Año</b>	<b>Gasto en educación</b>	<b>Año</b>	<b>Gasto en educación</b>	<b>Año</b>	<b>Gasto en educación</b>
1980	3.1%	1992	4.2%	2003	6.6%
1981	3.9%	1993	4.0%	2004	6.4%
1982	4.1%	1994	4.5%	2005	6.8%
1983	2.9%	1995	4.1%	2006	6.9%
1984	3.1%	1996	4.3%	2007	7.2%
1985	3.2%	1997	4.7%	2008	7.4%
1986	2.8%	1998	5.3%	2009	7.7%
1987	2.9%	1999	5.4%	2010	7.9%
1988	2.7%	2000	5.8%	2011	8.1%
1989	2.8%	2001	6.1%	2012	8.5%
1990	3.0%	2002	6.4%	2013	8.7%
1991	3.6%				

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

El Gasto Federal en Educación a precios de 2008 representó 3% del PIB en promedio durante la década de los ochenta, mientras que en la década de los años noventa la proporción aumentó a 4%. Para la siguiente década representó el 7% del PIB en promedio, mientras que para el periodo de 2010 a 2013 la proporción aumentó a 8%.

## **2. REVISIÓN DE LA LITERATURA Y EVIDENCIA EMPÍRICA DEL CRECIMIENTO ENDÓGENO**

El objetivo específico de este capítulo es dar las bases teóricas que motiva esta investigación, entre la relación del capital humano y el crecimiento económico. Su estructura consta de dos apartados; el primero trata de la literatura escrita sobre la hipótesis del crecimiento endógeno; en la segunda parte, se da una compilación de diversos estudios empíricos sobre la relación entre el capital humano y el crecimiento económico en México y a nivel internacional.

### **2.1. Revisión de la literatura**

El tema del crecimiento económico ha presentado muchas aportaciones y discusiones en los últimos años a nivel internacional. El crecimiento económico puede ser impulsado por una serie de factores como son inversión en capital físico, progreso tecnológico, las instituciones y el capital humano.

Los trabajos pioneros de la literatura del crecimiento económico fueron emprendidos desde los años cincuenta y sesenta. Fue a partir de la investigación de Solow (1956) quien propuso que la tecnología era el principal motor del progreso económico. Posteriormente, Massell (1960 y 1961) considera al conocimiento como factor de crecimiento económico y como fuente de cambio tecnológico, enfatizando que las mejoras en la calificación de la fuerza laboral deben ser consideradas en la medición del cambio tecnológico. Por su parte, Arrow (1962) formalizó esos conceptos en modelos matemáticos donde el aprendizaje por experiencia explica el crecimiento económico. Destaca G. Becker (1964) quien también se centró en la acumulación del capital humano.

Esas ideas dieron fuerza a lo que se conoce como crecimiento económico en los años cincuenta y sesenta, pero la grave crisis internacional de estanflación en los años setenta que se creó por el aumento de los precios del petróleo dejaron a la teoría estancada, en donde la corriente monetarista tuvo un papel más relevante en ese tiempo. El crecimiento quedó apartado del debate debido a que éste no era el problema que se debía de solucionar. Luego de esa pausa, en la década de los ochenta se retomó la corriente de crecimiento económico endógeno; diversos investigadores obtuvieron por medio de modelos econométricos tasas de crecimiento positivas a largo plazo al introducir al capital humano en los modelos, dejando a un lado los supuestos de los factores exógenos.

Lo destacable del análisis del capital humano en los modelos de crecimiento endógeno radica en que el capital humano es una variable que se acumula endógenamente y se concibe como el elemento determinante del crecimiento, favoreciendo a la acumulación de capital físico o de progreso tecnológico.

A Romer (1986) y Lucas (1988) se les conoce por ser de los exponentes más representativos de la teoría del crecimiento endógeno. Los modelos teóricos de ambos autores dan partida a uno de los campos de investigación más discutidos en los últimos tiempos, en donde el crecimiento económico surge de forma endógena. Se trata de la incorporación del capital humano y de la generación de tecnologías para que la economía presente crecimiento sin requerir factores externos.

Por una parte, Romer da importancia al capital humano dirigido a la investigación y desarrollo de innovaciones impactando positivamente en el producto, mientras que Lucas se centra en las externalidades que genera el capital humano como factor de crecimiento.

El análisis de Lucas dejó en claro que el crecimiento no sólo depende del capital físico, sino que contempla al factor capital humano como impulsor de la producción en su conjunto. Considera que las diferencias en las tasas de crecimiento entre países se deben a las diferencias en las tasas a las que se acumula capital humano en el tiempo y define al capital humano como el nivel de capacitación general.

Para Lucas, existen dos principales fuentes de acumulación de capital humano: la educación y el aprendizaje en la práctica (learning by doing). Para explicar el crecimiento por medio de la educación, supone que una parte de la aprehensión del conocimiento de los individuos se adquiere en la escuela. Los conocimientos adquiridos en las instituciones de educación son aplicados en un futuro de su vida por las personas en la producción de bienes. Por medio del proceso aprendizaje en la práctica se obtienen nuevos conocimientos calificados que mejorarán la productividad. Además del intercambio entre los trabajadores pertenecientes a la misma industria o diferentes industrias, los individuos poseen la cualidad de apropiación de los nuevos conocimientos y, por tanto, el capital humano tiende a acumularse. Por lo tanto, el conocimiento se presenta como una experiencia acumulada. Así, el nivel educativo se manifiesta en una mayor productividad.

Dicho lo anterior, se llega al punto clave de la teoría del crecimiento endógeno, en la que la función de producción clásica que consta de rendimientos decrecientes a escala, ahora tomará una forma distinta en donde la función de producción puede expresarse en un crecimiento endógeno con rendimientos crecientes a escala, es decir, que la producción podrá aumentar indefinidamente.



En esta parte se sigue el modelo de dos sectores de Uzawa (1954) y Lucas (1988). En un sector por medio de la combinación de capital físico y capital humano se obtiene la producción final, el cual puede ser consumido o convertido en capital físico. Se tiene:

$$(2.1) \quad \dot{K} = AK_Y^\alpha H_Y^{1-\alpha} - C - \delta_K K$$

donde:

$K_Y$ = cantidad de capital físico utilizado en la producción del bien final Y.

$H_Y$ = cantidad de capital humano utilizado en la producción del bien final Y.

$A$ = coeficiente tecnológico del sector de producción del bien final.

$\alpha$  = elasticidad del capital físico.

$1 - \alpha$  = elasticidad del capital humano.

$C$  = consumo.

$\delta_K K$  = tasa de depreciación del capital físico.

Por su parte, en el segundo sector, la producción y la acumulación de capital humano se hacen exclusivamente a partir de capital físico y humano:

$$(2.2) \quad \dot{H} = BK_H^\eta H_H^{1-\eta} - \delta_H H$$

Donde:

$K_H$ = cantidad de capital físico utilizado en la producción del capital humano.

$H_H$ = cantidad de capital humano utilizado en la producción del capital humano.

$B$ = coeficiente tecnológico del sector de producción del capital humano.

$\eta$  = elasticidad del stock del capital físico.

$1 - \eta$  = elasticidad del stock del capital humano.

$\delta_H H$  = tasa de depreciación del capital humano.

Cabe señalar que la tecnología para la obtención de capital humano,  $B$ , es distinta a la que se emplea para la producción del bien final. Adicionalmente, como el capital humano es un bien rival, no puede ser ocupado en el sector de bienes finales y en el sector de educación al mismo tiempo, por lo que los factores  $H_Y$  y  $H_H$  son diferentes, por lo que la suma de ambos debe de ser igual al capital humano agregado,  $H = H_Y + H_H$ .

Se define así a  $u$  como la fracción de capital humano que se usa en la producción de bienes finales ( $H_Y = uH$ ), al tiempo que  $1 - u$  será la proporción de capital humano que se emplea en el sector de producción de educación ( $H_H = (1 - u)H$ ).

Se supone ahora que el sector de educación es intensivo en capital humano que el sector de capital físico y que en el proceso educativo sólo se emplea capital humano como insumo. En contraparte, el total de capital físico se emplea en la producción de bienes finales, por lo que se tiene que  $K = K_Y$  y que  $K_H = 0$ . Así, se reescribe (2.1) y (2.2) como:

$$(2.1') \dot{K} = AK_Y^\alpha (uH)^{1-\alpha} - C - \delta_K K$$

$$(2.2') \dot{H} = B(1 - u)\dot{H} - \delta_H H$$

Ahora se pueden escribir ambas ecuaciones en términos per cápita dividiendo por  $L$ .

Posteriormente se define el stock de capital humano per cápita,  $h \equiv \frac{H}{L}$ . Se realizan

derivadas con respecto al tiempo y se obtiene que  $\dot{h} = \frac{\dot{H}L - L\dot{H}}{L^2} = \frac{\dot{H}}{L} - nh$ . Por último, se

puede realizar algo similar con el capital físico ocupando su definición:  $\dot{k} = \frac{\dot{K}L - L\dot{K}}{L^2} = \frac{\dot{K}}{L} -$

$nk$ . Utilizando ambas condiciones en adición a (2.1') y (2.2'), se obtienen las ecuaciones de acumulación de capital físico y capital humano per cápita:

$$(2.3) \dot{k} = Ak^\alpha(uH)^{1-\alpha} - c - (\delta_K + n)k$$

$$(2.4) \dot{h} = B(1-u)\dot{h} - (\delta_H + n)H$$

Donde:

$k$ = stock de capital físico por persona.

$h$ = stock de capital humano por persona.

Asimismo, como la tasa efectiva de depreciación de las variables en términos per cápita recoge al término  $n$ , esto sugiere que los aumentos en la población disminuyen la cantidad de capital físico y capital humano por persona.

Una vez señaladas las funciones de acumulación de capital físico y capital humano, los individuos eligen la trayectoria temporal del consumo,  $c$ , y la proporción de su tiempo que dedican a cada uno de los sectores,  $u$  y  $(1-u)$ , con el fin de maximizar la función de utilidad intertemporal:

$$(2.5) U(0) = \int_0^\infty e^{-(\rho-n)t} \left( \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \right) dt$$

sujeto a las restricciones (2.3) y (2.4). Cabe destacar que con esto los individuos toman como dados los stocks de capital iniciales  $k_0$  y  $h_0$ .

Posteriormente con el uso de ecuaciones diferenciales se resuelve el modelo que contiene dos restricciones dinámicas y dos variables de control ( $c$  y  $u$ ), obteniendo las tasas de crecimiento estacionario del consumo, la producción, el capital físico y el capital humano:

$$(2.6) \gamma_c^* = \gamma_y^* = \gamma_k^* = \gamma_h^* = \frac{1}{\theta}(B - \delta - \rho)$$

La ecuación (2.6) señala que el parámetro de productividad del sector educativo,  $B$ , es el que afecta al crecimiento económico en el largo plazo, ya que se supuso que el sector educativo no ocupa capital físico, por lo que la función de producción de la educación es lineal en capital humano, y por lo tanto, presenta rendimientos crecientes a escala.

Como conclusiones del modelo se puede establecer que un nivel bajo de capital humano y capital físico puede mantener a un país rezagado económicamente, mientras que si posee bienes elevados de aprendizaje, entonces la tasa promedio de crecimiento podrá ser mayor, mientras existan perfiles de especialización.

Dadas las consideraciones teóricas de Lucas, el crecimiento económico se puede lograr por medio de políticas sociales que propicie el Estado encaminadas a mejorar el capital humano de la sociedad por medio de la educación, lo que generará rendimientos crecientes a escala en la producción, y por lo tanto, un crecimiento sostenido a largo plazo.

## **2.2. Evidencia empírica**

Existe evidencia que en los últimos años se ha invertido una mayor proporción del producto en la educación. Sin embargo, esto no se ha visto reflejado en un aumento del crecimiento del PIB en el corto plazo. Esta información es valiosa para que una vez realizado el modelo econométrico, se permita una mejor perspectiva para dar la recomendación de política económica a la que se está encaminando por medio de este trabajo.

Ríos (2001) elabora un modelo econométrico de Datos Panel para estudiar la relación empírica entre el producto per cápita y variables educativas como capital humano para el conjunto de países de México, Argentina, Brasil, Chile y Colombia en los años de 1994 a 1999, encontrando cierta evidencia a favor de una relación entre los sectores de la actividad económica y el capital humano representado por la inversión en la educación. El autor resalta que la educación en el conjunto de países muestra rendimientos a escala en cada uno de los sectores de la actividad económica; la población ocupada con nivel de educación medio-superior alcanza una mayor productividad en el sector servicios seguido del sector manufacturero, y que el efecto del capital humano es mayor en el crecimiento que el ahorro destinado a la inversión.

Canudas (2001) elabora un modelo econométrico de corte transversal para inferir en los coeficientes de capital humano sobre la productividad en México en el periodo de 1960 a 1993. Encontró que el capital humano tiene un impacto positivo sobre la productividad industrial del país. Sin embargo, en el largo plazo es el capital físico el que ejerce un mayor impacto sobre la productividad que el capital humano. No obstante, durante el

periodo de 1960-1980, el capital humano ejerció un mayor impacto durante la época de sustitución de importaciones que vivió el país en esos años, situándose por encima de los efectos que ejerce el capital físico sobre la productividad.

Briceño, Cercone y Cardoza (2003) elaboran un modelo econométrico de corte transversal para Costa Rica para el periodo de 1980 a 2001, en donde introducen los años promedio de escolaridad de la población como medida de capital humano y el crecimiento económico. Encuentran que la variable es significativa y presenta un alto coeficiente en el crecimiento del producto, por lo que sugieren que se implementen políticas de incentivos a la educación para que aumente el capital humano de dicho país.

Gaviria (2005) investiga la contribución del capital humano al crecimiento económico para Colombia en la segunda mitad del siglo XX, por medio del empleo de un modelo de corrección de error. Los resultados arrojan que la elasticidad del producto al capital humano es sumamente mayor a la obtenida por otros estudios empíricos que no tomaron en cuenta las externalidades del capital humano. Asimismo, encuentra que el capital físico, el capital humano y el PIB rezagado un periodo tienen un impacto positivo en el corto plazo sobre el producto. Concluye que la contribución de la educación y el capital humano al crecimiento ha estado medido principalmente por las condiciones de su demanda.

Carton (2008) realiza un estudio empírico del papel de la educación como determinante del crecimiento en México para el periodo de 1970 a 2005. Emplea un modelo de Vectores Autorregresivos para que posteriormente realice relaciones de causalidad en sentido de Granger. El modelo muestra que el PIB presenta un efecto positivo a cambios

en las variables educativas cualitativas, y en menor medida a las cuantitativas. La autora destaca las relaciones causales que presenta el producto con el nivel de escolaridad de la población, el gasto total en educación, las instituciones de educación primaria y los graduados en educación terciaria. Enfatiza en la sensibilidad que tiene el PIB a los cambios en las variables cualitativas de capital humano.

Marroquín (2006) realiza un estudio por medio de un modelo de corte transversal sobre el capital humano y el crecimiento del producto sobre un grupo de países latinoamericanos para el periodo de 1980-2003. Reporta que la elasticidad del capital humano sobre el producto es de 5% y concluye que el impacto es menor en los países de América Latina que en los países desarrollados debido a que el primer grupo de países tiene un uso más intensivo de mano de obra no calificada en la producción.

Ríos y Marroquín (2008) realizan un modelo econométrico de datos panel para evaluar la relación que tienen los niveles educativos y las entidades federativas de México entre los años de 1994 a 2004. Los resultados del modelo fueron significativos, encontrando evidencia de que el impacto mayor en el crecimiento del producto lo tiene el nivel de educación primaria. Los autores sugieren que el Estado debe garantizar el acceso a la educación a toda la población para que se perfeccionen las habilidades de los habitantes del país lo que ocasionará que aumente la productividad en el país.

Mungaray y Torres (2010) estudian los efectos en el corto y largo plazo de variables educativas sobre el producto de México durante el periodo de 1980 y 2007. La técnica empleada por los autores es un modelo econométrico ARDL mediante el que encuentran que en el corto plazo la educación superior tiene un efecto modesto, mientras que la

educación superior y la educación primaria tienen un impacto similar en el largo plazo. Concluyen que el efecto de la educación tiene en el PIB es modesto y su impacto indirecto, sugieren que se aplique un financiamiento educativo con equidad.

Molina (2011) implementa un modelo cuantitativo para medir el impacto de largo plazo del capital humano y la violencia en el crecimiento de la actividad económica de Colombia en el periodo de 1950 a 2010. Utiliza la técnica de cointegración de Johansen y el método de corrección de error. Sus resultados arrojan que efectivamente existe una relación entre la educación como variable proxy de capital humano y el crecimiento de la economía colombiana. Estima que la elasticidad del producto al capital humano es de 0.37. Asimismo arroja que la violencia provoca un efecto negativo sobre el producto, presentando un coeficiente de -0.05.

Sánchez y Ríos (2011) se cuestionan la importancia del conocimiento en el crecimiento económico de largo plazo en México. Se plantean la idea de que la inversión sostenida en educación, innovación y tecnologías de la información conducirá a un aumento en el uso y creación del conocimiento en la producción, dando lugar a un crecimiento sostenido en las 32 entidades federativas del país. Para contrastar esa idea, se plantean un modelo comprendido entre 2000 y 2007, creando un índice proveniente de variables como el alfabetismo, la educación media-superior y superior, investigación, telefonía, internet y computadoras para posteriormente realizar un modelo de datos panel para analizar el impacto que tiene dicho índice y la formación bruta de capital fijo en la acumulación de riqueza nacional y por entidad federativa. Los resultados arrojan que el índice es positivo y estadísticamente significativo, presentando un valor de 0.05% lo que implica que un



aumento en una unidad del índice de conocimiento hará incrementar el PIB per cápita en 0.05%.

Villalán (2012) realiza dos modelos econométricos por medio de MCO de diversas variables de capital humano para España de 1992 a 2009. En el primer modelo encuentra que el gasto en educación tiene un impacto de apenas 1% sobre el producto. En el segundo modelo desarrollado por el autor, incluye a cuatro segmentos de la población según su nivel educativo, resaltando que los alumnos de nivel superior tienen un impacto negativo sobre el PIB de 9.6%, por lo que la evidencia empírica arroja resultados contrarios a lo que dicta la teoría.

Marroquín y Ríos (2012) encuentran evidencia empírica para el caso mexicano en donde estiman un modelo de datos panel para las 32 entidades federativas de México para los años de 1999 a 2010. Utilizan a la variable Investigación y Desarrollo (I+D) como variable de capital humano. Como conclusiones señalan que existe una relación significativa entre los esfuerzos de I+D y su innovación, y entre la innovación y el crecimiento per cápita, aunque los resultados son heterogéneos para los estados, ya que sólo un pequeño grupo de entidades promueven la innovación por medio de I+D por lo que existe una desigualdad regional en el crecimiento estatal en México.

Guzmán y Venancio (2014) realizan un modelo de datos panel para las 32 entidades federativas en el periodo comprendido entre 2000 y 2010. En su investigación se estudia el impacto del incremento en el nivel de escolaridad de la población con más de quince años expresado en años de estudio en la determinación del incremento del nivel de ingreso real en sueldos en el país. Los resultados de su investigación arrojan que,

tomando en cuenta la heterogeneidad de los estados del país como aleatoria, el ingreso real por persona expresado en sueldos aumenta 24.9% por cada año adicional de educación en el periodo de estudio, por lo que hacen especial hincapié en la implementación de medidas que incentiven el aumento del capital humano para mejorar el bienestar de las familias.

*Cuadro 3. Resumen de los principales resultados de la evidencia empírica de capital humano y su relación con el producto.*

<b>Autor(es)</b>	<b>País o región</b>	<b>Años</b>	<b>Tipo de modelo</b>	<b>Resultado</b>
Ríos (2001)	México, Colombia, Argentina, Chile y Brasil	1994-1999	Datos Panel	La educación presenta rendimientos positivos en los sectores servicios, comercio y manufactura.
Canudas (2001)	México	1960-1993	Corte transversal	El capital humano tiene un impacto positivo sobre la productividad industrial del país. En el largo plazo es el capital físico que ejerce un mayor impacto sobre la productividad.
Briceño, Cercone y Cardoza (2003)	Costa Rica	1980-2001	Corte transversal	Los años de escolaridad presentan un alto coeficiente en el crecimiento del producto, por lo que sugieren que se implementen políticas de incentivos a la educación.
Gaviria (2005)	Colombia	1950-2000	Modelo de Corrección de Error	Existe una relación de largo plazo entre el crecimiento económico y las exportaciones menores y la acumulación de capital físico y humano. El PIB rezagado un periodo, la acumulación de capital físico y humano ejercen efecto en el corto plazo.
Carton (2008)	México	1970-2005	VAR	El PIB presenta un efecto positivo a cambios en las variables educativas cualitativas, y en menor medida a las cuantitativas.
Marroquín (2006)	OCDE y Latinoamérica	1980-2003	Corte Transversal	El capital humano contribuyó al crecimiento económico en 5% y en 14% para los países de la OCDE y Latinoamérica, por cada 1% que creció el producto.
Ríos y Marroquín (2008)	México	1994-2004	Datos Panel	El mayor impacto en el crecimiento del producto lo tiene el nivel de educación primaria.
Mungaray y Torres (2010)	México	1980-2007	Modelo Autoregresivo de Rezagos Distribuidos	Las matrículas en educación primaria y superior impactan en el producto. Las variables comparten una relación en el largo plazo.

Autor(es)	País o región	Años	Tipo de modelo	Resultado
Sánchez y Ríos (2011)	México	2000-2007	Datos Panel	Crean un índice de variables como el alfabetismo, la educación media-superior y superior, investigación, telefonía, internet y computadoras. Los resultados arrojan que el índice favorece al PIB per cápita.
Villalán (2012)	España	1992-2009	Corte transversal	En el primero modelo el gasto en educación tiene un impacto de 1% sobre el PIB; en el segundo, los alumnos de nivel superior tienen un impacto negativo sobre el PIB de 9.6%
Marroquín y Ríos (2012)	México	1999-2010	Datos Panel	Existe una relación significativa entre los esfuerzos de I+D y su innovación, y entre la innovación y el crecimiento per cápita aunque sólo un pequeño grupo de entidades promueven la innovación por medio de I+D.
Guzmán y Venancio (2014)	México	2000-2010	Datos Panel	El ingreso real por persona expresado en sueldos aumenta 24.9% por cada año adicional de educación en el periodo de estudio.

### 3. METODOLOGÍA Y ESTIMACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS VARIABLES DE CAPITAL HUMANO SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

El objetivo particular de este capítulo es estimar si el impacto del capital humano en el producto en el largo plazo por medio de variables como la Formación Bruta de Capital Físico, el gasto en educación, el gasto en ciencia y tecnología, la matrícula de alumnos en nivel medio-superior, superior y PIB. Por ello, lo que se desea es llegar a elaborar un modelo econométrico VEC, ya que tiene la ventaja de mostrar la relación de corto y largo plazo entre las variables, y es más utilizado por los economistas debido a sus características. En la primera parte del capítulo se realiza un análisis sobre los datos utilizados en la elaboración del modelo; en la segunda sección, se describe la metodología a realizar para el modelo VEC; en la tercera sección se muestran los resultados del modelo econométrico.

#### 3.1. Datos

Dada la literatura descrita anteriormente sobre las teorías del crecimiento endógeno, que tiene como característica una función de producción Cobb-Douglas con rendimientos crecientes a escala, debido al efecto positivo que tiene el capital humano sobre el producto, las variables utilizadas para el modelo son el PIB, la FBKF, variables de capital humano y una de gasto en ciencia y tecnología. Siguiendo a Carton (2008), Ríos y Marroquín (2008) y Mungaray y Torres (2012), se tomaron las matrículas de educación primaria, secundaria, media-superior y superior como variables *proxy* del capital humano. Por lo tanto, la ecuación general queda de la siguiente manera:

$$\ln Y = f(\ln FBKF, \ln Educación, \ln CyT, \ln Primaria, \ln Secundaria, \ln MedSup, \ln Superior)$$

donde:

*InY* = logaritmo del PIB per cápita a precios de 2008.

*InFBKF* = logaritmo de la Formación Bruta de Capital Fijo per cápita a precios de 2008.

*InEducación* = logaritmo del Gasto Federal en Educación per cápita a precios de 2008.

*InCYT* = logaritmo del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología per cápita a precios de 2008.

*InPrimaria* = logaritmo de la Matrícula de Alumnos en Nivel Primaria.

*InSecundaria* = logaritmo de la Matrícula de Alumnos en Nivel Secundaria.

*InMedSup* = logaritmo de la Matrícula de Alumnos en Nivel Medio-Superior.

*InSuperior* = logaritmo de la Matrícula de Alumnos en Nivel Superior.

Cabe señalar que otros autores como Guzmán y Venancio (2014), Marroquín (2006), Molina (2011) y Briceño, Cercone y Cardoza (2003) utilizaron el promedio de años por escolaridad como variable de capital humano.

Las variables presentadas en la investigación son esenciales para desarrollar el modelo, dada la literatura sobre el crecimiento endógeno, ya que se busca probar si las diversas variables de capital humano inciden positivamente sobre el equilibrio del PIB en el largo plazo.

Sin embargo, una de las limitaciones de los modelos de capital humano es la baja frecuencia de los datos, ya que las instituciones encargadas de publicar la información estadística publican los datos anualmente, lo que contrasta con otras variables como son la inflación o los índices de bolsas de valores que son de frecuencia quincenal y diaria respectivamente.

La forma en que se obtuvieron y trabajaron los datos se detalla a continuación. Para evitar discrepancias estadísticas sobre la procedencia de los datos, dado que cada institución tiene su propia metodología para la medición de las variables, se trató de obtener la mayoría de las variables de una sola fuente. Los datos del PIB y la FBKF se obtuvieron de la base estadística del Banco Mundial. Dichas series se presentan para el periodo de 1980 a 2013. Se tomaron en cuenta las series que expresaban los montos en moneda nacional y a precios corrientes. Posteriormente, se obtuvo el deflactor implícito del PIB, al cual se le modificó su base 100 al año 2008 y posteriormente se deflactaron ambas series para quitar el efecto de los precios en las series.

Las series de Gasto Federal en Educación y Gasto en Ciencia y Tecnología se obtuvieron de los anuarios estadísticos de diversos años del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Los datos obtenidos de los anuarios estadísticos fueron deflactados de la misma manera que los datos del PIB y la FBKF.

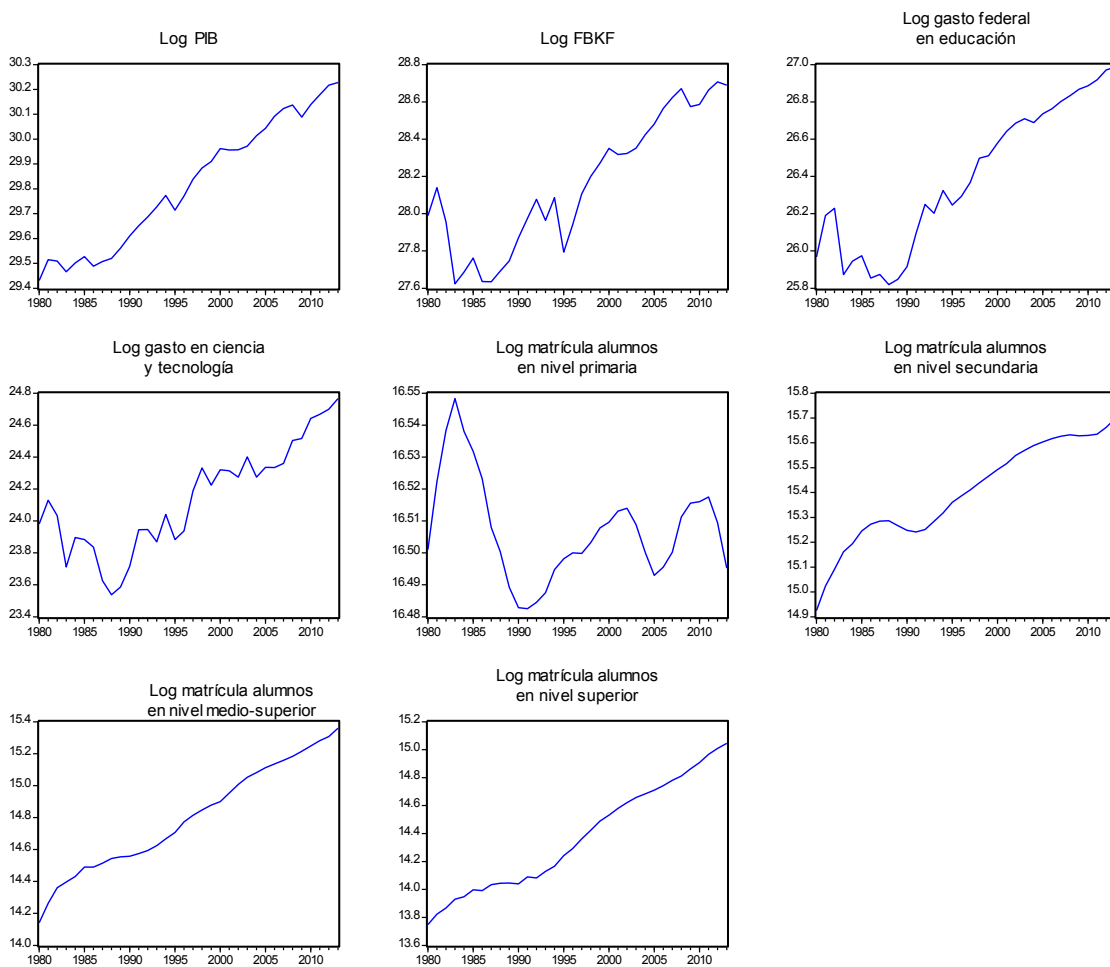
Las matrículas de alumnos cursando diversos grados de estudios fueron obtenidas del Sistema Nacional de Información Estadística Educativa de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

Por último, se transformaron en términos logarítmicos a todas las variables para analizar las elasticidades de las variables.

En la Gráfica 2 se muestra el comportamiento de las variables en el periodo de 1980 a 2013. El PIB per cápita parece seguir un proceso de caminata aleatoria con deriva y tendencia, por lo que se sospecha que esta serie es integrada de orden 1, es decir, no estacionaria. El gasto en educación per cápita, al igual que el PIB, presenta un proceso

no estacionario con tendencia y deriva, por lo que es no estacionario. Por su parte, el gasto per cápita en ciencia y tecnología presenta un proceso aleatorio con deriva no estacionario. Por último, las matrículas de alumnos cursando el nivel medio-superior y superior parecen seguir un proceso con deriva y tendencia, por lo que también son variables no estacionarias.

**Gráfica 2. México. Variables utilizadas en el modelo para el periodo de 1980 a 2013 (PIB, FBKF, GED, GCYT, PRIM, SECU, MED-SUP y SUP)**



### 3.2. Metodología

La metodología del VEC es la óptima debido a que permite analizar el impacto del capital humano sobre el PIB en el largo plazo. A continuación se detallan los pasos para su elaboración.

De acuerdo con Carter et al. (2011) el primer paso para estimar este modelo econométrico es someter a pruebas estadísticas de raíz unitaria a las series por medio de una inspección visual y posteriormente por medio de pruebas formales, como la prueba Dickey-Fuller Aumentada (DFA) y la prueba Phillips-Perron (PP).

La prueba DFA presenta la siguiente forma:

$$(3.1) \Delta Y_t = \alpha + \rho Y_{t-1} + \sum m_s = 1 a_s \Delta Y_{t-1} + v_t$$

Las hipótesis para esta prueba y sus variantes (sin constante, constante y tendencia) también son respecto a  $\rho = 0$  o  $\rho = 1$ . Lo que se busca es que el último rezago de la diferencia sea significativo y el coeficiente de  $Y_{t-1}$  arroje un número negativo para rechazar  $H_0$  de no estacionariedad y se concluya que la variable en probada sea estacionaria, es decir,  $I(0)$ . Para ejemplificar la prueba, al aceptar la hipótesis nula, la serie presenta una caminata aleatoria, mientras que si se rechaza la hipótesis, se obtiene un modelo Autorregresivo, el cual se cumple cuando la serie es estacionaria.

Cabe señalar que la prueba PP se diferencia de la prueba DFA al usar distintos estadísticos  $t$  críticos, por lo que la naturaleza de dicha prueba es la misma.



Seguendo a Carter et al., el siguiente paso es determinar si existe o no una relación de cointegración entre las variables. Dependiendo de los resultados habría dos vías para proceder a realizar el modelo econométrico. Si no existe una relación de cointegración y las variables son estacionarias, se procede a realizar un modelo VAR. En cambio, si existe una relación de cointegración entre las variables y éstas son estacionarias en sus primeras diferencias,  $I(1)$ , se elaborará un modelo VEC.

La cointegración es un caso especial en donde se usan las series no estacionarias con mismo orden de integración. Para ilustrar, se analiza lo siguiente:

Si  $Y_t$  y  $X_t$  son no estacionarias de orden uno,  $I(1)$ , la combinación lineal de ellas, como  $e_t = Y_t - \beta_1 - \beta_2 X_t$  es estacionaria de orden cero,  $I(0)$ , lo que se dice que las series están cointegradas.

La cointegración es que  $Y_t$  y  $X_t$  comparten una tendencia estocástica similar, y desde que la diferencia de  $e_t$  es estacionaria, nunca divergen muy lejos entre ellas.

Para probar la cointegración, se realiza la prueba de Johansen, la cual consiste en probar los errores  $e_t = Y_t - \beta_1 - \beta_2 X_t$  sean estacionarios. Sin embargo, desde que los errores  $e_t$  son inobservables, se prueban en cambio los residuos del MCO,  $\hat{e}_t = Y_t - \beta_1 - \beta_2 X_t$  usando la prueba DF.

La prueba de cointegración es una prueba de estacionariedad de los residuos. Si éstos son estacionarios, hay cointegración; si no son estacionarios, la regresión es espuria y por ende, no hay cointegración. La prueba se basa en la siguiente ecuación:

$$(3.2) \Delta \hat{e}_t = \gamma \hat{e}_{t-1} + v_t$$

donde:

$$(3.3) \Delta \hat{e}_t = \hat{e}_t - \hat{e}_{t-1}$$

Lo importante es que se estima el estadístico-t para el coeficiente de la pendiente estimada,  $\gamma$ . La regresión no contiene constante porque la media de los residuos es cero. Asimismo, se pueden añadir términos adicionales, tales como  $\Delta \hat{e}_{t-1}$ ,  $\Delta \hat{e}_{t-2}$ , como en la prueba DFA, para eliminar el término de autocorrelación en  $v_t$ .

Una vez obtenido el vector de cointegración de Johansen, se realiza el modelo VEC, el cual toma en cuenta la dinámica de las interacciones. Por medio de esta aplicación econométrica se deja a un lado el análisis univariado y se aproxima a un análisis multivariado de series de tiempo, de ahí la palabra vector, que considera un número de series.

Una vez hallado el vector de cointegración, del modelo de VEC se representa de la siguiente manera:

$$(3.4) \Delta Y_t = \alpha_1 + \delta_1(Y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 X_{t-1}) + u_t^y$$

$$(3.5) \Delta X_t = \alpha_2 + \delta_2(Y_{t-1} - \beta_0 - \beta_1 X_{t-1}) + u_t^x$$

Expandiendo (3.4) y (3.5) se tiene que:

$$(3.6) \Delta Y_t = \alpha_1 + (\delta_1 + 1)Y_{t-1} - \delta_1\beta_0 - \delta_1\beta_1 X_{t-1} + u_t^y$$

$$(3.7) \Delta X_t = \alpha_2 + \delta_2 Y_{t-1} - \delta_2\beta_0 - (\delta_2\beta_1 - 1)X_{t-1} + u_t^x$$

Nótese en que (3.6) y (3.7) contienen la misma relación de cointegración. Aquí, el coeficiente  $\delta_1$  y  $\delta_2$  es el término de corrección de error, ya que por medio de este coeficiente se calcula la velocidad con la que  $\Delta Y_t$  y  $\Delta X_t$  responden a desequilibrios en un periodo anterior.

Para ilustrar que un error lleva a una corrección se debe a las condiciones puestas en  $\delta_1$  y  $\delta_2$ . De acuerdo con Carter et al. para que exista una estabilidad en el sistema, se debe de cumplir que  $(-1 < \delta_1 < 0)$  y  $(0 < \delta_2 < 1)$  ya que si en la primera ecuación del VEC el error es positivo, el término  $\delta_1$  debe de ser negativo para que  $\Delta Y_t$  disminuya y regrese a su equilibrio, mientras que un coeficiente de corrector de error positivo en la segunda ecuación,  $\delta_2$ , se aseguraría que  $\Delta X_t$  aumente. Teniendo que ambos coeficientes sean menores a 1 en términos absolutos, el modelo se da la certeza que el modelo no sea explosivo. Asimismo, si  $\delta_1=1$ , el retorno al equilibrio sería inmediato, mientras que si  $\delta_1=0$ , la variable nunca se ajustaría. Por lo que en cuanto más cerca esté de 1, la velocidad es alta, mientras que más cerca de cero se encuentre, la velocidad de ajuste será más lento. En cambio, si fuera positivo, el incremento con respecto al equilibrio de esa variable sería seguido por un mayor incremento en el periodo posterior y así sucesivamente hasta nunca alcanzar el equilibrio

El siguiente paso es realizar un análisis sobre las funciones de impulso-respuesta (FIR) y la descomposición de la varianza.

La FIR permite elaborar un análisis dinámico al modelo por medio de la simulación de choques aleatorios y su intensidad. Su objetivo es medir el efecto de una innovación (impulso) asociado a una de las variables sobre el sistema (respuesta), es decir, analiza

cómo reacciona el sistema a los periodos  $1, 2, \dots, n$ , sin que intervenga otro choque. Además, sirven como una herramienta de análisis tanto a los modelos VAR como VEC, ya que se obtiene una idea del tamaño de un choque, así como la tasa a la cual se diluye dicho choque, lo que permite ver interdependencias entre las variables que se analizan.

La descomposición de la varianza considera la contribución de cada tipo de choque en la varianza del error del pronóstico, lo que permite hacer un análisis sobre las fuentes de volatilidad.

### **3.3. Resultados del modelo econométrico**

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de las pruebas de raíz unitaria, las pruebas de cointegración, la dinámica de largo y corto plazo del modelo, así como las propiedades que deben de cumplir los coeficientes estimados por MCO.

#### **3.3.1. Pruebas de raíz unitaria**

El primer paso es probar si las series económicas son estacionarias, es decir, que la media sea igual a cero y la varianza sea constante en el tiempo, por medio de las pruebas estadísticas DFA y PP.

La metodología econométrica señala como primer paso que se deben de realizar pruebas de raíz unitaria a todas las variables para probar si las series económicas son estacionarias, es decir, que la media sea igual a cero y la varianza sea constante en el tiempo, por medio de las pruebas estadísticas DFA y PP. En el cuadro 4 se muestra la prueba DFA y la prueba PP para todas las variables en sus niveles y primeras diferencias.

*Cuadro 4. Pruebas de Raíz Unitaria de las variables del modelo*

Variable	Forma	DFA	Phillips-Perron
Log PIB (intercepto y tendencia)	Nivel	-2.6103	-2.5211
	1ª diferencia	<b>-3.5616***</b>	<b>-6.1303*</b>
Log FBKF (intercepto y tendencia)	Nivel	-0.3953	-0.3395
	1ª Diferencia	<b>-3.1576**</b>	<b>-5.6923*</b>
Log gasto en educación (intercepto)	Nivel	-2.3098	-2.3098
	1ª diferencia	<b>-6.3504*</b>	<b>-6.3913*</b>
Log gasto en ciencia y tecnología (intercepto y tendencia)	Nivel	-2.5248	-2.3542
	1ª diferencia	<b>-6.3524*</b>	<b>-6.7196*</b>
Log Matrícula nivel primaria (intercepto)	Nivel	<b>-4.0244*</b>	-1.9926
	1ª diferencia		<b>-3.0025**</b>
Log Matrícula nivel secundaria (intercepto y tendencia)	Nivel	<b>-3.3340***</b>	<b>-3.4546***</b>
	1ª diferencia		
Log Matrícula nivel medio-superior (intercepto y tendencia)	Nivel	-2.5899	<b>-3.6555**</b>
	1ª diferencia	<b>-4.3685*</b>	
Log Matrícula nivel superior (intercepto y tendencia)	Nivel	<b>-4.9055*</b>	-1.5392
	1ª diferencia		<b>-4.9197*</b>

\* Se rechaza la hipótesis nula al 1%

\*\* Se rechaza la hipótesis nula al 5%

\*\*\*Se rechaza la hipótesis nula al 10%

Es indispensable recordar que hipótesis nula es que la serie es no estacionaria, mientras que la hipótesis alternativa es que la serie es estacionaria. Los resultados señalan que todas las variables son estacionarias en su primera diferencia, es decir, integradas de orden uno, a excepción de los alumnos en nivel secundaria, la cual muestra estacionariedad en su nivel. Las variables matrícula nivel primaria y matrícula de alumnos en nivel superior fueron estacionarias en su nivel en la prueba DFA, pero la prueba PP muestra que son estacionarias en sus primeras diferencias, por lo que se toma como criterio esta última prueba. Asimismo, la prueba PP señala que la variable de la matrícula de nivel medio-superior es estacionaria en su nivel, mientras la prueba DFA muestra que se tiene que diferenciar una vez la serie, por lo que se toma el último criterio. Cabe señalar que las variaciones de ambas pruebas, ya sea con intercepto o con intercepto y tendencia

se eligieron debido a un criterio subjetivo por medio de las gráficas de cada serie. Asimismo el número de rezagos a incluir fue determinado por el criterio de información Schawrz.

En la prueba PP se aplicaron las mismas derivaciones que en la prueba DFA, es decir, con constante y tendencia menos a la serie de gasto en ciencia y tecnología.

En resumen, en todos los casos se concluyó que las series son integradas de orden uno, es decir, son no estacionarias, a excepción de una variable, por lo que se explorará la cointegración, que es lo que se desea ya que con esto se puede continuar con los demás pasos para encontrar una relación de largo plazo entre el PIB per cápita y las demás variables. Asimismo, se espera que la ecuación arroje signos positivos entre las variables de capital humano y el producto.

### **3.3.2. Cointegración**

Se procede ahora a realizar las pruebas de Johansen para detectar si existe cointegración entre las variables. Los criterios de información Akaike y Schwarz sugieren que se realice su derivación que no incluye tendencia determinista y presenta un intercepto.

La hipótesis nula es que no existe cointegración, mientras que la hipótesis alternativa es que existe cointegración. Los resultados aparecen en el Cuadro 5.

*Cuadro 5. Pruebas de cointegración de Johansen de las variables del modelo*

Ecuaciones de cointegración	Max-Eigenvalue	Estadístico calculado	Valor crítico al 5%	Probabilidad
r=0*	0.9654	107.3715	53.1878	0.0000
r=1*	0.9462	93.5312	47.0789	0.0000
r=2*	0.8490	60.5087	40.9568	0.0001
r=3*	0.7768	47.9995	34.8058	0.0008
r=4	<b>0.5694</b>	<b>26.9670</b>	<b>28.5880</b>	<b>0.0793</b>

Los resultados arrojan que se rechaza la hipótesis nula de no cointegración para  $r=3$ , por lo que existen cuatro ecuaciones de cointegración, dando un paso más para realizar un modelo VEC que en teoría es más deseable que un modelo VAR, ya que tiene la característica que se pueden realizar diversos análisis sobre el impacto de corto y largo plazo de un conjunto de variables sobre otra variable de interés.

### **3.4. Modelo VEC**

Una vez comprobado el requisito de cointegración entre las variables, se procede con el modelo VEC. Se empleó un rezago al ser el modelo que mejores resultados presentaba en cuanto a los estimadores, por lo que se trabajará con un VEC (1).

Se normalizará en PIB, ya que esto permite capturar mejor los efectos del impacto del capital humano sobre ésta, ya que es la variable de estudio. El vector de cointegración se presenta en el Cuadro 6.

*Cuadro 6. Vector de cointegración de las variables del modelo*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>
InPIB <sub>t-1</sub>	1
InFBKF <sub>t-1</sub>	0.0539 (-3.1494)
InEducación <sub>t-1</sub>	-0.0344 (-1.1739)
InCiencia <sub>t-1</sub>	-0.1302 (-6.3528)
InPrimaria <sub>t-1</sub>	2.218 (18.7883)
InSecundaria <sub>t-1</sub>	-0.2695 (-5.9803)
InMed-Sup <sub>t-1</sub>	0.2263 (3.5075)
InSuperior <sub>t-1</sub>	-0.6290 (-12.7281)
C	-54.0752 (-27.6304)

*El estadístico t se encuentra entre paréntesis  
Nivel de significancia al 5%*

Se emplearon los estadísticos t normales para medir la significancia de las variables. La única variable no significativa es la de gasto en educación, mientras que el resto de las variables son significativas.

La ecuación que incluye la dinámica de largo plazo entre el PIB y las variables de capital humano es la siguiente:

$$\ln \text{PIB}_{t-1} = -54.0752 - 0.0539 \cdot \ln \text{FBKF}_{t-1} + 0.0344 \cdot \ln \text{Educación}_{t-1} + 0.1302 \cdot \ln \text{Ciencia}_{t-1} - 2.2180 \cdot \ln \text{Primaria}_{t-1} + 0.2695 \cdot \ln \text{Secundaria}_{t-1} - 0.2263 \cdot \ln \text{Med-Sup}_{t-1} + 0.6290 \cdot \ln \text{Superior}_{t-1}$$

La naturaleza de la ecuación de corrección de error lleva a que los signos de los coeficientes cambien, por lo que en la ecuación de largo plazo se puede apreciar la



modificación. Debido a que el PIB y las variables de capital humano se encuentran expresados en forma logarítmica, sus relaciones son en forma de elasticidad.

Los signos no son los adecuados en la FBKF, en los alumnos en nivel primaria y en nivel medio-superior.

Los resultados arrojan que, *ceteris paribus*, un aumento en 1% en el Gasto Federal de la Educación corresponde a una variación de 0.03% en el producto. Una variación positiva de 1% del Gasto en Ciencia y Tecnología conduce a un aumento en 0.13% al PIB. Un incremento en 1% del número de alumnos en nivel secundaria implica un aumento en 0.27% en el producto. La variable con mayor influencia en el producto en el largo plazo es la matrícula de alumnos en educación superior, ya que un aumento en 1% de ésta conlleva a un aumento de 0.63% en el PIB.

Para probar que existe una relación en el largo plazo entre las variables de capital humano y el PIB, se probará la significancia del Vector de Corrección de Error, en donde debido a su naturaleza se espera que su estadístico arroje un valor negativo. La ecuación de corrección de error en el largo plazo se muestra en el Cuadro 7.

Los datos muestran que existe una causalidad de las variables de capital humano hacia el PIB en el largo plazo, ya que se cumplen los dos criterios: que el coeficiente presente un valor negativo y que sea estadísticamente significativo, lo cual se ve de acuerdo a su probabilidad de 2.31%, menor que el 5% crítico.

*Cuadro 7. Ecuación de cointegración normalizada en PIB per cápita o dinámica de largo plazo.*

Coeficiente	Estadístico t	Probabilidad
-0.6929	-2.4332**	0.0231

\*\* Significa que se rechaza la hipótesis nula al 5%

El coeficiente de  $-0.6929$ , que es el término de corrección de error, se interpreta como la velocidad de ajuste ante un desequilibrio a un equilibrio en el largo plazo. Ante un desequilibrio, la velocidad a la que se retorna al equilibrio es de  $69.29\%$ , una velocidad relativamente alta.

La metodología lleva a realizar el estudio sobre la causalidad de corto plazo que tienen las variables de FBKF, Gasto Federal en Educación, Gasto Federal en Ciencia y Tecnología, la matrícula de alumnos en nivel primaria, secundaria, medio-superior y nivel superior. Para obtener conclusiones, se prueban los coeficientes de corto plazo por medio del estadístico  $t$  usual.

El Cuadro 8 muestra los resultados sobre los coeficientes en el corto plazo. Una característica es que ninguna variable es significativa ni al  $10\%$  crítico, mientras que los signos son mixtos, ya que tanto la FBKF, el Gasto en Ciencia y Tecnología, el Gasto en Educación, las matrículas de alumnos en secundaria y medio-superior tienen signo negativo. Por el otro lado, sólo los alumnos en nivel primaria y superior presentan signos positivos.

Los resultados de los coeficientes en el corto plazo muestran que no existen ajustes en un periodo corto en el tiempo ante desajustes temporales, mientras que por el otro lado, en la ecuación de largo plazo, las variables de capital humano tienen una dinámica de ajuste con el PIB.

*Cuadro 8. Significancia de los coeficientes de las variables del modelo.*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Estadístico t</b>	<b>Probabilidad</b>
IFBKF <sub>t-1</sub>	-0.1160	-1.0705	0.2955
IEdu <sub>t-1</sub>	-0.0815	-0.8348	0.4124
ICiencia <sub>t-1</sub>	-0.0120	-0.1954	0.8468
IPrimaria <sub>t-1</sub>	1.5761	1.0832	0.2899
ISecundaria <sub>t-1</sub>	-0.4352	-1.0443	0.3072
IMed-Sup <sub>t-1</sub>	-0.0440	-0.1083	0.9147
ISuperior <sub>t-1</sub>	0.1719	0.5958	0.5571

Un elemento adicional sobre el modelo es que la bondad de ajuste del modelo expresado por la  $R^2$  es de 0.4522, siendo relativamente bajo. Esto significa que las variaciones en las variables de capital humano explican en un 45.22% a las variaciones en el PIB.

### **3.5. Pruebas de diagnóstico al modelo**

Uno de los fines que caracteriza al modelo VEC es que se emplea para realizar pronósticos y pruebas de hipótesis. Recordemos que se emplea el método MCO para obtener los coeficientes, los cuales deben de cumplir con los mismos supuestos que se requieren cuando se trabaja con datos de corte transversal.

El primer paso es probar si los residuos del modelo presentan una distribución normal. La prueba paramétrica Jarque-Bera arrojó una probabilidad asociada de 0.8226, valor superior al 0.05 crítico, por lo que se acepta la normalidad en los residuos.

Para comprobar la no autocorrelación de los residuos se examina el correlograma en la Cuadro 9. Se incluyeron 16 rezagos y la probabilidad del estadístico-Q muestra que cada uno de los rezagos fue significativamente mayor al 5%, por lo que se concluye que no existe autocorrelación en los residuos.

Una prueba estadística más contundente es emplear la prueba ARCH-LM con un rezago. Esta prueba arroja una probabilidad asociada de 46.73%, valor mayor al 5.00% crítico, por lo que se concluye que no existe autocorrelación de primer orden en los errores.

*Cuadro 9. Correlograma de los residuos del modelo*

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	-0.122	-0.122	0.5203	0.471
		2	-0.025	-0.040	0.5430	0.762
		3	0.002	-0.006	0.5433	0.909
		4	0.014	0.013	0.5514	0.968
		5	-0.182	-0.182	1.8925	0.864
		6	0.112	0.071	2.4168	0.878
		7	0.062	0.076	2.5844	0.921
		8	-0.079	-0.062	2.8642	0.943
		9	0.026	0.017	2.8951	0.968
		10	-0.249	-0.297	5.9690	0.818
		11	-0.091	-0.136	6.3983	0.846
		12	0.063	0.045	6.6143	0.882
		13	0.004	-0.036	6.6152	0.921
		14	-0.038	-0.022	6.7021	0.946
		15	-0.009	-0.133	6.7077	0.965
		16	0.000	-0.030	6.7077	0.978

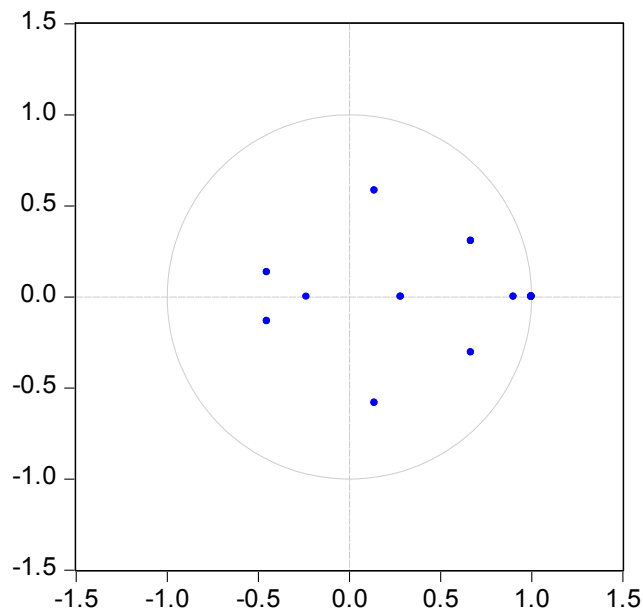
### 3.6. Funciones Impulso-Respuesta

En este apartado se presenta una prueba de estabilidad del modelo VEC, donde las raíces inversas tienen que ser menores a 1 y deben de situarse dentro del círculo unitario en la gráfica 3. Posteriormente se elaboró un análisis dinámico por medio de la simulación de un choque aleatorio de las variables del capital humano a la variable del PIB por medio de una FIR. Para esta parte se empleó un choque o innovación de una desviación estándar sobre el producto. La respuesta tiene proyectado un horizonte de quince años. Los resultados se presentan en la gráfica 4. Antes de continuar, se destaca que el

software Eviews no permite proporcionar los errores estándar de la FIR para los modelos VEC.

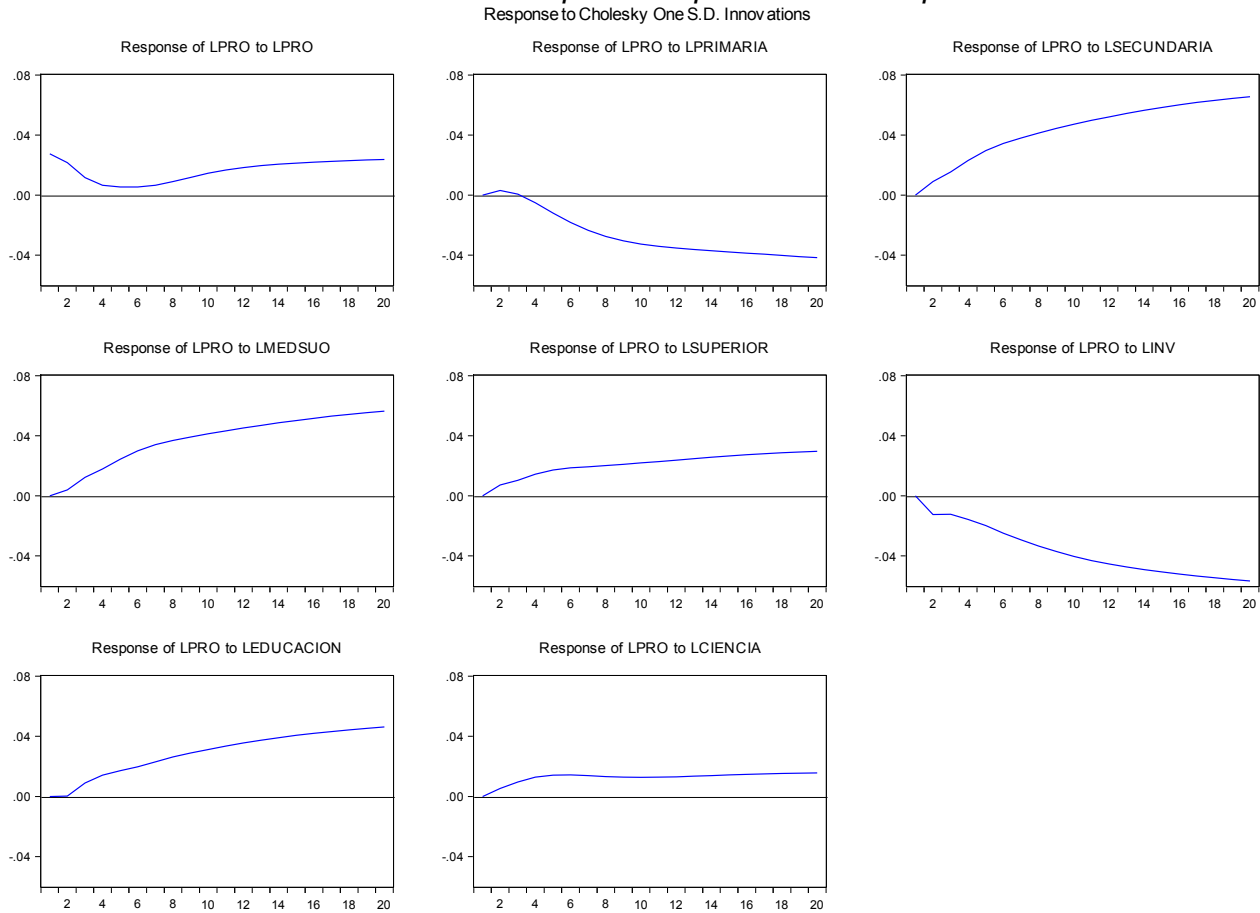
Como se muestra en la gráfica 3, las raíces inversas recaen sobre el círculo unitario, por lo que se concluye que el modelo es estable para realizar las FIR.

*Gráfica 3. Raíces inversas del polinomio característico Autorregresivo*  
Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Una vez comprobado que el modelo estable, se procede a obtener las funciones impulso-respuesta de las variables sobre el PIB.

### Gráfica 4. Funciones impulso-respuesta sobre el producto



Destaca la Formación Bruta de Capital Fijo y la matrícula de alumnos de educación primaria, ya que un choque de éstas hacia el PIB produce efectos negativos a lo largo del tiempo. De esto, tiene suma importancia los efectos de la primera variable porque se contradice con la teoría económica, ya que la Inversión produce un efecto multiplicador en el producto.

Por el contrario, una innovación de la variable de matrícula secundaria propicia el mayor impacto sobre el producto, seguido de la matrícula de alumnos en nivel medio-superior, el gasto federal en educación, la matrícula de alumnos en nivel superior y por último del gasto federal en ciencia y tecnología.

### **3.7. Descomposición de la varianza**

El último paso por realizar es la descomposición de la varianza del error del pronóstico da un análisis de la ponderación relacionada a cada choque. La descomposición se puede interpretar como la causalidad que tiene cada choque aislado en la variación del PIB alrededor de su equilibrio, así como detectar cuál de las variables tiene el mayor impacto.

La varianza del PIB en los cinco primeros años está determinada principalmente por sus propios choques o innovaciones. En el primer año se explica en un 100% por sus propios choques e ir disminuyendo ese porcentaje hasta que en el quinto año que es de 20.29% su explicación. Es hasta el sexto año en donde los choques de la matrícula de educación secundaria es el factor predominante en la varianza del PIB, ya que explica en 24% al PIB, y así continúa siendo la variable predominante hasta el horizonte de quince años.

En los primeros cinco años, las variables que presentaron los mayores choques en la varianza del producto son el número de alumnos en nivel secundaria, seguido por los alumnos en nivel medio-superior y la formación bruta de capital fijo. En cambio, los que menos contribuyeron fueron los alumnos en educación primaria, el gasto en ciencia y el gasto en educación.

Para el horizonte de largo plazo que se estableció en quince años, las variables predominantes fueron los mismos que los que dominaban en el corto plazo. En cambio, los que menos contribuyeron fueron el gasto en ciencia y tecnología, la matrícula de alumnos en nivel primaria de nueva cuenta la matrícula de alumnos en nivel superior. Los resultados se muestran en el Cuadro 11.

**Cuadro 11. Descomposición de la varianza del error del pronóstico**

Variance Decomposition of LPRO									
Period	S.E.	LPRO	LINV	LEDUCA...	LCIENCIA	LPRIMARIA	LSECUN...	LMEDSUO	LSUPERIOR
1	0.027571	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.039605	78.36702	9.791355	0.005157	1.834021	0.603560	5.124175	0.970888	3.303829
3	0.050232	54.14552	12.06605	3.177040	4.801296	0.395438	12.56567	6.520581	6.328408
4	0.065336	33.03730	12.95306	6.624029	6.693149	0.837256	19.99151	11.27963	8.584066
5	0.084217	20.29193	13.31550	8.078867	6.827348	2.501412	24.42413	15.23847	9.322344
6	0.105372	13.22872	14.05963	8.685444	6.203791	4.561153	26.28857	17.87116	9.101536
7	0.127523	9.303276	14.86753	9.199315	5.412013	6.466424	26.86025	19.35917	8.532025
8	0.150144	7.068031	15.65444	9.686310	4.682931	8.012856	26.94411	20.00231	7.949015
9	0.172982	5.795088	16.36548	10.08803	4.079295	9.149257	26.86919	20.19742	7.456238
10	0.195863	5.073168	16.98337	10.41368	3.602064	9.913171	26.75088	20.19884	7.064820
11	0.218638	4.657930	17.49481	10.69885	3.233164	10.38818	26.63744	20.12803	6.761598
12	0.241221	4.409785	17.90100	10.95951	2.949929	10.66237	26.55047	20.03627	6.530665
13	0.263567	4.252067	18.21589	11.19518	2.731947	10.80667	26.49408	19.94775	6.356419
14	0.285653	4.142716	18.45788	11.40397	2.562540	10.87181	26.46239	19.87436	6.224320
15	0.307456	4.059350	18.64436	11.58763	2.428833	10.89192	26.44700	19.81869	6.122214

Cholesky Ordering: LPRO LINV LEDUCACION LCIENCIA LPRIMARIA LSECUNDARIA LMEDSUO LSUPERIOR

### 3.8. Discusión de los resultados

Los resultados de los modelos que toman a las distintas matrículas de niveles educativos en México muestran que son compatibles con la investigación desarrollada en el presente documento. Mungaray y Torres (2010), por medio de un Modelo de Rezagos Distribuidos, encontraron que las variables de matrícula de educación primaria y superior son significativas en el corto plazo, lo que se asemeja a lo que se obtuvo en el modelo desarrollado en esta investigación: la matrícula de educación superior es la que tiene un mayor impacto en el producto en el largo plazo. Sin embargo, la educación primaria no presentó algún efecto, contrario a lo que encontraron otros autores. Asimismo, Ríos y Marroquín (2008), al realizar un modelo de datos panel para los estados de México, hallaron que la matrícula de educación primaria es la que genera un mayor impacto positivo en el producto, aunque este modelo no toma en cuenta las relaciones de largo plazo entre las variables. A pesar de que los autores mencionados anteriormente



encontraron alguna relación de las matrículas de educación superior y primaria principalmente, Carton (2008), por medio de un VAR encuentra que los graduados del nivel terciario, el número de instituciones en primaria, el gasto total en educación y el nivel de escolaridad de la población impactan de manera directa al producto, por lo que hace énfasis en la dimensión cualitativa de la educación, mientras que la matrícula de los distintos niveles educativos no presenta algún impacto significativo, lo que contrasta con los resultados del modelo de esta investigación.

En otros estudios elaborados en donde no toman en cuenta las matrículas de educación, en general los resultados apoyan la hipótesis de que el capital humano genera un efecto positivo en el producto. Cabe señalar que diversos autores toman como variable *proxy* de capital humano los años de escolaridad promedio, que aunque tiene un efecto positivo en general, genera diversos contrastes. Por ejemplo, Canudas (2001) encuentra por medio de un modelo econométrico de corte transversal que el capital físico genera un mayor impacto en la productividad industrial en el largo plazo en el país que el capital humano, medido por los años de escolaridad y la esperanza de vida al nacer. Asimismo, Gaviria (2005) desarrolló un Modelo de Corrección de Error para el caso colombiano y encontró una relación de largo plazo entre el crecimiento económico, las exportaciones menores y la acumulación de capital físico y capital humano. Por otra parte, Guzmán y Venancio (2014) elaboraron un modelo de datos panel para los estados del país tomando los años de escolaridad promedio como medida de capital humano y encontraron que ejercen un efecto positivo sobre el ingreso real por persona. Por último, se resalta el trabajo realizado por Villalán (2012), quien realiza dos modelos econométricos de corte transversal: en el primero halló que el gasto en educación total genera un impacto positivo

en el PIB de apenas 1%, mientras que en el segundo modelo encontró que el gasto en educación en nivel superior presenta un efecto negativo sobre el producto de 9.6% en España. Sin embargo, estos resultados podrían ser influenciados por el reducido número de observaciones con que cuenta para trabajar, ya que sus datos son de frecuencia anual y el periodo es de 18 años.

A pesar de que existe cierta heterogeneidad sobre los modelos implementados y las variables que se utilizan para aproximarse al capital humano, en todas se ha encontrado evidencia a favor de que el capital humano impacta positivamente en el producto. En diversas investigaciones en las que se no se desglosa el capital humano en segmentos y se toma de una forma más en general, los autores encuentran una relación en el largo plazo con el desempeño de la economía. Asimismo, en otros trabajos que toman las variables por nivel educativo presentan la ventaja de que se puede dar una recomendación de política económica más detallada, lo que permite distinguir entre niveles educativos. Por ejemplo, los autores mencionados al inicio de este apartado asocian positivamente al nivel primaria y al nivel superior, por lo que su recomendación va dirigida a apoyar estos niveles, mientras que el estudio de Carton encuentra que los efectos cualitativos son los que tienen una importancia relativa más alta, por lo que su recomendación va dirigida a que la política educativa en México debería privilegiar el desarrollo de las infraestructuras en términos del incremento de la oferta educativa, así como el incremento de los graduados en la educación terciaria, actuando sobre la formación de los maestros y la generalización de la escolarización básica a toda la población.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La economía mexicana presentó un crecimiento alto en la década de 1970, mientras que a partir de la década de 1980 el crecimiento se desacelera y se sustituye esa etapa de crecimiento sostenido por una era de continuas crisis económicas en donde las fluctuaciones cíclicas son las que toman mayor relevancia. A pesar de que existe evidencia que en los últimos años se ha invertido una mayor proporción del producto en la educación, este hecho no se ha visto reflejado en un aumento del crecimiento del PIB en el corto plazo. Por lo tanto, el bajo desempeño en el largo plazo de la economía depende de variables endógenas que tardan en tomar efecto en el crecimiento de la economía.

Diversas investigaciones han corroborado su papel en el producto, aunque varían entre sí al momento de tomar en cuenta cuáles son las variables de capital humano a emplear. Los estudios se pueden dividir en los que toman los años de escolarización promedio y aquellos que toman las matrículas de educación por nivel. Sin importar de cuál se trate, la mayoría de ellas apoyan dicho efecto que ejerce sobre el producto, mientras que sólo un estudio encuentra relaciones negativas entre ambas variables.

Para comprobar que existe una relación en el largo plazo entre las variables de capital humano y el PIB, se probó la significancia del vector de corrección de error, el cual arrojó un valor negativo y estadísticamente significativo. Asimismo, en el corto plazo, ninguna variable arrojó signos positivos, a pesar de que algunas variables como la FBKF o los recursos federales en ciencia y tecnología son formas de gasto, por lo que incluso entrarían en la contabilidad del PIB generando que este último registrara un alza en su

valor. En el largo plazo las variables de FBKF, gasto federal en ciencia y tecnología y las matrículas de nivel primaria, secundaria, medio-superior y superior presentan una relación entre sí. Sin embargo, solamente el gasto en ciencia y el número de alumnos en educación secundaria y superior ejercen un impacto positivo sobre el crecimiento del producto, mientras que el resto de las variables ejercen un efecto negativo. De estas tres variables, destaca el impacto que ejerce la matrícula en educación superior sobre el PIB es la mayor de todas. Los coeficientes arrojan que un aumento de 10% en la matrícula se asocia a un aumento de 6.3% sobre el PIB. En el mismo sentido, un aumento de 10% en el número de educandos del nivel secundaria genera un incremento del 2.7% en el producto. Por último, un aumento de 10% del gasto en ciencia y tecnología genera un impacto positivo del PIB en 1.3%.

Contrario a lo que se pudiera esperar en el corto plazo, ninguna variable presentó significancia estadística, lo que tiene sentido ya que una economía al acumular capital humano los resultados no serán reflejados de inmediato en la contabilidad de las naciones, sino su valor agregado será visto con la innovación y desarrollo que pudiesen generar al país y aportar de nuevos conocimientos y técnicas que permitan proveer de un mayor bienestar a la economía de un país.

Los resultados obtenidos en esta investigación se asimilan con la mayoría de la evidencia empírica de otros trabajos: se encontró que el capital humano ejerce un efecto positivo en la actividad económica. Las variables de capital humano que se tomaron en cada trabajo variaron. Por ejemplo, el único trabajo donde se encontró evidencia negativa del gasto en educación superior sobre el producto fue el de Villalán (2012). No obstante, hay otros estudios donde se toman las matrículas de distintos niveles educativos y obtienen

evidencia positiva en el nivel primaria como Ríos y Marroquín (2008) y Mungaray y Torres (2010) que encuentran evidencia de largo plazo entre la actividad económica y el nivel primaria y superior, respectivamente. Asimismo, Carton (2008) encontró que los factores cualitativos como el número de graduados del nivel terciario, el número de instituciones en primaria, el gasto total en educación y el nivel de escolaridad de la población impactan de manera directa al producto, mientras que el número de alumnos en los diversos niveles educativos no generan el mismo impacto.

Con la evidencia anterior, se plantean una serie de recomendaciones para que la economía mexicana crezca en el largo plazo:

- Incrementar la oferta del número de alumnos en educación superior, ya que como se aprecia en los resultados, es el sector más eficiente debido a que a pesar de su menor presupuesto respecto a los otros niveles de educación genera el mayor impacto positivo en el PIB en el largo plazo.
- Atender a todos los sectores educativos en el país independientemente de su contribución al crecimiento del producto y mantener una política que permita cubrir toda la demanda educativa del país, en donde los alumnos de niveles inferiores puedan transitar al superior.
- Aumentar la inversión en la formación de docentes para que adquieran una mayor calificación a través de capacitación inicial y continua, así como exámenes de colocación más rigurosos y otras técnicas de selección que permita atraer a mejores personal calificado para la tarea de dar cátedra.

Por último, es conveniente señalar que el presente trabajo abre la puerta a posteriores investigaciones del capital humano y su impacto en la economía en el largo plazo, a

través de un mayor horizonte de los años de estudio que permitirá contar con un mayor número de observaciones, así como la introducción de nuevas variables como el número de investigadores, número de patentes registradas, índices de calidad educativa, entre otros, que permitan generar resultados más amplios y de mejor calidad que vayan encaminados a servir de insumos para la toma de decisiones correctas en el ámbito político para que el país crezca en el largo plazo y mejore el bienestar de toda la población, así como las oportunidades de desarrollo.

## REFERENCIAS

Aguiluz, A. y Rodenzo (2007), Tesis “Análisis de la relación existente entre la inversión en capital y desempeño económico y social en El Salvador” de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.

Arreola, J. y H. Ríos (2012), “Inversión en investigación y crecimiento económico: un análisis empírico desde la perspectiva de los modelos de I+D”. En Investigación Económica, vol. 71, No. 282.

Arreola, Juan y H. Ríos (2004), “Educación y crecimiento económico: por entidad federativa: un análisis de panel”. En Repositorio Digital Institucional del IPN.

Barro, R. (2004[2009]), “Crecimiento económico”. Editorial Reverté.

Borrondo, C. (2008), “La innovación en la literatura del crecimiento económico”. En publicación Principios.

Briceño, Cercone y Cardoza (2003), “¿Es la inversión en capital humano la vía para el fomento del crecimiento económico? El caso de Costa Rica” En Instituto Latinoamericano de Políticas Públicas.

Canudas, R. (2001), “Estudio econométrico de la influencia del capital humano en el crecimiento de la productividad industrial de México, 1960-1993”. En Estudios Económicos del Desarrollo Internacional, Vol. 1 ,No. 2.

Carter, R., W. Griffiths y G. Lim (2011), “Principles of Econometrics”. Ed. Waley, Cuarta edición.

Carton, C (2008), "Crecimiento y determinantes educativos: Análisis de un modelo VAR para México 1970-2005" en Observatorio de la Economía Latinoamericana, N° 92, 2008.

Estrada, J. (2000), "Nuevos modelos de crecimiento endógeno en México". En revista Análisis Económico, vol. 15, No. 32.

Gaviria, M. (2005), "Capital humano, externalidades y crecimiento económico en Colombia. 2005". En Ensayos de Economía.

Guzmán, A. (2000), "Las fuentes endógenas del crecimiento económico". En revista Economía, teoría y práctica, No. 13.

Guzmán, S. y H. Venancio (2014), "Modelo de crecimiento neoclásico basado en capital humano: el caso México 2000-2010". De Fundación Rafael Preciado Hernández A.C., documento de trabajo No. 519.

Leyva, S. y A. Cárdenas (2002), "Economía de la educación: capital humano y rendimiento educativo". En Análisis Económico, Vol. 17, No. 36.

Lozano, R. (2006), "Modelos de crecimiento endógeno: externalidades del capital humano". En Encuentro Internacional sobre Economía, Educación y Cultura.

Molina, A. (2011), "El capital humano, la violencia y el crecimiento económico: un análisis de cointegración para Colombia (1950-2000)".

Mungaray, A. y V. Torres (2010), "Actividad económica y educación superior en México". En Revista de la Educación Superior, Vol. 39, No. 156



Neira, I. (2003), "Modelos econométricos de capital humano: principales enfoques y evidencia empírica". En Desarrollo Económico, No. 64.

----- (2002), "Modelos de capital humano y crecimiento económico: efecto inversión y otros efectos indirectos". En Desarrollo Económico, No. 62.

----- (2007), "Capital humano y desarrollo económico mundial: modelos econométricos y perspectivas". En Estudios Económicos de Desarrollo Internacional, Vol. 7-2.

Pacheco, M. (2003), "Los aportes de Lucas en la economía". En Revista Latinoamericana de Desarrollo.

Pérez-López, A. (2005) "Un modelo de cointegración para pronosticar el PIB de México". Publicado por el Banco de México, No. 9504.

Romer, D. (2006), "Macroeconomía avanzada". Editorial McGraw Hill.

Sala-i-Martin, X. (2000). "Apuntes de crecimiento económico". Editorial Antoni Bosch, Segunda Edición.

Villalán, J. (2012), "Capital humano y crecimiento económico". Tesis de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de León.