

DETERMINANTES DEL SENDERO DE CRECIMIENTO BALANCEADO EN URUGUAY: IMPLICACIONES DEL CAPITAL HUMANO (1960-2000)¹

W. Adrián Risso^{*}

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA

Gabriel Storch^{**}

CPA / FERRERE

Resumen:

El presente trabajo tiene un doble objetivo; por un lado, hacer un breve análisis del concepto multidimensional del capital humano y ver su evolución para el caso uruguayo durante el periodo 1960-2000, para lo cual un índice del capital humano es calculado. Por otro lado, se trata de ver la influencia de esta variable en el crecimiento de la economía mediante el desarrollo de un modelo para la economía uruguaya y su estimación econométrica en el mencionado período.

De esta forma un indicador del capital humano promedio de los trabajadores es obtenido, el cual mostró un continuo crecimiento a una tasa del 0,73 % anual. Asimismo el modelo desarrollado es puesto a prueba mediante el Test de Cointegración de Johansen y un modelo de regresión no lineal. En ninguno de los dos fue rechazada la hipótesis de que Uruguay transitó alrededor de un sendero de crecimiento balanceado cuyo motor principal fue el capital humano promedio.

Palabras claves: Capital humano, crecimiento, estado estacionario, cointegración.

I INTRODUCCIÓN

El presente trabajo estudia la importancia del capital humano como determinante del crecimiento de la economía uruguaya durante 1960 - 2000. Para ello, se estima un indicador del stock de capital humano promedio de la población uruguaya ocupada, el cual está determinado por la educación formal alcanzada.

La contribución del capital humano al crecimiento económico se formaliza a través de un modelo cuya base es el planteamiento tradicional de Solow, pero

¹ Deseamos agradecer a Raúl Papa por asesorarnos en la elección del tema y por su apoyo en el proyecto; también a Andrea Vigorito, Marisa Bucheli y Carlos Casacuberta por su colaboración en la formulación del indicador de Capital Humano.

^{*} correo electrónico: risso@unisi.it / ^{**} gstorch@cpa.com.uy

donde se incluye como insumo productivo al capital humano. A su vez, en lugar de suponer exógeno al componente tecnológico del crecimiento, se lo endogeniza de acuerdo a la evolución del capital humano.

La resolución en equilibrio del modelo arroja un sendero de crecimiento para el producto per cápita, cuyo contraste con la evidencia empírica del Uruguay constituye el objeto de análisis de este estudio.

El trabajo se ordena como sigue. En la sección II se desarrolla el concepto y características del capital humano y se plantean una serie de definiciones del mismo, postuladas por diferentes autores. En la sección III se desarrolla la metodología escogida para estimar el capital humano y se presentan los resultados obtenidos.

Posteriormente, en la sección IV se desarrolla un modelo de crecimiento que combina los aportes de Mankiw, Romer y Weil en lo referente a la inclusión del capital humano como insumo productivo, así como los de Arrow, Uzawa y Lucas en cuanto al aprendizaje en la práctica, la evolución de la tecnología y la distribución del tiempo por parte de los agentes económicos.

Finalmente, en sección V se contrasta lo que establece el modelo teórico con la evidencia empírica uruguaya durante 1960–2000. En la sección VI se plantean las principales conclusiones del trabajo.

II EL CAPITAL HUMANO

II.1) Inversión en capital humano

La literatura sobre el capital humano es muy extensa, pero sin duda, quien más ha trabajado el concepto, fue Gary Becker.

Dicho autor considera que los individuos a lo largo de sus vidas pueden invertir en aspectos tales como la formación en el trabajo, la escolarización, la información, la salud, y las cualidades psíquicas, con lo cual, enriquecen su capital humano.

Formación en el puesto de trabajo

Una de las formas mediante la cual una persona puede incrementar su capital humano es en su puesto de trabajo, adquiriendo nuevas calificaciones y perfeccionando las que ya posee.

Becker reconoce dos tipos de formación en el puesto de trabajo. La primera de ellas la denomina formación general. En este caso, prácticamente toda la formación en el trabajo dará lugar a incrementos en la productividad marginal futura de los trabajadores en cualquier empresa.

Sin embargo, un trabajador también puede recibir formación específica en el puesto de trabajo. Esto sucede cuando la formación suministrada al trabajador aumenta su productividad más en la empresa en la que está, que en las demás. Así, si un trabajador que recibió este tipo de formación renuncia se produce una pérdida para la empresa, porque a ésta le costará reponer al empleado. De la misma manera, al trabajador que paga su formación específica el despido le supondrá una pérdida, ya que le será difícil encontrar un empleo igualmente rentable.

De esta forma, los trabajadores tienen menos incentivos para cambiar de empleo y las empresas menos razones para despedirlos, lo que implicaría que las tasas de renuncia y despido están inversamente relacionadas a la cuantía de la formación específica.

Un hecho interesante se observa en el caso de aquellas empresas con suficiente poder monopsonico capaces de evitar la competencia que enfrentan, por lo que sus inversiones en fuerza de trabajo serían en mayor medida específicas.

La escolarización

El individuo también puede incrementar su capital humano a través de la educación formal. Según Becker (1964), puede definirse una escuela como una institución especializada en la producción de educación, diferenciándose de las empresas que producen conjuntamente formación y bienes.

El estudiante, según Becker, durante las horas lectivas enfrenta un costo de oportunidad. En general, el costo de invertir en capital humano, como se mencionó, es igual a las retribuciones netas a las que renuncia un individuo por no trabajar. Es por esta razón que el individuo invertirá más en capital humano en las primeras etapas de su vida, ya que a edades avanzadas el costo de oportunidad será mayor.

La información

Además de la formación en el puesto de trabajo y la escolarización, Becker reconoce otras formas de conocimiento que incrementan el capital humano. Entre estas últimas se encuentran la información sobre el sistema económico y sobre el sistema político-social en general, aspectos que permiten al individuo una mejor interpretación de la realidad que enfrenta.

La salud física y mental

Becker opina que si una inversión mejora la salud psíquica y física del individuo también se está incrementando el capital humano, es decir, se puede realizar un paralelismo con la inversión en formación en el puesto de trabajo. De esta manera, las empresas pueden invertir en la salud de sus empleados a través de exámenes médicos, comidas balanceadas, o evitando las actividades que tienen altas tasas de accidentes y muertes.

II.2) Características del capital humano

Becker sugiere que el determinante principal de la inversión en capital humano es su rentabilidad, es decir, la tasa de rendimiento de la inversión. Una persona racional y bien informada realizaría una inversión si la tasa esperada de rendimientos fuese superior a la suma de los intereses que proporcionan activos sin riesgo más las primas de liquidez y riesgo asociadas a la inversión.

Por otra parte, este tipo de activo posee una alta volatilidad con respecto al capital físico. En efecto, la incertidumbre sobre la duración de la vida, las dudas sobre las aptitudes de los individuos que toman la decisión de invertir y el hecho de que los inversores en general son jóvenes, hacen que el riesgo de este tipo de inversión sea muy elevado.

Una característica adicional sobre el tipo de capital analizado consiste en el período de obsolescencia, ya que existe cierto conocimiento que tiende a perder vigencia con más rapidez, como por ejemplo, el invertido en aprender programas de computación que rápidamente son sustituidos por otros más actualizados. Sin embargo, otra gama de conocimientos no cae en obsolescencia con tanta rapidez, o incluso, permanece vigente hasta la muerte del individuo, como aprender a hablar y escribir.

Una característica fundamental del capital humano radica en que por definición se encuentra incorporado a la persona que invierte. Ello explicaría la dismi-

nución de los beneficios marginales con cada unidad adicional invertida. El hecho de que el capital humano se encuentre incorporado al inversor determina que el tiempo propio sea importante a la hora de producir ese tipo de capital. A diferencia del capital físico, un incremento del capital humano implicaría concomitantemente una disminución del tiempo dedicado a otras actividades.

Becker, Murphy y Tamura (1990) desarrollan un análisis teórico alternativo mediante el cual enfrentan la hipótesis de retornos decrecientes del capital humano. Dichos autores plantean que sociedades con capital humano limitado (abundante) alcanzan un equilibrio caracterizado por familias grandes (pequeñas) y poca (mucho) inversión en dicho activo.

En general, los autores posteriores retoman la idea de Becker. En esta línea se encuentra Barro (1999), quien establece que la acumulación de capital humano es un aspecto importante del desarrollo. El autor plantea que la acumulación del activo se encuentra influenciada mayormente por los programas públicos de educación y salud. Según Barro, son entonces los gobiernos quienes tienen una mayor incidencia en la provisión y financiamiento de la educación, lo cual indica la relevancia de las políticas públicas en dichas áreas.

En tanto, Lucas (1988) plantea que el capital humano representa una turbina adicional del crecimiento. Dicho autor enfatiza una característica muy singular de este tipo de capital. Esta consiste en que la acumulación del capital humano es una actividad social que involucra a grupos de personas, de forma que no tiene contraparte en la acumulación de capital físico.

En un trabajo posterior, Lucas (1990), plantea la hipótesis de que las diferencias de capital humano entre países pobres y ricos, así como las externalidades que este tipo de capital produce, pueden ayudar a explicar los movimientos internacionales de capital físico entre países ricos y pobres.

Nelson y Phelps (1966) por su parte, se centran en la educación. Esta última le permite a un individuo recibir, decodificar y entender la información. Dicho proceso es importante para realizar o aprender distintas tareas. También plantean que el mayor dinamismo tecnológico de un país se encuentra relacionado con un mayor retorno del capital humano.

Romer (1989) sigue en la línea de los autores anteriores y afirma que cada individuo está dotado de aptitudes físicas, educacionales y científicas. Señala que el capital humano influencia directamente la productividad a través del incremento de la capacidad de las naciones para innovar tecnológicamente.

Benhabib y Spiegel (1994) retoman la idea de Romer (1989) y coinciden con Nelson y Phelps (1966) al sugerir que el capital humano afecta la velocidad de difusión del cambio tecnológico y facilita la imitación al país líder en términos de avance tecnológico.

Strauss y Duncan (1995) afirman que una de las decisiones más importantes de los hogares se refiere a aquellas relacionadas con el capital humano de niños y adultos. Dichos autores prestan especial atención al rol de los "no observables", es decir, el trasfondo del stock del capital humano que van acumulando los menores y analizan si éste refleja o no la educación de los padres.

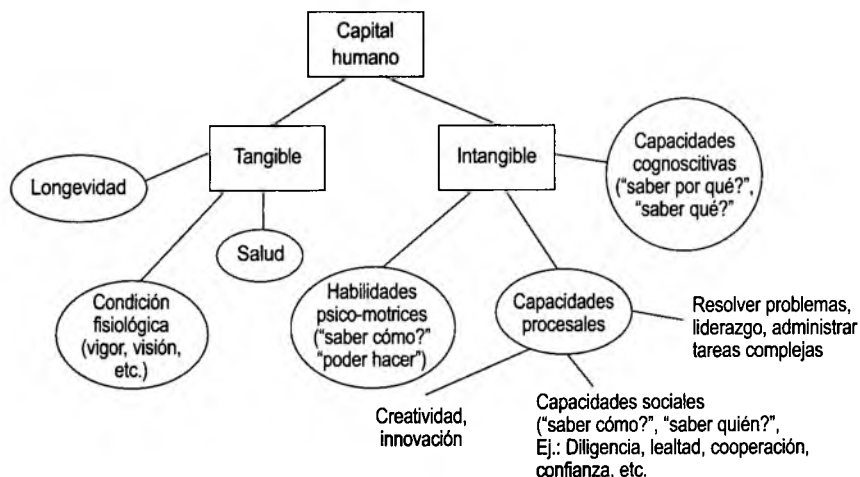
Kim y Lee (1999) establecen que la estructura de capital humano (o estructura de conocimiento) consiste en dos dimensiones: la amplitud y la profundidad. La amplitud representa la flexibilidad, adaptabilidad y el aspecto del rol distributivo del capital humano general en la adopción de nuevas tecnologías, mientras que la profundidad hace referencia al nivel de conocimientos y aptitudes alcanzado.

Para Braun y Braun (1999) el capital humano se compone de las capacidades y conocimientos que posee una persona, las cuales le permiten transformarse en un insumo productivo. Es capital en el sentido de que se lo puede acumular y no desaparece una vez utilizado en los procesos productivos, salvo la proporción que se deprecia.

Según Torello y Casacuberta (1997), el capital humano comprende todos los aspectos productivos de los seres humanos y es producto de la educación, el entrenamiento en el puesto de trabajo, y el desarrollo de la aptitud física y mental. En cierto momento del tiempo el capital humano representa el stock de capacidad productiva contenida en los individuos potencialmente activos en una economía.

En la misma línea, David (2001) señala que la noción que un economista tiene del capital humano se refiere a un conjunto particular de capacidades humanas. Estas se pueden considerar como rasgos que tienden a persistir a lo largo de la vida de una persona y producen efectos positivos en su desempeño. El concepto anterior abarca la capacidad para interpretar los flujos de datos captados por los sentidos así como la información estructurada requerida para propósitos individuales y transacciones interpersonales entre agentes económicos. Abarca además la capacidad para proveer una variedad de trabajo físico a los distintos procesos productivos. Es el recurso clave utilizado para administrar la producción del mercado y las actividades de consumo de las familias y la base cognoscitiva de las actividades económicas y empresariales. Es además importante en la generación de nuevo conocimiento implícito en las innovaciones tecnológicas y organizacionales.

Este autor realiza una interesante clasificación sobre el capital humano que puede resumirse en el siguiente cuadro.



Fuente: Tomado de David, P. (2001).

III CAPITAL HUMANO PROMEDIO (URUGUAY 1960 – 2000)

III.1) El indicador aplicado

En el presente capítulo se presenta la metodología utilizada para la construcción de un indicador de capital humano promedio (CHP) para el Uruguay y los principales resultados derivados del mismo.

Debido al carácter multidimensional del capital humano, no existe ninguna metodología exacta para medirlo, ni tampoco un indicador lo suficientemente preciso¹.

El indicador desarrollado en este trabajo se basa en el máximo nivel educativo alcanzado por los individuos, reconociendo que solo se está tomando una dimensión para su medición (la educativa) pero también la más confiable².

¹ Dentro de los indicadores de capital humano más utilizados se encuentra el índice de analfabetismo adulto, la tasa de enrolamiento escolar, el logro educacional y el labor income based. Ver Barro y Lee (1993).

En términos generales, el indicador presentado este capítulo consiste en obtener el capital humano promedio de los trabajadores mediante el cálculo del promedio de esta población, ponderando cada observación por el máximo nivel educativo que hayan alcanzado en un determinado momento. Ello puede expresarse mediante la siguiente expresión:

$$CHP_t = \frac{\sum P_i N_{i,t}}{\sum N_t}$$

Donde P_i representa el ponderador correspondiente al nivel educativo i , $N_{i,t}$ la cantidad de trabajadores que alcanzaron el nivel educativo i en el momento t y N_t la cantidad de trabajadores en el momento t .

III.2) La Información utilizada

La construcción del CHP se basó en la información relevada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 1993, de 1983 a 2000 a través de las Encuestas Continuas de Hogares (ECH). Las mismas cubren al país urbano, que según los últimos Censos de Población representa el 88% de la población, y se encuentran estructuradas en dos submuestras: Montevideo, donde residían 1,3 millones de habitantes en 1996 y el resto del país urbano, que contaba con 1,4 millones de habitantes ese año. En particular, se utilizó la información relativa a las características del individuo (edad, sexo, asistencia o no al sistema educativo, etc.) y su situación laboral (activo, inactivo, etc.)³.

III.3) Ponderadores

La primera etapa del trabajo consistió en la identificación de 8 niveles educativos y la construcción de una escala de ponderadores de 1 a 3 (crece exponencialmente, con lo que un cambio de nivel representa un aumento más que proporcional del capital humano), en línea con los trabajos realizados por Bucacos (1999), Oulton, Collins y Bosworth (citados en Bucacos, 1999), donde se le

² Torello y Casacuberta (1997) señalan que la educación ha sido la dimensión más utilizada a la hora de medir el capital humano por ser más sencilla y confiable su medición.

³ La población objetivo promedió cada año las 19.800 observaciones. Para procesar dicha información se utilizó el programa SPSS, Versión 10.0.1.

asigna 1 a aquellos trabajadores menos instruidos y 3 a los que poseen la mayor instrucción formal.

III.4) Cobertura

Para las ECH correspondientes al período 1983 – 2000 se trabajó con aquellos individuos ocupados (ECH 1983 – 1990) y el conjunto de ocupados que buscan otro trabajo y los ocupados que no buscan otro trabajo, (ECH 1991 – 2000). También se restringió la edad de los encuestados que conformaron la muestra del CHP (durante 1983 – 2000), asignándose una cota inferior de 25 años y una superior de 60 años. La introducción de la restricción inferior se debió a la imposibilidad de conocer el stock acumulado de capital humano, según edades para el período en que no se contó con las ECH, es decir, al extrapolar la información actual, se hubiera sobreestimado el capital humano de un individuo, que por ejemplo, a sus 13 años finalizó primaria, pero luego continuó con sus estudios durante 12 años más. De esta manera, se optó por restringir la edad mínima de la población objetivo a 25 años, edad en la cual, se estima que un individuo promedio culminó con su proceso de inversión en educación (Bucheli, Miles, Vigorito, 2000). En tanto, la explicación de la cota superior se haya en el intento de evitar una mayor reducción de la muestra al construir el CHP para el período 1960–1982.

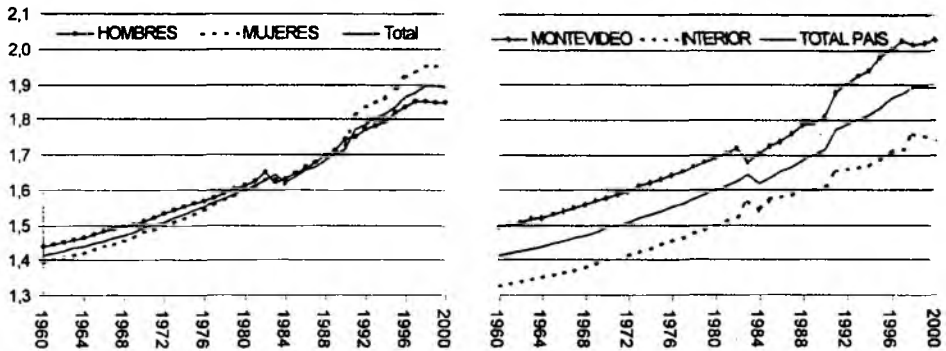
El CHP fue construido para el total del país y se lo desagregó para Montevideo y el interior. A su vez, se desagregó por sexo. Las ECH permitieron dichas aperturas (aquellas correspondientes al período 1983 – 1990, como las de 1991 a 2000), ya que el INE releva información sobre *edad*, *sexo* y *departamento* de los encuestados.

III.5) Resultados del CHP (1960-2000)

Si bien difieren las tasas de crecimiento del capital humano entre sexos, región y al interior de estas desagregaciones, también lo hace la base de cálculo de esas comparaciones, por lo cual, es imprescindible reflejar en una primera instancia, el punto de partida de cada categoría en términos de nivel educativo, que como se mencionó, en este trabajo se lo asimila al stock de capital humano acumulado por un individuo.

Al comienzo del período de análisis, existían diferencias tanto en el stock acumulado de capital humano por parte del hombre y mujeres promedio, como en aquel acumulado por el habitante promedio de Montevideo y el interior. Efectivamente, se observa que en 1960 el capital humano masculino superaba al femenino, situación que perdura inalterada hasta 1990 con excepción de 1983,

1986 y 1987, años en los cuales, el capital humano masculino y femenino prácticamente se iguala.



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos con las encuestas continuas de hogares.

En tanto, a partir de 1991 se consolida un mayor stock de capital humano acumulado por la mujer promedio.

En base a la desagregación por sexo y región se pudo apreciar que durante todo el período de análisis existió un mayor stock de capital humano en Montevideo que en el interior. A su vez, la profundización de esa brecha durante los últimos años, se debió fundamentalmente al creciente desequilibrio entre el stock capital humano alcanzado por la mujer promedio de la capital con respecto a la del interior.

Con respecto al ritmo de crecimiento del stock capital humano, se puede observar que este aumentó en el período de análisis un 33,9%, es decir, a razón de 0,73% por año. Dicha variación respondió a un crecimiento del CHP de las mujeres de 39,9% y de 28,6% en el caso de los hombres. A su vez, la apertura por departamentos indicó una expansión del CHP de 35,9% en Montevideo, donde el crecimiento estuvo liderado por las mujeres (42,9%), y de 31,3% en el interior, donde el CHP de los hombres impidió un mayor aumento al crecer 28,5%, variación que constituyó la de peor desempeño relativo.

Se constató que la década de mayor expansión fue la de 1985 a 1995, período durante el cual, el crecimiento acumulado del CHP llegó a 12,2%, impulsado fundamentalmente por el aumento del CHP femenino en Montevideo entre 1990 – 1995 (12,7%) y en el interior de 1985 a 1990 (6,9%).

Sin embargo, en los últimos cinco años se observó una desaceleración en la acumulación del CHP, el cual creció 3,1% (es decir, 3,8 puntos porcentuales

menos que en el quinquenio de máximo crecimiento). En tanto, los cinco años de menor acumulación de capital humano se observaron entre 1980 y 1985, con una tasa de crecimiento del 2,41% para todo el quinquenio.

En base a los datos presentados por Bucacos (1999)⁴, se pudo observar que el ritmo de crecimiento del CHP en Uruguay durante 1965 - 1990 se aproximó al promedio de América Latina, superó al de los países miembros de la OECD y África y se encontró rezagado con respecto al crecimiento observado en el Este Asiático.

Capital Humano			
<i>Tasa de Crecimiento promedio anual, 1965-1990</i>			
OECD	0,38%	América Latina	0,64%
Países bajos	0,92%	México	1,11%
Estados Unidos	0,71%	Perú	0,92%
Nueva Zelanda	0,53%	Ecuador	0,83%
Reino Unido	0,47%	Argentina	0,73%
Australia	0,41%	Honduras	0,70%
Suecia	0,38%	Uruguay	0,69%
Bélgica	0,32%	Venezuela	0,64%
Canadá	0,10%	Colombia	0,56%
Suiza	-0,46%	Chile	0,50%
		Guatemala	0,50%
Este Asiático	0,85%	Paraguay	0,44%
Corea	1,19%	Bolivia	0,03%
Taiwan	0,91%		
Hong Kong	0,78%		
Tailandia	0,52%		
Otros	0,60%	África	0,40%
Israel	0,67%	Kenya	0,52%
Yugoslavia	0,62%	Zimbawe	0,50%
Jamaica	0,56%	Zambia	0,39%
Sri Lanka	0,53%	Malawi	0,20%

Fuente: Elaboración propia en base al indicador obtenido y a Bucacos, 1999.

Por su parte, al comparar el CHP con otras aproximaciones elaboradas para nuestro país, se observó que el indicador confeccionado en el presente trabajo mostró un crecimiento moderado durante los diferentes subperíodos analizados, y en especial durante los últimos años, en comparación con los demás autores. En particular, se destacó durante 1991-1997 un aumento promedio anual del

⁴ Si bien las metodologías de cálculo difieren, la comparación permite una primera aproximación para una contextualización a nivel internacional de la dinámica del capital humano.

CHP casi un punto y medio porcentual inferior al que presentó la estimación de De Brun (2000) para ese mismo lapso.

Sin embargo, dichas diferencias se encuentran íntimamente ligadas a la metodología de cálculo. Como se mencionó en el capítulo teórico del capital humano, Torello y Casacuberta (1997) y De Brun (2000) aproximan el capital humano en base a las retribuciones pecuniarias que ofrece el mercado. A diferencia del CHP, este tipo de medición incorpora aspectos cualitativos del capital humano, ya que los ingresos derivados del trabajo estarían reflejando las diferentes productividades del capital humano.

Capital Humano			
<i>Tasas de Crecimiento promedio anual</i>			
	<i>Torello Casacubierta</i>	<i>CHP</i>	<i>Dif</i>
88-95	1,80%	1,23%	-0,57
	Bucacos	CHP	Dif
60-98	0,70%	0,78%	0,08
60-72	0,50%	0,55%	0,05
72-85	0,80%	0,63%	-0,17
72-81	0,80%	0,73%	-0,07
81-85	0,80%	0,39%	-0,41
85-98	0,80%	1,14%	0,34
88-95	1,79%	1,23%	-0,56
65-90	0,80%	0,69%	-0,11
	<i>De Brun</i>	<i>CHP</i>	<i>Dif</i>
74-90	0,82%	0,72%	-0,10
91-97	2,40%	0,94%	-1,45
74-97	1,28%	0,89%	-0,39
57-97	1,23%	60-97	0,77%
57-73	1,17%	60-73	0,57%

Fuente: Elaboración propia en base al indicador obtenido, a Torello y Casacuberta (1997), Bucacos (1999) y De Brun (2000).

Por su parte, Bucacos (1999) ajusta la oferta de trabajo de acuerdo a su "calidad educativa" con base a la información que surge al respecto de los diferentes censos de población. Dicho ajuste intenta reflejar la valoración de mercado de los diferentes niveles educativos, idea que se retomó en forma anual en el presente

trabajo. La similitud de la metodología utilizada en estos dos últimos casos se encuentra en la base de la mayor concordancia de los resultados obtenidos.

III.6) Consideraciones sobre el capital humano, su medición para el Uruguay y vinculación entre la educación y el crecimiento

No existe unanimidad en cuanto a la definición misma del capital humano, sin embargo, la mayoría de ellas incluyen al desarrollo de las habilidades cognitivas del individuo (adquiridas por medio de la educación formal, informal o en el puesto de trabajo), las cuales permiten a éste aprehender, decodificar y comprender la información que le circunda. Dicho proceso potencia a su vez la capacidad innovadora de los agentes económicos y contribuye con ello al desarrollo de la eficiencia productiva de una economía.

Otras de las características que se destacan del capital humano son las mayores dificultades de financiamiento al invertir en él, en comparación con las inversiones en capital físico debido al costo de oportunidad, prima de riesgo y liquidez que tiene asociada dicha inversión (vale recordar que este insumo se encuentra incorporado al inversor), la sensibilidad del capital humano agregado de una economía a las políticas públicas de educación y salud, y la vinculación que existe entre este insumo productivo y los demás (al punto que se ha estudiado la predisposición del capital físico a establecerse en aquellas economías donde un mayor stock de capital humano permita una utilización más eficiente del primero).

Cabe destacar a su vez, que la inversión que realiza una economía en el capital humano de sus agentes económicos, ya sea incrementando la eficiencia de los sistemas educativos (formales o informales) o aplicando políticas de salud, cobra especial relevancia en un esquema internacional cada vez más interrelacionado y donde el acceso a la información (tecnología de punta, habilidades y técnicas productivas) constituye uno de los elementos centrales para disminuir la brecha existente, con los países económicamente más desarrollados.

Como se desprende de lo anterior, un análisis integral del capital humano debería ser multidimensional. Es decir, la multiplicidad de aspectos cualitativos que entran en juego a la hora de determinar el stock de capital humano de una economía (constituye un conjunto de decisiones a nivel micro y macroeconómico), implica que la mayoría de las mediciones existentes, además de ser complementarias, están sujetas a críticas y sesgos por omisión de variables.

A modo de síntesis, se destacan a continuación una serie de aspectos que inciden sobre la inversión en capital humano y que difícilmente sean tenidas en

cuenta en forma global por un solo indicador (máxime si se considera la restricción impuesta por la disponibilidad de datos estadísticos).

En primer lugar, las mediciones tradicionales del capital humano (dentro de las cuales se enmarca la del presente estudio) atienden a la inversión formal en la escolarización. Sin embargo, la adquisición de habilidades o el desarrollo de las técnicas existentes en el puesto de trabajo, constituye una fuente de igual importancia en la profundización del capital humano de un individuo. Así como también la adquisición de información a través del proceso de socialización al que se ve expuesto un individuo y una mejor situación sanitaria del mismo, potencian la capacidad de expandir su capital humano. Las asimetrías existentes para acceder a la información y al mercado de capitales pautan a su vez, la toma de decisiones relacionadas con las inversiones formales en capital humano. Tampoco es fácilmente abarcable por los indicadores clásicos, la incidencia de los hogares y la comunidad sobre la decisión de invertir en capital humano.

Dentro de los aspectos relacionados con la calidad de la enseñanza, Torello y Casacuberta señalan que se podría verificar una expansión de la cobertura educativa en desmedro de su calidad, por lo cual, la contribución de un aumento cuantitativo del stock de capital humano al crecimiento económico sería al menos discutible. A su vez, el hecho de que se constate un incremento del tiempo dedicado a la educación, si bien puede redundar en un aumento de la productividad de los agentes económicos, les resta tiempo a éstos para las actividades laborales, aumentando con ello el costo de oportunidad del tiempo dedicado al estudio (ello se encuentra relacionado con la indivisibilidad del inversor y el capital humano mismo).

En cuanto a los resultados de la medición del capital humano promedio ponderado para el Uruguay, se destacan como elementos centrales la evolución del CHP por género y la brecha existente por región. Efectivamente, a comienzos del período de análisis el CHP de los hombres supera al de las mujeres para el total del país, situación que se invierte y consolida en favor de las mujeres a comienzos de la década de los noventa. Por su parte, la brecha existente entre el CHP de Montevideo y el resto de los departamentos considerados en su conjunto, permanece vigente durante todo el período de análisis y se profundiza en la segunda mitad de los noventa, en respuesta a un mayor crecimiento del CHP de las mujeres de Montevideo.

IV MODELO DE CRECIMIENTO CON CAPITAL HUMANO

Diversos estudios empíricos para Uruguay indican que el capital humano jugó un rol importante en el crecimiento económico. Como se mencionó, los análi-

sis más recientes fueron realizados por Torello y Casacuberta (1997), Bucacos (1999) y De Brun (2000)⁵. El objetivo de la siguiente sección consiste en buscar una explicación adicional y complementaria sobre el rol que jugó el capital humano en el crecimiento uruguayo. Para ello se desarrollará un modelo teórico que posteriormente será testeado econométricamente. El mismo se basa en los aportes de Bernanke y Gürkaynak (2001), quienes retoman el trabajo pionero de Mankiw, Romer y Weil (1992). A su vez, se incorporan las ideas de Arrow (1962) y Uzawa (1964) aplicadas por Lucas (1988) en su modelo de dos sectores.

IV.1) Supuestos del Modelo

Se considera una función de producción similar a la de Mankiw, Romer y Weil (1992):

$$Y(t) = K(t)^\alpha (H(t)s_L)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad 0 < \alpha < 1, \quad 0 < \beta < 1 \quad (4.1)$$

Donde $Y(t)$ es el producto agregado, $K(t)$ es el stock de capital físico, $H(t)$ el capital humano, $L(t)$ es el trabajo, $A(t)$ el nivel de la tecnología y S_L la proporción de tiempo que los trabajadores dedican a trabajar. La función de producción es una Cobb-Douglas con rendimientos constantes a escala, pero rendimientos marginales decrecientes en cada uno de los factores. Se puede apreciar que la función de producción introduce al stock de capital humano como un insumo más. Sin embargo, éste aparece al igual que el trabajo eficiente, como se verá más adelante, afectado por la proporción del tiempo que un trabajador dedica a producir. Como señaló Becker (1964), el capital humano a diferencia del capital físico está incorporado en el individuo, por lo tanto, su participación en la producción dependerá de como distribuya éste su tiempo entre sus tres opciones básicas: producción, estudio y ocio. La proporción del tiempo que dedica a producir, S_L , se considera constante en el tiempo⁶.

Al igual que en el modelo de Solow tradicional, se supone que la población (idéntica a la oferta de trabajo) crece a la tasa exógena n :

⁵ Si bien estos dos últimos autores coinciden en la importancia del capital humano, difieren sobre el determinante del crecimiento en los noventa. Mientras Bucacos (1999) señala que la PTF fue la principal fuente de crecimiento, De Brun (2000) afirma que el capital humano fue el principal impulsor. Como lo sugiere De Brun, la diferencia podría hallarse en la metodología utilizada para medir al capital humano.

⁶ Si se considera como unidad del tiempo el día y la jornada laboral en ocho horas, la proporción S_L sería 1/3.

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (4.2)$$

Además, se supone que:

$$Y(t) = C(t) + I(t) \quad (4.3)$$

$$sY(t) = S(t) = I(t) \quad 0 < s < 1 \quad (4.4)$$

$$\dot{K}(t) = I(t) - \delta K(t) \quad 0 < \delta < 1 \quad (4.5)$$

La ecuación (4.3) señala la existencia de una economía cerrada y sin gobierno, donde se produce un único bien que se destina a consumo e inversión, como la economía es cerrada todo lo que se ahorra se invierte. La ecuación (4.4) señala que la inversión iguala al ahorro, el cual es una proporción constante del producto⁷. Al igual que en Solow, se supone que la tasa de ahorro es una proporción constante del producto⁸. La ecuación (4.5) indica una dinámica del stock de capital físico similar a la de Solow, donde al invertir, el capital físico crece y se descuenta una proporción constante del mismo por concepto de depreciación δ .

La tecnología se endogeniza en forma similar a Bernanke y Gürkaynak (2001), quienes retoman la idea de learning-by-doing desarrollada por Arrow (1962). De acuerdo a ello, el nivel tecnológico o nivel de eficiencia por trabajador $A(t)$ surge como un subproducto del proceso productivo y evoluciona de la siguiente manera:

$$\dot{A}(t) = A s_L h(t) \quad A > 0 \quad (4.6)$$

La función anterior indica que el nivel de la tecnología crece en función del capital humano del trabajador promedio $h(t)$, al estilo del modelo de aprendizaje en la práctica presentado en el capítulo previo. Si se considera que $A(t)$ es (co-

⁷ Según Solow (1982), "no se supone que la tasa de ahorro sea una constante independiente. Puede depender de lo que sea, con tal que las cosas de que dependa sean constantes o se compensen en un estado estable, así pues, la tasa de ahorro puede ser diferente en distintos estados estables, si es posible en más de uno".

⁸ De Brun (2000) señala que la inversión uruguaya como porcentaje del PBI se comporta como un proceso estacionario lo cual apoya la validez de este supuesto. Sin embargo, Senhadji (1999) encuentra que de una muestra de 88 países, Uruguay es el único en el que el PBI per cápita y el capital físico per cápita son estacionarios.

mo señalan Bernanke y Gürkaynak, 2001) un tipo de capital humano por trabajador adquirido por aprendizaje en la práctica o lo que Becker (1964) define como capital humano adquirido en el puesto de trabajo, la función establece que personas con mayor capital humano promedio (adquirido por educación) son cada vez más eficientes o aprenden más rápido en la práctica.

Al sustituir en el término de trabajo eficiente la tecnología de acuerdo a (4.6) se obtiene:

$$A(t)L(t) = AS_L L(t)h(t) \quad A > 0, \quad 0 < S_L < 1 \quad (4.7)$$

La misma indica que el nivel de trabajo eficiente aplicado en la producción crece cuando aumentan: a) la proporción de tiempo dedicado a la producción, b) el número de trabajadores, c) el capital humano promedio.

Entonces, *ceteris paribus*, la tasa de cambio tecnológico viene dada por el crecimiento del capital humano por trabajador⁹. Este resultado indica que la tecnología de la economía progresa a la misma tasa que crece el capital humano promedio, esto es una versión parecida pero muy simplificada de la propuesta por Benhabib y Spiegel (1994), en donde una economía tiende a incorporar más tecnología del exterior cuanto más capital humano posee; es de notar que la tecnología en el modelo crece a la misma tasa que crece el capital humano promedio, mientras que en Benhabib y Spiegel la tecnología crece con una función que depende positivamente del capital humano, entre otras variables.

Cabe destacar que existen otras formas de endogeneizar el cambio tecnológico. Una de ellas es la propuesta por Romer mediante el modelo de investigación y desarrollo. Como esta monografía atiende al caso de la economía uruguaya, se consideró que la incorporación de este supuesto no sería razonable¹⁰. Por ello, se supone que el progreso técnico (habilidades que pueden ser desarrolladas en el país o en el exterior) se recibe a través del sistema educativo y es aplicado al proceso productivo a través de (4.1). Se retoma la idea de Nelson y Phelps (1966) en donde la educación (una dimensión significativa del capital humano) es importante en aquellas funciones que requieren adaptación al

⁹ Al tomar logaritmos y diferenciar en (4.6) con respecto del tiempo se obtiene:

$$\ln A(t) = \ln A + \ln S_L + \ln h(t) \Rightarrow \frac{\dot{A}(t)}{A(t)} = \frac{\dot{h}(t)}{h(t)}$$

¹⁰ El modelo I&D se adaptaría mejor a países que presentan altas tasas de inversión en investigación y desarrollo como pueden ser EE.UU, Japón o Alemania.

cambio, es necesaria para aprender a seguir y entender los nuevos desarrollos tecnológicos. Esto es una diferencia con el modelo de Solow en el cual el progreso tecnológico queda inexplicado.

Un supuesto importante adicional se refiere a la evolución del capital humano promedio. Para ello, se parte del modelo de Uzawa-Lucas en Lucas (1988), donde se plantea que los individuos dedican su tiempo a estudiar o trabajar. En ese caso, el capital humano promedio crecería en la medida en que se dedicara más tiempo a estudiar. Como se adelantó, Bernanke y Gürkaynak (2001) suponen que los individuos dedican parte de su tiempo a trabajar (S_L) y otra a estudiar ($1-S_L$). En el presente desarrollo se supondrá, que el individuo dedica una proporción de su tiempo a trabajar (S_L), otra a estudiar (S_H) y otra para el ocio ($1-S_L-S_H$). De esta forma, la ecuación de acumulación de capital humano promedio viene dada por la siguiente expresión:

$$\dot{h}(t) = B\gamma S_H h(t), \quad 0 < S_H < 1, \quad 0 < \gamma < 1 \quad (4.8)$$

Según Bernanke y Gürkaynak el coeficiente B mide la productividad de la tecnología educacional y S_H la proporción de tiempo dedicado a estudiar¹¹.

Por su parte, γ representa el grado de acceso que el individuo promedio tiene a la productividad de la tecnología educacional. Cuando $\gamma=1$, se accede a toda la productividad tecnológica en educación, es decir, un acceso a las más modernas técnicas de educación, mientras que un $\gamma=0$ implica que no se tiene acceso al sistema educativo.

De esta forma, la ecuación anterior plantea que la tasa de crecimiento del capital humano promedio depende positivamente de la incorporación de mejores técnicas en educación, del acceso que el individuo promedio tiene a estas nuevas tecnologías y del tiempo que le dedica a la educación. En principio se considerará que estos parámetros son constantes y exógenos. Como se desprende del análisis, una economía con estas características representa una versión simplificada de la realidad, sin embargo, las conclusiones que surgen del mismo representan una aproximación interesante para interpretar esa realidad compleja.

¹¹ Dado que el capital humano es multidimensional, B también podría ser considerado como la productividad tecnológica en medicina en donde S_H sería el tiempo dedicado en cuidados de salud humano.

IV.2) Resolución del modelo

La función de producción en unidades de capital humano

Al sustituir la función de la tecnología (4.6) en la función de producción agregada (4.1) se obtiene:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (H(t)s_L)^\beta (As_L h(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} = A^{1-\alpha-\beta} s_L^{1-\alpha} K(t)^\alpha H(t)^{1-\alpha} \quad (4.9)$$

Donde la producción agregada depende del stock de capital físico y del stock de capital humano. Se puede apreciar que el coeficiente β desaparece, lo que impide diferenciar el efecto que tiene el capital humano promedio al entrar en la función de producción como un insumo más, de la incidencia que éste tiene como determinante de la tecnología. Dicha función también presenta rendimientos constantes a escala y rendimientos marginales decrecientes en los factores de producción (en este caso, capital físico y humano).

Al expresar las variables en unidades de capital humano, esto es $y=Y/H$, $k=K/H$ se puede expresar la función de producción en términos de capital humano como:

$$y(t) = A^{1-\alpha-\beta} s_L^{1-\alpha} k(t)^\alpha \quad (4.10)$$

El producto en unidades de capital humano queda representado, entonces, por una función de producción con rendimientos marginales decrecientes y depende del capital físico en unidades de capital humano o ratio capital físico-capital humano.

La dinámica del capital físico en unidades de capital humano

Por definición $k=K/H$, al tomar logaritmos a ambos lados de esta igualdad y diferenciar posteriormente con respecto al tiempo se obtiene la siguiente expresión:

$$\ln k(t) = \ln K(t) - \ln H(t) = \ln K(t) - \ln h(t) - \ln L(t) \Rightarrow \frac{\dot{k}(t)}{k(t)} = \frac{\dot{K}(t)}{K(t)} - \frac{\dot{h}(t)}{h(t)} - \frac{\dot{L}(t)}{L(t)} \quad (4.11)$$

Al sustituir las tasas de crecimiento del capital humano promedio y del trabajo (4.8) y (4.2), y al dividir la dinámica del capital físico agregado (4.5) y la fun-

ción del ahorro (4.4) por $H(t)$ y sustituir en la expresión que se obtuvo, se consigue la siguiente expresión:

$$\dot{k}(t) = sy(t) - (n + B\gamma S_H + \delta)k(t) \quad (4.12)$$

La dinámica anterior es similar a la que plantea el modelo de Solow con el progreso técnico. La diferencia radica en que, en dicho modelo, las variables quedan expresadas en unidades de trabajador eficiente y se obtiene una dinámica que depende del ahorro y su reposición, la cual está compuesta por las tasas de crecimiento de la población, la depreciación y el progreso técnico. En este caso, el *Break even investment* es el monto de inversión necesario para mantener constante el ratio capital físico-capital humano y queda determinado por las tasas de crecimiento de la población, la depreciación y el crecimiento del capital humano promedio. A su vez, el capital humano promedio depende de tres parámetros constantes que surgen de la función del capital humano (4.8).

Resolución del estado estacionario

Para encontrar un estado estacionario de la economía es necesario expresar la función de producción y la dinámica del capital físico en unidades de capital humano.

Al sustituir la función de producción (4.10) en la dinámica (4.12) se obtiene:

$$\dot{k}(t) = sA^{1-\alpha-\beta} s_L^{1-\alpha} k(t)^\alpha - (n + B\gamma S_H + \delta)k(t) \quad (4.13)$$

En el estado estacionario el capital físico en unidades de capital humano no crece, por lo cual y se puede $\dot{k}(t) = 0$ expresar la siguiente igualdad:

$$sA^{1-\alpha-\beta} s_L^{1-\alpha} k^*(t)^\alpha = (n + B\gamma S_H + \delta)k^*(t) \quad (4.14)$$

Finalmente el capital físico en unidades de capital humano de equilibrio está dado por la siguiente expresión:

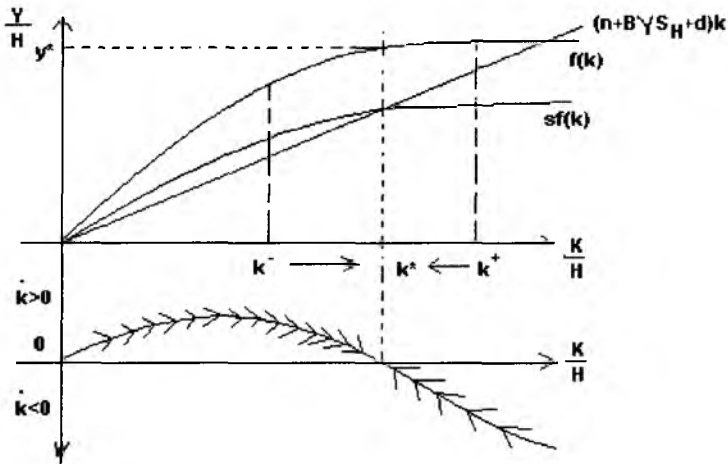
$$k^*(t) = \left[\frac{sA^{1-\alpha-\beta} s_L^{1-\alpha}}{(n + B\gamma S_H + \delta)} \right]^{1/(1-\alpha)} \quad (4.14)$$

El mismo depende positivamente de la tasa de ahorro y el tiempo dedicado a la producción, que aparecen en el denominador de la expresión y negativamente de la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo, de la tasa de crecimiento del capital humano y de la tasa de depreciación.

Al sustituir (4.14) en la función de producción (4.10) se encuentra que el producto en unidades de capital humano de equilibrio queda determinado por:

$$y^*(t) = A^{1-\alpha-\beta} S_L^{1-\alpha} \left[\frac{sA^{1-\alpha-\beta} S_L^{1-\alpha}}{(n + B\gamma S_H + \delta)} \right]^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (4.15)$$

Se encuentra entonces un punto de equilibrio dado por y^* y k^* al cual converge la economía. Sin embargo, la economía converge en unidades de capital humano, es decir, las variables por trabajador crecen en el tiempo de acuerdo al capital humano promedio de los trabajadores y las variables agregadas en función de la evolución del capital humano y el crecimiento de la población. En el gráfico siguiente se observa el punto de convergencia y como se llega a él.



De esta forma al partir de un k menor al k^* , el capital físico en unidades de capital humano crecerá, pero si k es mayor a k^* entonces este capital empezará a decrecer (cada vez a menor ritmo debido a los rendimientos marginales decrecientes) y no hay variación cuando se alcanza el punto k^* . De esta manera, existirá una única solución de crecimiento equilibrado, la cual es estable, ya que para cualquier stock inicial de capital físico, humano y cantidad de trabajadores,

la economía alcanzará un estado estacionario donde las variables en unidades de capital humano permanecerán constantes.

IV.3) Efectos de crecimiento y efectos de nivel

De acuerdo al modelo desarrollado, al alcanzar el estado estacionario las variables en unidades de capital humano no crecen. Ello significa que si se grafica cualquiera de estas variables en el estado estacionario con respecto al tiempo se obtiene una línea constante, paralela al eje del tiempo. Sin embargo, una economía sufre cambios en los parámetros a lo largo del tiempo. Por ejemplo, la tasa de inversión se altera y sus cambios ejercerán efectos de nivel similares a los que predice el modelo de Solow tradicional. Se pasará entonces a un estado estacionario con otro producto de equilibrio en unidades de capital humano. Entonces, la senda de crecimiento balanceada en unidades de capital humano, que en principio es una constante en el tiempo, recibe cambios en sus parámetros que la hacen variar de acuerdo al impacto y dirección que tengan estos efectos de nivel.

Como se mencionó, y^* permanecería constante en el tiempo con lo cual su tasa de crecimiento sería 0. Sin embargo, puede presentar variaciones si se toma en cuenta que a través del tiempo existen variados efectos de nivel. Al permitir que los parámetros exógenos al modelo varíen en el tiempo se puede apreciar en la ecuación (4.16) los cambios del estado estacionario:

$$\frac{\Delta y^*(t)}{y^*(t)} = \frac{(1-\alpha-\beta) \Delta A}{(1-\alpha) A} + \frac{\Delta s_L}{s_L} + \frac{\alpha \Delta s}{(1-\alpha) s} - \frac{\alpha ((\Delta B)S_H \gamma + (\Delta \gamma)B S_H + (\Delta S_H)B \gamma + \Delta \delta)}{(1-\alpha) (n+B)\delta_H + \delta} \quad (4.16)$$

Esta expresión muestra que el producto en unidades de capital humano permanece constante, salvo que existan continuos efectos de nivel. Como se puede apreciar, *ceteris paribus*, un aumento del parámetro A de la función de la tecnología trasladaría el estado estacionario a un nivel superior, de igual forma, un incremento en el tiempo dedicado a trabajar y aumentos de la tasa de ahorro elevan el y^* . Por otro lado, existe una serie de variables que tienen un efecto de nivel negativo y son las que aparecen en el *break-even investment*, así, una mayor tasa de crecimiento de la población, una tasa de depreciación mayor, un aumento en la productividad de la tecnología educacional, un aumento del acceso a estas tecnologías y el aumento del tiempo dedicado al estudio, trasladarán la economía hacia un estado estacionario con una menor relación K/H. Estos últimos provocan una caída porque como H crece a $(B\gamma S_H + n)$, es necesario que K crezca $(B\gamma S_H + n)$, para mantener el ratio capital físico humano constante. Es

un efecto similar a un aumento en la tasa de cambio tecnológico en el modelo de Solow con progreso técnico (efecto "profundización del capital").

El planteamiento anterior es importante, ya que si una economía alcanza el estado estacionario se moverá a través de un sendero de crecimiento balanceado, el cual está afectado por efectos de nivel. Además, la economía recibe shocks externos al modelo que la harán fluctuar alrededor del sendero del equilibrio. Dichos shocks pueden provenir de cambios climáticos, institucionales, etc. Por lo cual, al producto en unidades de capital humano observado en la realidad se le suma un proceso estacionario, que refleja los shocks antes mencionados. Ello se puede expresar de la siguiente forma:

$$\ln(y_t) = \ln(y_t^*) + \varepsilon_t \quad (4.17)$$

Si las variables en unidades de capital humano en estado estacionario se mantienen constantes, las variables en términos por trabajador crecen a la tasa de crecimiento del capital humano promedio de los trabajadores. Ello se puede apreciar al tomar el valor de y^* y se busca la correspondiente expresión en términos por trabajador:

$$comoy^*(t) = \left[\frac{Y(t)}{h(t)L(t)} \right] \Rightarrow \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right]^* = h(t)A^{1-\alpha-\beta} s_L^{1-\alpha} \left[\frac{sA^{1-\alpha-\beta} s_L^{1-\alpha}}{(n+B)\mathcal{S}_H + \delta} \right]^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (4.18)$$

Las únicas variables que crecen en el tiempo son $Y(t)$, $K(t)$, $L(t)$ y $h(t)$, al tomar logaritmos a ambos lados de la igualdad y diferenciar con respecto al tiempo se obtiene:

$$\left[\frac{\dot{(Y/L)}}{(Y/L)} \right] = \frac{\dot{h}}{h} \quad (4.19)$$

La expresión anterior indica que en estado estacionario el producto por trabajador crecerá a la tasa de crecimiento del capital humano promedio de los

trabajadores¹². De esta forma, si el capital humano por trabajador crece (en principio) a una tasa constante positiva, el sendero de equilibrio de la economía será como el del gráfico 1.

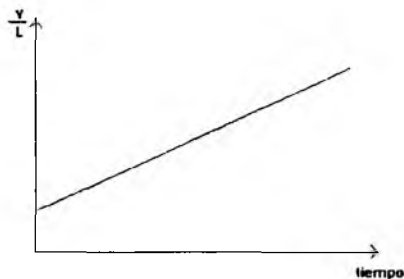


Gráfico 1

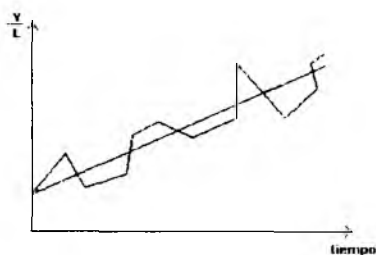


Gráfico 2

Pero como se mencionó, hay parámetros de la economía que varían. Por ejemplo, lo puede hacer la tasa de inversión, por lo cual el sendero anterior no sería lineal y presentaría una evolución como la del gráfico 2.

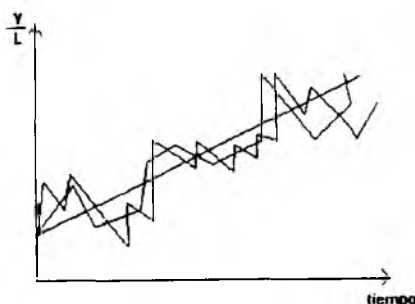


Gráfico 3

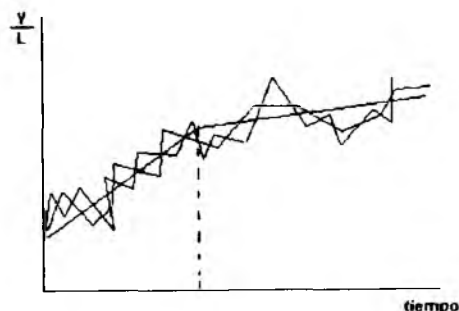


Gráfico 4

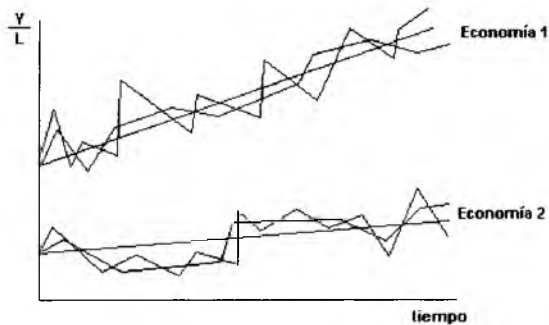
Además, la economía está sometida a shocks externos que la hacen fluctuar en torno a ese sendero. Por lo cual, el camino que seguiría una economía que llegó a su estado estacionario se representaría como en el gráfico 3.

En este caso se observa que el producto por trabajador fluctúa alrededor de la senda de crecimiento balanceado. En el gráfico 3 se realizó el supuesto de que el capital humano por trabajador crecía a una tasa constante en el tiempo y

¹² Es un resultado similar al del modelo de Solow, donde las variables per cápita crecían a la tasa de cambio tecnológico. En el presente modelo el progreso tecnológico crece en última instancia a la tasa del capital humano por trabajador.

presentaba variados efectos de nivel. Pero si en el marco de una economía que presenta una evolución de este tipo se advierte una disminución puntual al acceso a las nuevas tecnologías educacionales (el parámetro γ de la ecuación 4.8), la tasa de crecimiento del capital humano por trabajador cae, lo que genera un efecto de crecimiento y produce una desaceleración del crecimiento equilibrado del producto por trabajador (un razonamiento similar se puede aplicar las demás variables exógenas). El efecto conjunto de crecimiento y nivel más los shocks que recibe la economía se aprecian en el gráfico 4.

A causa de la reducción al acceso a las nuevas técnicas educativas, se desaceleró el crecimiento del capital humano promedio y con ello el crecimiento del producto por trabajador. El ejemplo anterior demuestra cómo una economía al crecer en torno de su sendero de equilibrio balanceado no garantiza que esa situación sea óptima. Por ello, dos economías con acceso diferenciado al avance tecnológico (en última instancia la productividad educacional), presentan distintos senderos de equilibrio, donde una tiene un crecimiento del capital humano superior a la otra y, sin embargo, podrían no converger. El siguiente gráfico muestra un ejemplo de ello:



Ambas economías transitan en torno a sus senderos de crecimiento balanceados, sin embargo, presentan una brecha entre sí debido a que difieren las tasas de crecimiento del capital humano por trabajador entre ellas.

IV.4) Especificación Econométrica

En el siguiente capítulo se testeará la hipótesis de que la economía uruguaya evolucionó alrededor de un sendero de crecimiento balanceado de acuerdo al modelo desarrollado. En la presente sección se plantea el modelo de análisis a testear.

Al tomar la ecuación (4.22) permitiendo, de acuerdo a lo visto en la sección anterior, libertad de movimiento a los parámetros s , n y $(B\gamma S_H)$ pero respetando el carácter exógeno de estos al modelo y aplicar logaritmos, se obtiene el siguiente resultado:

$$\ln \left[\frac{Y}{L} \right]^* = \frac{\ln(A^{1-\alpha-\beta} S_L^{1-\alpha})}{(1-\alpha)} + \ln(h_t) + \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(s_t) - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(n_t + (B\gamma S_H)_t + \delta) \quad (5.24)$$

Como el valor observado del producto por trabajador es el del nivel de estado estacionario más las fluctuaciones provocadas por los shocks externos:

$$\ln \left[\frac{Y}{L} \right]_t = \ln \left[\frac{Y}{L} \right]^* + \varepsilon_t \quad (5.25)$$

Finalmente, la especificación econométrica puede plantearse como:

$$\ln \left[\frac{Y}{L} \right]_t = C + R \ln(h_t) + \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(s_t) - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(n_t + (B\gamma S_H)_t + \delta) + \varepsilon_t \quad (5.26)$$

Donde el sendero balanceado del producto por trabajador quedaría explicado por una constante, el capital humano promedio cuyo coeficiente R debería ser igual a uno, la tasa de ahorro o inversión, la sumatoria del crecimiento de la población, el crecimiento de la tecnología y la tasa de depreciación, más un término de error ε_t , que representa los shocks que recibe la economía.

Para respaldar los resultados que arroja la estimación del proceso generador de datos especificado linealmente en los parámetros, se testeará también la especificación no lineal del modelo tomando (4.24):

$$\left[\frac{Y}{L} \right]_t = C \left(\frac{s_t}{(n_t + (B\gamma S_H)_t + \delta)} \right)^{\alpha/(1-\alpha)} h(t)^R + \varepsilon_t \quad (5.27)$$

Esta expresión también corresponde al sendero de crecimiento balanceado de la economía. Nuevamente $\alpha/(1-\alpha)$ es un coeficiente a testear al igual que R^{13} , el cual debería ser 1, y ϵt es el proceso estacionario.

V EVIDENCIA EMPÍRICA PARA URUGUAY

En la presente sección se testeará si la economía uruguaya transitó durante 1960-2000 en torno al sendero de crecimiento balanceado planteado en el modelo teórico.

V.1) Series utilizadas

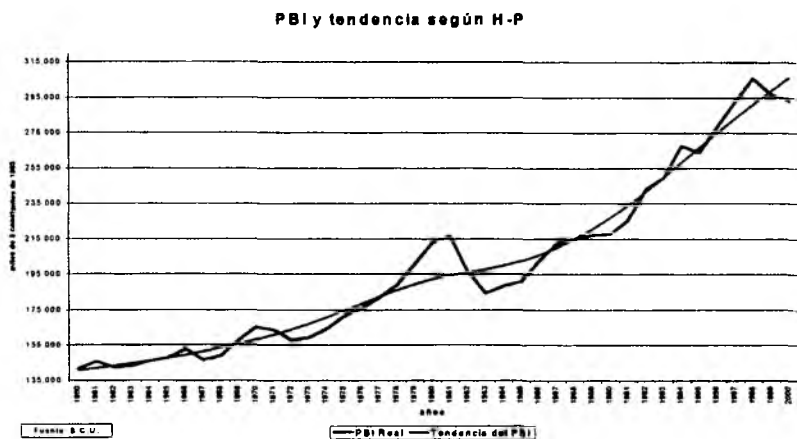
El Producto Bruto Interno (PBI) se obtuvo del Banco Central del Uruguay a través del Sistema de Cuentas Nacionales. Los datos fueron obtenidos para el periodo 1960-2000 y están expresados en miles de pesos constantes de 1983¹⁴.

En el gráfico siguiente se puede apreciar la evolución del PBI a precios constantes de 1983, así como su tendencia calculada según el método Hodrick-Prescott¹⁵.

¹³ Como se verá en el capítulo siguiente, dicho coeficiente está relacionado a los rendimientos constantes a escala en la función de producción.

¹⁴ Los cambios que sucedieron en la serie fueron considerados, estos son el de 1983 y la modificación de las cuentas nacionales en 1999. Para una descripción de este cambio ver "Actualización de las Cuentas Nacionales, resultado de las series revisadas 1988-1999" en *Revista de Economía- Segunda Epoca* Vol. VII, No. 2 BCU. Se agradecen las aclaraciones de la Ec. Lourdes Erro.

¹⁵ Según Hodrick-Prescott (1997), la tendencia de una serie se puede obtener al minimizar simultáneamente el promedio entre la serie observada y su tendencia en algún punto del tiempo y la tasa de cambio de la tendencia en ese punto del tiempo.



Fuente: Elaboración propia en base al PBI del Banco Central del Uruguay.

Se puede observar que la tendencia es de crecimiento, donde el PBI aumenta a una tasa de 1,84% promedio anual.

Como indicador de la inversión se utilizó la serie de *inversión privada en maquinarias y equipos*, la cual compone la formación bruta de capital que surge del Sistema de Cuentas Nacionales. Se obtuvo la serie en miles de pesos constantes de 1983 para el período 1960-2000. La tasa de crecimiento promedio anual de la inversión en maquinarias y equipos a precios constantes fue del 2,95% anual.

Un primer intento para aproximar la oferta de trabajo consistió en actualizar el indicador de horas trabajadas elaborado por Borraz (1996). El mismo surge de dividir los datos anuales de remuneraciones líquidas que aparecen en las cuentas nacionales, con respecto al Índice Medio de Salarios (elaborado por el INE). Sin embargo, ante la constatación de que el Banco Central del Uruguay dejó de relevar la información relativa a las remuneraciones líquidas a partir de 1994, la construcción de la serie de trabajo a partir de la metodología anterior se truncó.

Ante la imposibilidad de conseguir datos anuales sobre el mercado de trabajo para el período 1959 – 2000, se recurrió a los cuatro Censos de Población comprendidos en el lapso mencionado (1963, 1975, 1985 y 1996), al trabajo elaborado por la Dirección General de Estadística y Censos (ahora INE) en conjunto con el Centro Latinoamericano de Demografía (1991) y al trabajo elaborado por el INE en conjunto con el mismo centro (1991). Dichas fuentes brindaron un conjunto de seis observaciones sobre la población económicamente activa (PEA) comprendida en un rango etario de 25 a 60 años e información anual so-

bre la población total. Para la construcción de la serie se interpoló la participación de la PEA en el total de la población entre los años para las cuales se dispuso de esa información.

El modelo de análisis utiliza el producto *per cápita* o por trabajador. Si bien el modelo de Solow menciona a la población, realiza el supuesto de que todos los habitantes son trabajadores ocupados. Según Hoeffler (2000), como el modelo de Solow se basa en una función de producción, corresponde utilizar el PBI por trabajador (y no el PBI por habitante), ya que no todas las persona contribuyen a la producción. En este trabajo se aproximó dicha serie a partir del cociente entre el PBI y la PEA mencionada anteriormente.

El modelo de Solow supone que la inversión iguala al ahorro, ya que parte de una economía cerrada y con competencia perfecta en el mercado de capitales (no es viable el endeudamiento externo).

En la presente monografía, como aproximación a la tasa de acumulación de capital físico se utilizó el cociente entre la inversión en maquinarias y equipos y el PBI a precios constantes.

La inversión necesaria para reponer una unidad de capital físico en unidades de capital humano (break even investment) está compuesta por la tasa de crecimiento de los trabajadores, la tasa de crecimiento del capital humano por trabajador y la tasa de depreciación del capital físico.

En el presente trabajo, se utiliza como tasa de crecimiento de los trabajadores (n), la de la PEA, en línea con el modelo de análisis.

La tasa de crecimiento del capital humano por trabajador es la tasa de crecimiento del capital humano promedio desarrollado en el capítulo III.

En cuanto a la tasa de depreciación, Mankiw Romer y Weil (1992) señalan que el consumo de capital, de acuerdo a los datos de Estados Unidos, alcanza al 10% del producto y el cociente capital - producto se sitúa en 3, por lo cual, la tasa de depreciación (δ) se aproxima a un 3%. Asimismo, Romer (1989; citado en Mankiw, Romer, Weil, 1992) utiliza una amplia muestra de países y concluye que δ se sitúa en un rango de 3% a 4%.

Se utilizó la serie de capital humano por trabajador elaborado en el capítulo III en base a los datos de las Encuestas Continuas de Hogares, según la metodología descrita.

Dicha serie abarca el período 1960-2000 y presentó un crecimiento promedio anual de 0,73%.

V.2) Análisis de cointegración

V.2.1) Análisis de raíces unitarias en las series

Como primer paso para estudiar la existencia de una o más relaciones de cointegración, es preciso analizar el orden de integración de las variables a incluir en el modelo. Ello implica analizar si las series son estacionarias o integradas y en este último caso es preciso determinar su orden. El siguiente cuadro presenta un resumen de los resultados básicos obtenidos a partir del Test de Dickey-Fuller aumentado:

<i>Variable</i>	<i>Orden de integración</i>
$(PBI/L)_t$	Serie integrada I(1)
$(I/PBI)_t$	Serie estacionaria I(0)
$(n+B\gamma S_n+\delta)_t$	Serie integrada I(1)
$(h)_t$	Serie integrada I(1)
$\text{Ln}(PBI/L)_t$	Serie integrada I(1)
$\text{Ln}(I/PBI)_t$	Serie estacionaria I(0)
$\text{Ln}(n+B\gamma S_n+\delta)_t$	Serie integrada I(1)
$\text{Ln}(h)_t$	Serie integrada I(1)

Fuente: Elaboración propia en base al test Dickey-Fuller aumentado, utilizando Eviews 3.0.

En términos generales, se comenzó el test en la primera diferencia de las series y luego se realizó en niveles. En cada caso se partió de especificaciones con 6 rezagos y luego se eligió el rezago para el cual el modelo presentó un R^2 ajustado máximo¹⁶.

Se obtuvo que las series del PBI por trabajador, la pendiente del *break even investment* y el capital humano promedio de los trabajadores son procesos integrados de primer orden, mientras que la serie de la tasa de inversión resultó estacionaria tanto en nivel como en logaritmos. Los resultados anteriores permiten estudiar si existe una relación de cointegración entre las variables. Cabe destacar, que si se tienen dos variables es preciso que ambas sean integradas del mismo orden para hallar una combinación lineal estacionaria de ambas (existe cointegración entre ellas), pero cuando se tiene más de una serie no es preciso que todas tengan el mismo orden.

¹⁶ Los resultados fueron obtenidos mediante el programa E. Views 3.0.

V.2.2) Análisis de cointegración de las series

Según Espasa y Cancelo (1993), desde un punto de vista estrictamente económico, el estudio de la existencia o no de una relación de cointegración entre las variables que entran en el análisis, es uno de los resultados básicos del proceso de modelización, ya que se analiza hasta qué grado se ha conseguido captar el comportamiento a largo plazo de la variable a explicar, mediante las variables explicativas consideradas en el proceso de modelización.

Es por esta razón que se analizará la existencia o no de una relación de largo plazo entre las variables expuestas en la sección anterior teniendo en cuenta el modelo teórico propuesto, en otras palabras, se buscará una relación de largo plazo para el sendero de crecimiento balanceado.

Es preciso, en primer lugar, explicar el motivo de la inclusión de una estimación no lineal en los parámetros, la cual acompaña los resultados que surgen del modelo linealizado luego de realizar el test de Johansen, generalmente aplicado en los estudios de cointegración. Cuando se linealiza el modelo surge un problema, existen tasas que aparecen afectadas por logaritmos (crecimiento de la población y del capital humano). Ello puede afectar las propiedades estadísticas de los estimadores. Es por esta razón que se decidió estimar la especificación no lineal mediante mínimos cuadrados no lineales para comparar los resultados. Si los mismos son similares se podría afirmar que no hubo un efecto importante por aplicar logaritmos a las tasas¹⁷.

Al igual que en los modelos lineales la estimación no lineal también enfrenta el problema de las regresiones espúreas. En esta línea se encuentran los trabajos de Park y Phillips (1998) quienes desarrollan una teoría para regresiones no lineales con procesos integrados. Posteriormente Chang, Park y Phillips (2001) desarrollan una teoría asintótica para una clase general de regresiones no lineales, no estacionarias, con lo cual amplían el trabajo de Phillips y Hansen (1990) sobre la cointegración lineal. En ese trabajo se desarrolla un nuevo método denominado Mínimos Cuadrados No Lineales No Estacionarios Eficientes (EN-NLS) que brinda estimaciones de los parámetros más eficientes que los mínimos cuadrados no lineales, que, según los autores, generalmente arrojan estimadores ineficientes e inconsistentes cuando los regresores son procesos integrados. Esta última metodología, que permite una estimación no lineal aún con procesos integrados, sin afectar las propiedades deseables de los estimadores, no se

¹⁷ Se agradecen los útiles comentarios brindados por Adrián Fernández y Fernando Lorenzo.

pudo aplicar debido a que requiere aditividad entre los regresores estacionarios y no estacionarios.

Por otra parte, Karlsen, Myklebust y Tjostheim (2000) sugieren que si de una regresión no lineal, cuyas variables explicativas son procesos integrados se obtiene un residuo, es estacionario. En econometría este resultado podría ser interpretado como un tipo de relación de cointegración no lineal.

Los resultados del modelo no lineal obtenidos fueron los siguientes:

$$\left[\frac{\hat{Y}}{L} \right]_t = \hat{C} \left(\frac{s_t}{(n_t + (B\gamma S_H)_t + \delta)} \right)^{\hat{\alpha}/(1-\hat{\alpha})} h_t^{\hat{R}}$$

	C	α	R
Coefficiente	0,152642	0,092162	0,957530
Error Estándar	(0,007198)	(0,016567)	(0,087229)
Estadístico t	21,2062	5,5630	10,9772
P-valor	0,0000	0,0000	0,0000
R ² ajustado		0,847010439	
Error estándar de la regresión		0,011265153	
Estadístico F		111,7278735	

Fuente: Elaboración propia usando un modelo no lineal en Eviews 3.0.

Al realizar el test-ADF con 1 rezago (según criterio máximo R² ajustado) a los residuos de esta regresión, se rechazó la existencia de una raíz unitaria, por lo cual la serie de los residuos sería estacionaria y se habría obtenido una especie de relación de cointegración de acuerdo a los planteamientos de los autores anteriormente mencionados. Como se observa en el cuadro, los coeficientes son todos altamente significativos y presentan los signos esperados. A continuación se compararan estos resultados con los que surgen del test de cointegración de Johansen.

El test de cointegración de Johansen es preferible al método bietápico de Engle y Granger, ya que tiene la ventaja respecto a este último que de existir más de una relación de cointegración permite estimar todos los vectores posibles y no impone a priori la restricción de que exista solamente uno (como lo realiza el método de Engle Granger). Además, la única relación de cointegración que pueda arrojar el método de Engle Granger podría resultar de una combinación lineal de otras dos verdaderas relaciones de equilibrio. En este sentido, se es más estricto a la hora de poner a prueba el modelo. Los resultados fueron

obtenidos mediante el programa econométrico PcFiml versión 9.00 (ver Doornik y Hendry D.F., 1997)¹⁸.

El procedimiento fue el siguiente: se inició el test de cointegración de Johansen con tres rezagos y se utilizó el criterio mínimo AIC para determinar su número. El mínimo se halló para 2 rezagos. Se obtuvo como resultado, la existencia de una única relación de cointegración al 5% de significación:

$$\ln \left[\frac{\hat{Y}}{L} \right] = -1,8077 + 0,95773 \cdot \ln(h_t) + 0,15053 \cdot \ln(s_t) - 0,15480 \cdot \ln(n_t + (B\gamma S_H)_t) + \delta$$

Posteriormente se realizó el test de restricción de los parámetros. Como se demostró en la ecuación (5.26), los coeficientes del ahorro y la pendiente del *break even investment* deben ser iguales en valor absoluto y con signos opuestos. Por otra parte, el coeficiente del capital humano promedio debería ser igual a 1.

$$\ln \left[\frac{\hat{Y}}{L} \right] = -1,8143 + 1,0000 \cdot \ln(h_t) + 0,14289 \cdot \ln(s_t) - 0,14289 \cdot \ln(n_t + (B\gamma S_H)_t) + \delta$$

$$(0,00000) \quad (0,017048) \quad (0,00000) \quad (0,00000) \quad (0,023716)$$

Test LR: $\text{Chi}^2(2) = 0,10295$, el valor crítico al 5% de significación es 5,991, por tanto, no se rechaza la restricción. Como se puede apreciar, no se rechazó que los signos y los valores fueran los que predice la teoría.

Finalmente se realizó un test de exogeneidad débil¹⁹ sobre las variables. Según Espasa y Cancelo (1993) una variable es exógena en el análisis que se pretende realizar, si éste se puede hacer sin necesidad de modelizar expresamente la ecuación explicativa de la presunta variable exógena. Como se presentó en el modelo teórico, tanto la tasa de inversión, de crecimiento de la mano de

¹⁸ Se agradece a CINVE por permitir la utilización de dicho programa, así como al Ec. Dante Amengual por su colaboración y aclaraciones.

¹⁹ Según Espasa y Cancelo (1993), el objetivo último del análisis de la exogeneidad es simplificar el modelo econométrico, ya que se ha dicho que una variable exógena implica que se puede considerar como dada, sin que ello suponga pérdida alguna de información con relación al fin con que se desea utilizar el modelo.

obra y del capital humano por trabajador, como el nivel de capital humano por trabajador son exógenas y explican al PBI por trabajador, que sería la única variable endógena.

Al realizar este test se obtuvo que:

$\ln \left[\frac{\hat{Y}}{L} \right]$	=	- 1,8645	+ 1,0000	. $\ln(h_t)$	+ 0,13746	. $\ln(S_t)$	- 0,13746	. $\ln(n_t + (B\gamma S_H)_t + \delta)$
(0,00000)	(0,015645)	(0,00000)	(0,00000)	(0,021764)				
α implícito de la regresión:	0,120848							
Test LR χ^2 (5):	10,342		Valor crítico al 5% =11,070					

Las desviaciones estándar de los coeficientes aparece entre paréntesis.

Es decir, no se pudo rechazar que las variables mencionadas fueran exógenas.

Por último se testeó si en el modelo no lineal los coeficientes coincidían, al igual que los resultados que surgieron del test de Johansen, con los que predice la teoría. Es decir, se planteó en el modelo no lineal la H_0 $\alpha=0,12$, $R=1$ y $C=0,15$. Se aplicó el test de Wald y se obtuvo un estadístico $\chi^2(3)=5,479461$, que con un valor crítico al 5% de significación de 7,815 implicó el no rechazo de la hipótesis nula. Por lo cual se reafirman los resultados antes obtenidos.

V.3) Rendimientos constantes a escala

El modelo parte de la base de que la función de producción (4.1) presenta rendimientos constantes a escala, sin embargo, se puede demostrar con una función general que la relación de cointegración implica que no se puede rechazar la existencia de rendimientos constantes a escala. Al suponer la siguiente función de producción Cobb-Douglas generalizada, similar a (4.1):

$$Y(t) = K(t)^\alpha (H(t)s_L)^\beta (A(t)s_L L(t))^{R-\alpha-\beta} \quad 0 < \alpha < 1, \quad 0 < \beta < 1 \quad (6.1)$$

$$0 < s_L < 1$$

Como se observa, ahora aparece R , lo cual implica que si es 1, existen rendimientos constantes a escala, si $R < 1$ existen rendimientos decrecientes a escala, si $R > 1$ entonces se tiene una función de producción agregada con

rendimientos crecientes a escala. Al repetir el desarrollo presentado en el capítulo anterior se obtiene la siguiente relación:

$$\ln \left[\frac{Y}{L} \right] = C + R \ln(h_t) + \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(s_t) - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \ln(\eta_t + (B\gamma S_H)_t + \delta) + (R-1) \ln(L(t)) + \varepsilon_t \quad (6.2)$$

Se puede observar que si existen rendimientos constantes a escala $R=1$, por tanto, el coeficiente de $\ln(h(t))$ es 1 y el de $\ln(L(t))$ es 0. Dicha relación (con $R=1$) fue la que se halló, por lo que no se puede rechazar la existencia de rendimientos constantes a escala.

V.4) Los Resultados Obtenidos

En las secciones anteriores se probó que la relación de equilibrio presentada en el capítulo anterior presenta una única relación de cointegración, por lo que no se puede rechazar la hipótesis de que el producto *per cápita* uruguayo se mueve estacionariamente alrededor de un sendero de crecimiento balanceado, donde el capital humano es una variable explicativa importante.

Los signos de los coeficientes son los correctos, un aumento de la tasa de ahorro tiene un efecto de nivel en el sendero de crecimiento, así como, un aumento en el crecimiento de la población disminuye el crecimiento del PBI por trabajador. También se comprobó que los valores de los coeficientes coinciden exactamente con los que predice la teoría.

Por otra parte, no se rechazó que las variables que se suponían exógenas al modelo lo fueran. Además, el modelo no lineal aprobó los mismos coeficientes sin que se pudiera rechazar tal hipótesis. Por último, se demostró que la relación encontrada implica que no se puede rechazar la hipótesis de rendimientos constantes a escala en la función de producción especificada.

Por tanto, el modelo presentado en el capítulo V podría ser una explicación de lo que ocurrió con el crecimiento en Uruguay durante 1960-2000; si esto es cierto, el crecimiento de Uruguay transitó alrededor de un sendero de crecimiento balanceado de largo plazo cuyo determinante principal es el crecimiento del capital humano promedio por trabajador.

V.4.1) Sobre la dinámica de corto plazo

La dinámica de corto plazo indica cómo regresa el PBI por trabajador al sendero de equilibrio luego de sufrir un shock externo. Dicha modelización no se realizó²⁰, ya que el interés del presente estudio se centró en las relaciones de más largo plazo. De todas formas, se puede observar en el anexo que el vector de cointegración obtenido, sin normalizar, presenta un coeficiente del PBI por trabajador de $-0,517$. Ello significa que de un año al otro el PBI por trabajador (única variable endógena) tiende a corregirse en dirección al sendero de crecimiento de largo plazo en un 52%.

V.4.2) Coeficiente α , elasticidad producto-capital físico

Otro resultado que interesa analizar es el $\alpha = 0,12$. En general, a nivel internacional se plantea que el coeficiente α es cercano a $1/3$, aunque este nivel puede variar²¹. Dicho parámetro representa la elasticidad producto-capital y cuando existen retornos constantes a escala define la participación del capital en el producto. Según Senhadji (1999), en la literatura se ha argumentado que la participación del capital en el producto debería ser más alta en los países en desarrollo, en comparación con aquellos más desarrollados, ya que la productividad marginal del capital es alta en los primeros (se atiende solo a la productividad marginal del capital físico). Sin embargo, por definición $\alpha = (\partial Y / \partial K)(K/Y)$, es decir, representa al producto entre el ratio capital-producto y su productividad marginal. Es cierto que bajo retornos decrecientes del capital, el producto marginal del capital es teóricamente más alto en los países en desarrollo. Pero, por la misma razón, el ratio capital-producto en estos países es bajo. Entonces, el resultado es ambiguo, se pueden encontrar países en desarrollo con un α menor a los países desarrollados y viceversa. En su estudio, Uruguay alcanza un α menor que el grupo de países industriales²².

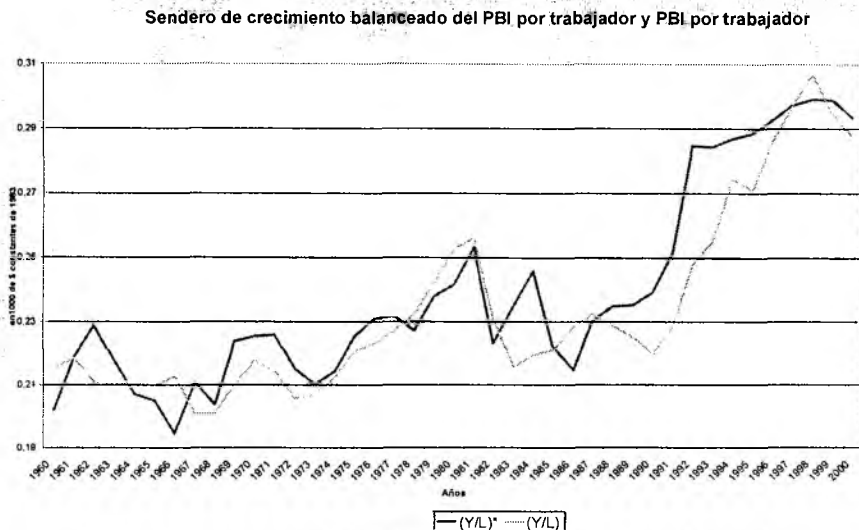
²⁰ El análisis de corto plazo se podría realizar mediante un modelo de corrección de errores.

²¹ Mankiw, Romer y Weil (1992) obtienen que el coeficiente α de los países de la OCDE es $0,14$.

²² Algo similar sucede en el presente estudio, Uruguay tiene un $\alpha=0,12$ mientras que los países de la OCDE, según Mankiw, Romer y Weil (1992), es de $0,14$.

V.4.3) Evolución del sendero de crecimiento balanceado de Uruguay

Como se puede observar en el gráfico siguiente, el sendero de crecimiento balanceado no presenta un comportamiento lineal, ello se debe a que la tasa de crecimiento del capital humano promedio no siempre es constante (efecto crecimiento) y, en segundo lugar, por los efectos de nivel provocados por variaciones en las tasas de inversión y en la tasa de crecimiento de la población adelantados en el capítulo previo.



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

La verdadera evolución del PBI por trabajador refleja además de los efectos antes mencionados, los shocks (cambios institucionales, climáticos, etc.) que provocan el comportamiento fluctuante alrededor del sendero, como se puede apreciar en el gráfico.

Los cuadros siguientes reflejan las tasas de crecimiento promedio anual para diferentes períodos de las variables explicativas y su incidencia sobre el sendero de crecimiento uruguayo de largo plazo. Así, durante todo el período de análisis el PBI *per cápita* de equilibrio creció a una tasa promedio anual del 0,94%, impulsado fundamentalmente por el capital humano por trabajador, el cual aportó 0,73 puntos porcentuales de ese aumento. También existieron efectos de nivel, ya que la tasa de inversión varió en el período analizado 1,09%

promedio anual y aportó a la tasa de crecimiento del estado estacionario, 0,15 puntos porcentuales. El *break-even investment*²³ se redujo a una tasa promedio anual de 0,41% (debido a la desaceleración en la evolución del capital humano por trabajador y de la mano de obra); el aporte del *break even investment* fue de 0,06 puntos porcentuales.

Crecimiento promedio anual de las variables del modelo

Crecimiento	(Y/L)*	H(t)	S	(n+B _s +δ)
1960-1967	0,62%	0,51%	1,96%	1,18%
1967-1981	1,31%	0,68%	3,05%	-1,52%
1981-1985	-3,30%	0,39%	-25,28%	1,52%
1985-2000	1,87%	0,97%	5,89%	-0,64%
1960-2000	0,94%	0,73%	1,09%	-0,41%
1973-2000	1,24%	0,81%	3,15%	0,02%
1992-2000	0,38%	0,72%	0,16%	2,65%
1996-2000	0,15%	0,77%	-10,22%	-5,70%

Efectos sobre la tasa de crecimiento promedio anual del sendero

Efectos	(Y/L)*	H(t)	S	(n+B _s +δ)
1960-1967	0,62%	0,51%	0,27%	-0,16%
1967-1981	1,31%	0,68%	0,42%	0,21%
1981-1985	-3,30%	0,39%	-3,48%	-0,21%
1985-2000	1,87%	0,97%	0,81%	0,09%
1960-2000	0,94%	0,73%	0,15%	0,06%
1973-2000	1,24%	0,81%	0,43%	0,00%
1992-2000	0,38%	0,72%	0,02%	-0,36%
1996-2000	0,15%	0,77%	-1,40%	0,78%

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos.

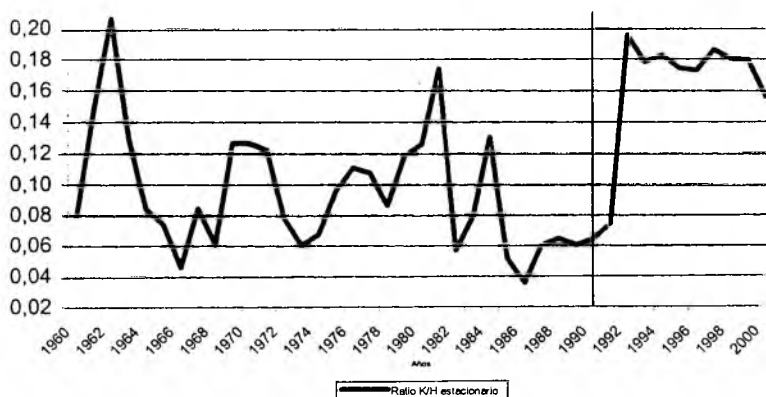
Si se toman los períodos de Rama (1990), se puede observar que durante parte del período que el autor denominó de estanflación (1960-1967), el PBI *per cápita* de equilibrio creció a un promedio anual del 0,62%, donde el capital humano aportó 0,51 puntos porcentuales y la tasa de inversión lo hizo en 0,27. La fuerza de trabajo y el capital humano por trabajador, al aumentar su creci-

²³ Se debe recordar que el Break-even investment está compuesto por el crecimiento de la mano de obra, el crecimiento del capital humano y la tasa de depreciación, donde esta última se supone constante durante todo el período. Las variaciones de esta variable recogen entonces la aceleración del crecimiento de la mano de obra y el capital humano por trabajador. Durante el período de análisis, en su conjunto las dos series han desacelerado su evolución.

miento, tuvieron un efecto negativo aportando a la tasa de crecimiento del PBI por trabajador de estado estacionario $-0,16$ puntos porcentuales.

En el período 1967-1981 el PBI *per cápita* de equilibrio creció a una tasa mayor (1,31% promedio anual), con un mayor aporte por parte de todas las variables. El capital humano aceleró su crecimiento y aumentó a 0,68% promedio anual, la tasa de inversión creció a una tasa del 3,05% promedio anual aportando 0,42 puntos porcentuales. Por otro lado, en el período hubo un descenso del crecimiento de la mano de obra, lo que aportó 0,21 puntos porcentuales a través del *break-even investment*.

Sendero del Ratio K/H de estado estacionario



Ratio Capital físico-Capital Humano (K/H).

Fuente: Elaboración propia en base al indicador obtenido y a los resultados del modelo estimado.

Distinta es la evolución que muestra uno de los períodos más problemáticos para el crecimiento uruguayo. Entre 1981-1985 el PBI *per cápita* de equilibrio cayó un 3,30% promedio anual. La mayor parte fue debido a un efecto de nivel de la tasa de inversión que descendió 25,28% promedio anual, aportando a la caída del PBI por trabajador de estado estacionario un $-3,48$ puntos porcentuales. En menor medida, también contribuyó el *break even investment* con un aporte de $-0,21$ puntos porcentuales. Solamente creció durante ese período el capital humano promedio, aunque sufrió una desaceleración con respecto a los períodos anteriores al crecer un 0,39% promedio anual.

Por último, durante el período 1985-2000 el PBI *per cápita* creció a una tasa promedio anual de 1,87%, en donde contribuyó una aceleración en la evolución

del capital humano, el cual presentó un crecimiento del 0,97% promedio anual, superior al que mostró en los períodos anteriores. A esto debe sumarse en el subperíodo de estudio que los efectos de nivel jugaron un rol positivo con una tasa de ahorro que creció al 5,89% promedio anual, aportando 0,81 puntos porcentuales y un descenso en el *break even investment* del 0,64% promedio anual que aportó 0,09 puntos porcentuales.

Si dentro de este subperíodo se analiza el último cuatrienio 1996-2000, se encuentra que el PBI *per cápita* creció a un promedio anual de 0,15%. Ello se debió a que si bien la tasa de inversión sufrió un sensible descenso (10,22%), lo que aportó -1,40 puntos porcentuales, ello pudo ser contrarrestado por la evolución del capital humano promedio que, si bien desaceleró su crecimiento con respecto al período 1985-2000, creció al 0,77% promedio anual. También el descenso del *break even investment* que fue de 5,70% promedio anual, jugó positivamente aportando 0,78 puntos porcentuales a esta tasa.

V.4.4) Evolución de la relación K/H de estado estacionario

En el gráfico siguiente se puede apreciar la evolución del ratio capital físico - capital humano de equilibrio uruguayo para el período 1960-2000. Nuevamente, si no existieran efectos de nivel en el tiempo y el capital humano promedio de los trabajadores hubiera crecido a una tasa constante, el ratio (K/H) de estado estacionario debería haber permanecido constante; sin embargo, el gráfico refleja los distintos efectos de nivel y crecimiento que sufrió la economía.

Como se comentó, Braun y Braun (1999) sostienen que al considerar al capital físico como un bien transable y al capital humano como uno no transable, como el tipo de cambio real representa la relación entre el precio de los primeros con respecto a los segundos, en esta economía (y al aceptar el supuesto de que existe concurrencia perfecta en el mercado de capitales y educación) el tipo de cambio real representaría el cociente entre la productividad marginal (retribución de los factores en este contexto) del capital físico y humano.

Entonces, un aumento del ratio (K/H)* significaría que el capital físico es más abundante en relación al capital humano, lo que debería reflejarse en una caída del precio de los bienes transables, mientras que el precio del capital humano (al ser más escaso en términos relativos) tendría que aumentar. En otras palabras, cuando el ratio K/H crece el tipo de cambio real se debería apreciar.

Dicha evolución se habría verificado en los noventa. En el gráfico se puede observar que el ratio K/H de estado estacionario creció a una tasa promedio anual de 8,91%. Asimismo, en el subperíodo 1998-2000 se registró una caída

del ratio K/H a una tasa promedio anual del 7,21%, lo cual indicaría el inicio de una depreciación del tipo de cambio real.

VI CONCLUSIONES

Si bien es discutible la forma en que el capital humano contribuye al crecimiento económico, existe consenso a nivel teórico sobre la importancia del capital humano como factor explicativo de este proceso. Tampoco existe unanimidad en cuanto a la definición misma del capital humano, sin embargo, la mayoría de ellas incluyen al desarrollo de las habilidades cognitivas del individuo (adquiridas por medio de la educación formal, informal o en el puesto de trabajo), las cuales permiten a éste aprehender, decodificar y comprender la información que le circunda. Dicho proceso potencia a su vez la capacidad innovadora de los agentes económicos y contribuye con ello al desarrollo de la eficiencia productiva de una economía. Además, la inversión que realiza una economía en el capital humano de sus agentes económicos cobra especial relevancia en un esquema internacional cada vez más interrelacionado y donde el acceso a la información constituye uno de los elementos centrales para disminuir la brecha existente con los países económicamente más desarrollados.

Como se desprende de lo anterior, un análisis integral del capital humano debería ser multidimensional, por lo cual, la mayoría de las mediciones existentes, además de ser complementarias, están sujetas a críticas e incluyen sesgos por omisión de variables. La decisión adoptada en el presente trabajo de construir un indicador del capital humano, basado en el promedio ponderado del nivel educativo máximo alcanzado por la población ocupada mayor de 25 años y menor de 60 en un lapso de 40 años, implicó aceptar que se está midiendo un subconjunto acotado de los elementos que conforman el capital humano. En concreto, se midió la evolución de la amplitud del capital humano en el tiempo pero no su profundización, ya que no se realizaron disquisiciones sobre aspectos cualitativos de la educación formal o la incidencia de aspectos institucionales. Por ejemplo, una expansión de la cobertura educativa en desmedro de su calidad, cuestionaría el aporte de un aumento cuantitativo del stock de capital humano al crecimiento económico.

En cuanto a los resultados de la medición del capital humano promedio (CHP) ponderado para el Uruguay, se destacan como elementos centrales la evolución del CHP por género y la brecha existente por región. A comienzos del período de análisis el CHP de los hombres supera al de las mujeres para el total del país, situación que se invierte y consolida en favor de las mujeres a comienzos de la década de los noventa. Por su parte, la brecha existente entre el CHP de Montevideo y el resto de los departamentos considerados en su conjunto

permanece vigente durante todo el período de análisis y se profundiza en la segunda mitad de los noventa, en respuesta a un mayor crecimiento del CHP de las mujeres de Montevideo. Vale recordar, que al no haber incorporado aspectos cualitativos al análisis, el estudio sobre la incidencia del capital humano en la evolución del PBI per cápita (entre otros factores), no distingue la evolución diferencial del CHP por sexo o región ni incorpora los aspectos socioeconómicos e institucionales que se encuentran en la base de esas diferencias. Por ejemplo, un acceso diferencial a los puestos de trabajo según género, unido a un esquema educativo que no necesariamente se adecúa a las necesidades productivas del país, estaría determinado una concentración de trabajadores altamente calificados que estarían aportando por debajo de su potencial, lo cual constituye un factor explicativo que no fue capturado en el presente trabajo y queda planteado para futuras investigaciones.

Estudios recientes realizados por Torello y Casacuberta (1997), Bucacos (1999) y De Brun (2000), destacan la importancia de la inclusión del capital humano en el análisis macroeconómico como un factor determinante del crecimiento. Sin embargo, una diferencia surge entre los dos últimos autores, mientras que para Bucacos el crecimiento durante la década de los noventa estuvo pautado por el residuo de Solow o productividad total de los factores (PTF), De Brun sostiene, a partir de su investigación, que fue el capital humano el principal motor del crecimiento durante ese lapso. En el presente estudio se intentó elaborar un modelo que pudiera servir como una explicación complementaria a los trabajos previos.

Al considerar el modelo tradicional de Solow, el crecimiento de una economía está determinado por el cambio tecnológico exógeno (entra al modelo como un "maná que cae del cielo"), además, esta tasa se mantiene constante en el tiempo. Cuando se abren las economías y suponiendo que no existan restricciones, la tecnología fluiría de una economía con mayor tecnología a otra más rezagada en términos tecnológicos, por lo cual esta última vería incrementado su nivel de eficiencia y por este mecanismo aumentaría su crecimiento.

El proceso de transferencia tecnológica planteado resulta demasiado directo y desconoce el hecho de que una economía, para poder importar el progreso técnico, debe poseer cierto nivel de conocimiento que le permita entender y aplicar esas nuevas técnicas. Es difícil pensar que países como Etiopía puedan importar desde Alemania las innovaciones en nanotecnología, si además de tener acceso a los recursos necesarios no poseen los conocimientos necesarios para comprenderlos. Por consiguiente, en el modelo desarrollado en el presente estudio se trató de exponer que esa aparente relación directa entre progreso técnico que surge del exterior y su incorporación en la economía, sobre todo aquellas que no son creadoras de tecnología, encuentran su intermediario en el

capital humano que esta última posee. Cabe destacar que esta idea no es nueva, Nelson y Phelps (1966) afirmaban que la educación es importante en aquellas funciones que requieren adaptación al cambio y necesaria para aprender a seguir y entender los nuevos avances tecnológicos.

El modelo endogeniza la tecnología mediante el capital humano, la función tecnológica recoge principalmente la idea del *learning-by-doing*, en la cual un trabajador con mayor capital humano incorporado es más eficiente que otro con menor capital humano para una misma tarea, y que además el primero tiende a desarrollar más innovaciones útiles al proceso productivo en el que está inmerso. Una lectura alternativa de dicha función tecnológica planteada es una versión parecida, pero muy simplificada, de la propuesta por Benhabib y Spiegel (1994) en donde una economía tiende a incorporar más tecnología del exterior cuanto más capital humano posee; es de notar que la tecnología en el modelo crece a la misma tasa que crece el capital humano promedio, mientras que en Benhabib y Spiegel la tecnología crece con una función que depende positivamente del capital humano entre otras variables.

El modelo planteado es innovador en varios sentidos, ya que adapta algunas de las ideas del modelo de MRW (1992), el cual tiene una aplicación de tipo *cross-country*, a un estudio temporal para una sola economía, dando libertad a ciertos parámetros que se consideran constantes a los efectos de la resolución del modelo, pero en donde se respeta el carácter exógeno de éstos. De esta manera se obtiene un sendero de crecimiento balanceado que no precisamente tiene por qué ser el óptimo. Además, se adopta una postura intermedia entre quienes plantean que el capital humano afecta directamente a la producción como un insumo y aquellos autores que sostienen que el capital humano incide indirectamente sobre el crecimiento como determinante del progreso técnico. Como se observó, el capital humano interviene en el modelo tanto como insumo, como determinante del cambio tecnológico.

Al contrastar el modelo de análisis con la evidencia empírica uruguaya, no se pudo rechazar que el PBI per capita haya transitado alrededor de un sendero de crecimiento balanceado cuyo determinante principal resultó el capital humano. Se observó que dicho sendero implica la existencia de una función de producción de la economía con rendimientos constantes a escala, lo cual significa que no existió un crecimiento explosivo de ninguna de las variables, ya que no se observaron rendimientos crecientes ni externalidades provocadas por este tipo de capital, como sugieren autores como Romer y Lucas entre otros.

Por otro lado, se observó que la elasticidad del producto per cápita de equilibrio respecto a la tasa de ahorro es de 0,14, sin embargo, la elasticidad del producto per cápita de equilibrio respecto al capital humano promedio de los

trabajadores es unitaria, por lo cual un incremento del capital humano promedio de los trabajadores se traslada completamente al PBI per cápita de equilibrio.

En cuanto a la elasticidad del producto con respecto al capital, en general se reconoce que ronda $1/3$, en el presente trabajo se obtuvo una de $0,12$. Como se mencionó, varios autores afirman que en los países en desarrollo la productividad marginal del capital deber ser más alta con respecto a la de aquellos más desarrollados (debido a la escasez relativa del insumo), lo que se reflejaría en una elasticidad producto-capital alta. Una primera lectura llevaría a pensar que tal aseveración va en contra del resultado obtenido para Uruguay en este trabajo, sin embargo, como señala Senhadji (1999) dicha afirmación es parcial ya que no tiene en cuenta que la elasticidad también se compone de la relación capital físico-producto (K/Y), que es menor en los países en desarrollo. Por ello, al existir en estos países una productividad marginal del capital físico alta junto a una relación K/Y baja, la elasticidad producto-capital puede ser mayor o menor que la de los países desarrollados.

Si bien no se realizó la modelización de corto plazo, pues el interés estuvo centrado en ver la relación de crecimiento de largo plazo del vector de cointegración obtenido, se puede recoger un dato interesante referido al corto plazo. Cuando la economía sufre un shock en un momento dado, alejando al PBI per cápita de su sendero de equilibrio balanceado, al año siguiente el mismo PBI per cápita tiende a corregirse en un 52% , independientemente de que en ese año surgiera otro shock.

También se realizó un análisis del sendero de crecimiento balanceado, alrededor del cual transitó el PBI per cápita uruguayo entre 1960 y 2000. Como se mencionó, el principal determinante del crecimiento del PBI per cápita de equilibrio para dicho período fue el capital humano promedio de los trabajadores, ya que siendo la tasa de crecimiento promedio anual del PBI per cápita de equilibrio de $0,94\%$, el aporte del capital humano promedio fue de $0,73$ puntos porcentuales, mientras que la tasa de inversión y el break-even investment aportaron un $0,15$ y $0,06$ puntos porcentuales, respectivamente.

Durante todo el período, el capital humano promedio de los trabajadores estuvo creciendo continuamente. Entonces, si este crecimiento está en la base del crecimiento del PBI per cápita de equilibrio, las caídas que ha sufrido, sobre todo en el período 1981-1985, estuvieron pautadas por los otros determinantes, dentro de los cuales el más importante resultó la tasa de inversión.

Otro resultado importante es la evolución del ratio Capital Físico-Capital Humano (K/H) de estado estacionario. Como se señaló, si en el modelo se toma el crecimiento de la mano de obra, del capital humano por trabajador y de la tasa

de inversión como constantes, K/H debería mantenerse constante, pero esto es una primera aproximación a la realidad, ya que en los hechos estos parámetros tienen variaciones. Lo que sí es importante es que estas variaciones sean explicadas exógenamente al modelo, lo cual se confirmó mediante el test de exogeneidad débil.

Según Braun y Braun (1999) la evolución del ratio capital físico-capital humano refleja la relación entre un bien transable y uno no transable, por lo cual, su relación de precios se aproximaría al tipo de cambio real. Cuando se observa el caso uruguayo, se constata que en la década de los noventa se produjo una apreciación del tipo de cambio real y el ratio capital físico-capital humano de equilibrio presenta un crecimiento a una tasa promedio anual del 8,91%, lo que va en el sentido de la tesis propuesta por estos autores. Asimismo, se observa que entre 1998 - 2000 el tipo de cambio real se depreció y el ratio K/H de estado estacionario cayó, lo cual confirma lo anterior. El estudio de esta relación y la dirección de la causalidad existente exceden el objeto específico del presente trabajo y se optó por dejar como línea de estudio de próximas investigaciones.

Por último, la pregunta que surge es si el capital humano promedio de los trabajadores se muestra como el determinante principal del crecimiento que ha tenido Uruguay entre 1960-2000 ¿Cómo explica el modelo la relación entre progreso técnico, capital humano y crecimiento en Uruguay? Según el modelo de análisis, los resultados obtenidos responderían al incremento permanente del capital humano promedio de sus trabajadores debido a: 1) Un aumento de la eficiencia, ya sea porque los trabajadores (en sentido amplio) al estar más educados pudieron actuar en forma más eficiente, 2) Este aumento del capital humano aplicado al trabajo permitió nuevas innovaciones que aumentaron la productividad (learning-by-doing), 3) Este mayor capital humano permitió captar (aprender y seguir los nuevos desarrollos tecnológicos) un nivel mayor de progreso técnico.

Cualquiera de estas tres explicaciones podría encontrarse detrás de los resultados obtenidos. Una pregunta interesante adicional que queda planteada es ¿Cuál fue el real aprovechamiento que hizo el sistema productivo uruguayo del capital humano que posee? Se podría pensar que el sendero obtenido no es el óptimo, tal vez, si el nivel de capital humano que poseen los trabajadores se sitúa por debajo de un nivel potencial, se podría haber generado un mayor crecimiento. Es conocido que muchos trabajadores se desempeñan en situaciones de subempleo; si una persona trabaja en un puesto de trabajo con mayor capacidad de la requerida, la productividad sería mayor que si esa tarea la realiza un trabajador capacitado solamente para ella. Esto podría significar, en una primera instancia, que la productividad pudo haber crecido en el período por colocar, para los mismos puestos de trabajo, personas con mayor capital humano incor-

porado. Lo anterior puede observarse en el hecho de que las mujeres trabajadoras fueron quienes acumularon en mayor medida capital humano y a la vez se les exige mayores conocimientos para desempeñar iguales tareas que a los hombres, debido a la persistencia de la discriminación laboral. Sin embargo, ello no puede deducirse directamente de la investigación realizada y se necesitarían nuevos estudios que profundicen al respecto.

Los resultados podrían señalar a su vez que el capital humano promedio de los trabajadores ha permitido una mayor incorporación de tecnología proveniente del exterior en todo el período. Sin embargo, tampoco se puede deducir directamente de los resultados cuánto se ha captado de los progresos realizados en el exterior y su aplicación en el sistema productivo nacional, es decir ¿El sistema productivo pudo haber incorporado un nivel mayor de tecnología que el que tiene mediante el capital humano que posee en sus trabajadores? Nótese que si bien este capital ha generado crecimiento, tampoco ha sido uno explosivo, no obstante Lucas y Romer indican que cuando se endogeneiza al cambio tecnológico y se lo explica con el capital humano, este genera externalidades que se reflejan en un crecimiento mayor; no fue el caso obtenido.

En conclusión, la contrastación empírica confirmó la idea de que existe una relación entre el capital humano, el progreso técnico y el crecimiento en nuestro país, donde la interrelación entre estos elementos podría ser la expuestas anteriormente u otra, lo cual deja abierta a futuras investigaciones la posibilidad de profundizar en esta interesante relación, dado la multiplicidad de elementos cualitativos que inciden en este tipo de análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrow, K (1962), "The economic implication of Learning by doing", *Review of Economic Studies*, 29, (June), pp.155–173.
- Barro, R. (1999), "Determinants of Economic Growth: Implications of the global Evidence for Chile", *Cuadernos de Economía*, año 36, No.107, (Abril), pp. 443-478.
- Barro, R.; Jong Wha Lee (1993), "International Comparisons of Educational Attainment, *Journal of Economics*, Vol. 106, No. 2, (May), pp. 407-443.
- Becker, G. (1964), *El Capital Humano*, Alianza Editorial.
- Becker, G.; Murphy, K.; Tamura, R. (1990), "Human Capital, Fertility, and Economic Growth", *Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, Part 2, (October), pp. S12-S37.
- BCU (2000), "Actualización de las Cuentas Nacionales. Resultados de las series revisa-

das 1988-1999", *Revista de Economía, Segunda Época*, Vol. VII, No. 2, (Noviembre), pp. 181-222.

Benhabib, J.; Spiegel, M (1994), "The Role of Human Capital in Economic Development. Evidence from Aggregate CrossCountry Data", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 34, No. 2, (October), pp. 143 - 173.

Bernanke, B.; Gürkaynak, R. (2001), *Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil Seriously*, <http://www.nber.org/papers/w8365.pdf>

Borraz, F. (1996), Crecimiento exógeno, endógeno e infraestructura, Monografía de la Licenciatura en Economía.

Braun, J.; Braun, M. (1999), "Crecimiento Potencial: El caso de Chile", *Cuadernos de Economía*, año 36, No. 107, (Abril), pp. 479 - 517.

Bucacos, E. (1999), "Fuentes del crecimiento económico en Uruguay: 1960 - 98", *Revista de Economía, Segunda Época*, Vol. VI, No. 2, (Noviembre), B.C.U.

Bucheli M.; Miles, D.; Vigorito, A. (2000), "Un análisis dinámico de la toma de decisiones de los hogares en América Latina. El caso uruguayo", *Revista de Economía, Segunda Época*, Vol. VII, No. 2, (Noviembre).

Chang, Y.; Park, J.; Phillips, P. (2001), "Nonlinear econometric models with cointegrated and deterministically trending regressors", *Econometrics Journal*, (November), Vol. 4.

David, P. (2001), "Knowledge, Capabilities and Human Capital Formation in Economic Growth", A Research Report to the New Zealand Treasury, (abril), <http://www.treasury.govt.nz/workingpapers/2001/twp01-13.pdf>

De Brun, J. (2000), *Liberalización Comercial y Financiera en Uruguay: Sus Efectos sobre las Fuentes del Crecimiento*, Universidad ORT.

Dirección General de Estadística y Censos (1963), "IV Censo de Población, II De Vivienda", Fascículo III, *Población Económicamente Activa*.

— (1975) "V Censo General de Población, Características Económicas".

— (1985), "VI Censo de Población y IV de Viviendas".

Doornik, J., Hendry D. (1997), *Modelling Dynamic Systems Using PcFiml 9.0 for Windows*, International Thompson Business Press London.

Espasa, A., Cancelo, J. (1983), *Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica*, Alianza Economía.

- Hodrick; Prescott (1997), "Postwar U.S. Business Cycle: An Empirical Investigation", *Journal of Money, Credit, and Banking*, Vol.29 No.1 (February), pp.1-16.
- Hoeffler, A. (2000), "The Augmented Solow Model and the Africa Growth Debate", *CID working paper No. 36*.
- INE (1993), "Metodología y Diseño Muestral de la Encuesta Continua de Hogares".
- (1996), "VII Censo de Población, III de Hogares y V de Viviendas".
- INE, CEPAL CELADE (1991), Uruguay: Estimaciones y Proyecciones de la Población por Sexo y Edad; Total del País 1950 – 2050, Uruguay.
- (1991) "Uruguay: Estimaciones y Proyecciones de la Población Económicamente Activa por Área, Sexo y Grupos de Edades; 1975-2025".
- Karlsen; Myklebust; Tjostheim (2000): "Nonparametric estimation in a nonlinear cointegration type model. Quantification and Simulation of Economic Processes", Vol 2000, No. 33, Univesitet Humboldt, Sonderforschungsbereich 373, 46 s, Berlin.
- Kim, Y. Jin; L.; Jong, W (1999), "Technological Change, Investment in Human Capital, and Economic Growth", *CID working paper No. 29*, (November).
- Lucas, R. (1988), "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, (July).
- (1990), "Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?", *AEA Papers and Proceedings*, Vol. 80, No. 2, (May), pp. 92-96.
- Mankiw, N.; Romer, D; Weil, D (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 2, (May), pp. 407 - 437.
- Nelson, R.; Phelps, E. (1966), "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth", *American Economic Review: Papers And Prodceedings*, Vol. 56, No. 2, (May), pp. 69-75.
- Park, J.; Phillips, P. (1998), "Nonlinear Regressions with Integrated Time Series", <http://cowles.econ.yale.edu/P/cd/d11b/d1190.pdf>
- Phillips, P.; Hansen (1990), "Estimating long-run economic equilibria", *Review of Economic Studies* 59, pp. 407-436.
- Rama, M. (1990), "Crecimiento y estancamiento económico en Uruguay", *Trayectorias divergentes*, editado por Bolmström y Leller, CIEPLAN, pp.120-143.

- Romer, P. (1989), "Human Capital And Growth: Theory and Evidence", Presentation at the Carnegie – Rochester, NY, *Conference in Economic Policy*, 32, 251–282.
- Senhadji, A. (1999), "Sources of Economic Growth: An Extensive Growth Accounting Exercise", IMF working paper 99/77.
- Solow, R. (1956), "A contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, pp. 65- 94.
- (1982), *La Teoría del Crecimiento, Una Exposición*, Fondo de Cultura Económica, Primera reimpresión, México.
- Strauss, J.; Thomas, D. (1995), "Human Resources: Empirical modeling of household and family decisions", *Handbook of Development Economics*, Volume III, Edited by J.Behrman and T.N. Srinivasan.
- Torello, M.; Casacuberta, C. (1997), "Capital Humano", *XII Jornadas Anuales de Economía*, BCU.
- Uzawa (1964), "Optimal Growth in a Two-Sector Model of Capital Accumulation", *Review of Economic Studies*, Vol. 31, No.1 (January), pp.1-24.