

Crecimiento en el largo plazo: Innovación en Uruguay

Montevideo, Uruguay
Octubre, 2016

Abstract:

Este trabajo cuenta con dos secciones. En la primera se realiza un análisis de los dos modelos más importantes en la literatura moderna de crecimiento económico: el modelo Solow-Swan y el modelo de Romer de progreso tecnológico endógeno. La exposición teórica en la primera sección se utiliza para mostrar la importancia que tiene el progreso tecnológico y la generación de ideas en una economía para la literatura. Así es que en la sección 2 se parte del supuesto que esta innovación y generación de ideas, con tanta importancia en los modelos durante décadas, es uno de los principales factores que determinan el crecimiento económico de un país en el largo plazo. Así es que realiza un análisis descriptivo del estado de la innovación en Uruguay. Luego de repasar algunos indicadores generales sobre la innovación en el país, se realiza un breve análisis sobre la innovación en el sector industrial y de servicios uruguayo, el rol que tiene el estado uruguayo en la innovación y por último, se indican algunos problemas y posibles soluciones que los expertos entienden que el sistema de innovación uruguayo necesita.

El autor agradece los útiles comentarios de Diego Aboal, Elizabeth Bucacos y Juan Manuel Patiño.

Índice

1. Introducción

2. Marco teórico

2.1. Modelo neoclásico de crecimiento económico de Solow-Swan

2.2 Modelo endógeno de progreso tecnológico

3. Productividad y crecimiento económico

4. Estado de la innovación en Uruguay

4.1. Visión schumpeteriana de la innovación

4.2 Indicadores de innovación e investigación

5- Innovación en el sector de servicios e industrial

5.1 Indicadores

5.2 Financiamiento estatal recibido

5.3. Obstáculos

5.3.1. Sector de servicios

5.3.2. Sector industrial

6. Papel del Estado uruguayo en innovación

6.1 ¿Por qué es necesaria la intervención del Estado en actividades de innovación?

6.2 Agencia Nacional de Investigación e Innovación

6.2.1 Creación

6.2.2 Historia

6.2.3 Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo

7. ¿Qué políticas recomiendan los expertos?

8. Conclusiones

9. Bibliografía

1. Introducción

La serie de factores que explican el enorme crecimiento económico que ha experimentado el mundo en los últimos dos siglos son innumerables. El fortalecimiento de las instituciones ha permitido una mayor protección a la propiedad privada e intelectual, lo que ha generado incentivos para la inversión. La apertura comercial de los países ha posibilitado que estos se beneficien de los bienes producidos por el resto del mundo y que así cada país pueda especializarse en el sector en donde ostenta una ventaja comparativa.¹ La pobreza ha disminuido en cantidades muy relevantes desde comienzos del siglo pasado, sobre todo si vemos la tendencia de los últimos treinta años². El acceso a nivel global a la educación ha aumentado en forma significativa.³

Todos estos factores son sumamente importantes para explicar el crecimiento económico. Sin embargo, como lo expresara, en célebre frase, Paul Krugman (1994), “la productividad no lo es todo, pero en el largo plazo es casi todo. La habilidad de un país para aumentar su estándar de vida a lo largo del tiempo depende casi enteramente de su habilidad para aumentar el producto per cápita”. En el mismo libro citado, Krugman da un convincente argumento sobre por qué la productividad es casi todo en el largo plazo. Se pregunta cómo un país con economía cerrada podría aumentar el nivel de vida que ostenta y llega a las siguientes tres conclusiones: 1) Aumentando la productividad, 2) Aumentando la cantidad de personas que participan de la fuerza laboral y 3) Postergando consumo hoy para poder invertir mañana. La 2) se puede descartar ya que la cantidad de personas que se podrían integrar al mercado de trabajo es limitada por el simple hecho de que las personas son limitadas. La 3) también se puede descartar fácilmente debido a que sacrificar consumo para invertir en el largo plazo no es viable por la sencilla razón que ofrece el modelo de Solow: se podrá ahorrar hasta cierto punto pero luego ya no habrá más ingreso que ahorrar. Así es que, concluye Krugman, la única variable que importa en el largo plazo, para elevar el nivel de vida, es aumentar la productividad, es decir, aumentar la cantidad de producto producidos por unidad de tiempo. El razonamiento es muy simple, pero esconde una gran intuición sobre crecimiento económico: La única manera que tiene un país de aumentar su calidad de vida es aumentando su productividad, no controlando la

¹ Vale aclarar que la apertura comercial no ha sido total. Sigue habiendo países con políticas fuertemente proteccionistas, incluso en países como Japón y EEUU en donde los subsidios a la agricultura son enormes.

² <http://data.worldbank.org/topic/poverty?end=2012&start=1981>

³ A modo de ejemplo, según datos del Banco Mundial, la tasa de matriculación mundial neta a nivel primario es de aproximadamente 90 % (<http://datos.bancomundial.org/tema/educacion>).

inflación, ni el déficit fiscal, ni el nivel de inversión extranjera, como muchas veces es argumentado en Uruguay.

El concepto de aumento productividad en tanto que abstracto significa simplemente que un país, una empresa o un individuo ha encontrado una manera de producir la misma cantidad de productos en menor cantidad de tiempo, ha conseguido ser más eficiente. La productividad está fuertemente relacionada con las ideas, la tecnología, con esa variable A que tanta importancia tiene en los modelos de crecimiento económico. Esa variable es la que termina explicando el crecimiento económico a largo plazo en todos los modelos.

El trabajo comienza con un análisis de los principales modelos de la teoría del crecimiento económico. Se analiza con una cierta profundidad el modelo que inauguró la teoría de crecimiento económico moderna, el modelo de Solow-Swan. A pesar de cómo se verá luego, este modelo no logra explicar endógenamente la variable que al fin y al cabo termina determinando el crecimiento a largo plazo, significó un primer paso importante en el desarrollo de modelos sobre teoría del crecimiento. Explica con cierta rigurosidad qué ocurre cuando un país decide aumentar su tasa de ahorro e introduce el importante concepto de velocidad de convergencia. Esta velocidad explica por qué los países más pobres crecen a tasas más rápidas que los países más ricos. La intuición tras la idea es que los países más pobres cuentan con un nivel menor de stock de capital por lo que la productividad marginal de la unidad nueva que se introduce de capital es enorme. También vale aclarar se diferenciará entre velocidad de convergencia absoluta y condicional. La segunda hará que la tasa de crecimiento dependa de la distancia que se encuentre el país de su estado estacionario. Es decir, si un país pobre se espera que siga siendo pobre no experimentará tasas de crecimiento muy grandes. Conclusiones que llega este modelo como la de estado estacionario, un estado en donde la economía parará de crecer por el resto de la eternidad parecen bastante irreales pero aun así el modelo neoclásico de Solow presenta herramientas muy importantes para estudiar el crecimiento de los países, sobre todo teniendo en cuenta que muchas de sus conclusiones fueron comprobadas empíricamente (ver Mankiw, Weil y Romer, 1992). El modelo neoclásico no logró explicar el crecimiento económico a largo plazo, la variable A , que representa la tecnología o productividad, era el factor clave en el modelo para explicar el desarrollo en el largo plazo. Como bien lo explicaba Arrow (1969, p. 1): "(A) view of economic growth that depends so heavily on an exogenous variable, let alone one so difficult to measure as the quantity of knowledge, is hardly intellectually satisfactory". Debido a los supuestos neoclásicos, en donde A es constante y exógena, se asume que los individuos en la economía no dedican recursos a la investigación tecnológica, es simplemente un proceso que "cae del cielo". Es por esto que los modelos se concentraron durante más de treinta años en tratar de explicar cómo ocurre el

progreso tecnológico. Arrow (1962) suponía que las empresas adquirirían conocimiento mientras realizaban sus actividades, era un aprendizaje a través de la práctica. El conocimiento, al igual que para Solow, era público. Vale decir que el progreso tecnológico a pesar de ocurrir aquí endógenamente, no es un progreso buscado intencionalmente por las empresas. Romer (1986) propuso que las empresas adquirirían conocimiento a través de la acumulación de capital, y que este conocimiento llegaba al resto de las empresas de la economía, las cuales al utilizarlo lograban aumentar su producción. En Lucas (1988) se asume que es la inversión y producción en capital humano la que genera este progreso tecnológico. En estos dos últimos casos termina ocurriendo lo mismo que en Arrow (1962): el crecimiento de la tecnología es endógeno pero no es buscado intencionalmente. Romer (1990) logró solucionar, en parte, este problema del progreso endógeno de la tecnología a través de una competencia monopolística. Debido a las propiedades de la función de producción, la empresa que dedicara recursos a la investigación no podría sobrevivir en competencia perfecta, entonces a través de un sistema de patentes se podría ceder el monopolio sobre la idea temporalmente. En la sección 1 de este trabajo lo que se busca es realizar una síntesis sobre el funcionamiento de los modelos neoclásico Solow-Swan y progreso tecnológico endógeno de Romer.

Lo que se puede apreciar después de este breve repaso por la literatura de crecimiento económico es la importancia del rol del progreso tecnológico, de la investigación y el desarrollo en una economía. Es por esto que este trabajo en la sección 2 se centrará en comprender el estado de la innovación y de la investigación y desarrollo en Uruguay, es decir de tratar de comprender la generación de ideas en nuestro país. Se parte del supuesto de que, a fin de cuentas, una de las fuerzas principales que estimulan la productividad, y, por lo tanto, el crecimiento a largo plazo, es la innovación que se da en los distintos sectores de la economía. Innovación refiere a la capacidad de creación de ideas nuevas, transformadoras, que les permitan a los individuos en una economía poder producir una mayor cantidad de productos y servicios en la misma cantidad de tiempo. Es por esto que en esta sección se buscará entender cómo se encuentra Uruguay en materia de innovación tanto en el ámbito de investigación y desarrollo en las empresas de nuestra economía, como investigación en materia académica.

2. Marco teórico

2.1. Modelo neoclásico de crecimiento económico de Solow-Swan

Economía cerrada y sin gobierno

El modelo de crecimiento económico comúnmente llamado neoclásico fue construido a partir de los trabajos del economista estadounidense Robert Solow y el canadiense Trevor Swan en 1956. Introduciré el modelo simplificado. Supondré una economía cerrada y sin gobierno. Es decir, no puede haber movimientos de

capitales con el exterior y no hay gasto gubernamental. Todo lo ingresado debe ser o ahorrado o consumido. Comienzo con esta simplificación para poder comprender qué papel juega la inversión en el crecimiento a largo plazo. Entonces, el ingreso nacional puede ser expresado de la siguiente manera:

$$Y = C_t + I_t [1]$$

Si restamos C_t de los dos lados podemos llegar a la identidad entre el ahorro y la inversión.

$$Y - C_t = S_t = I_t [2]$$

La función de producción neoclásica

Nuestra función de producción dependerá de tres factores de producción. Primero está el capital, K_t . Este factor de producción abarca todos los bienes de capital físicos que se producen en la economía. En segundo lugar tendremos al factor trabajo, donde L_t representa la cantidad de trabajadores en la economía. El modelo supone que todos los trabajadores son idénticos. Claramente este supuesto está muy alejado de la realidad ya que el mercado laboral se caracteriza por su heterogeneidad, pero son supuestos que en su momento fueron necesarios para poder estudiar el crecimiento económico de manera más formal. Luego estudiaremos otros modelos que no necesitan de estos supuestos. El último factor de producción será la tecnología, A_t . Este factor será el único que se mantenga constante en el modelo. Es decir, diremos que la economía funciona con un nivel dado de tecnología. Vale aclarar también que A será un factor no rival, es decir, el uso de la tecnología de un sector no afectará el uso de A de otro sector. Combinando estos factores obtenemos la siguiente función de producción:

$$Y = F(L_t, K_t, A_t) \text{ donde } t \text{ es un momento del tiempo.}$$

Propiedades de la función de producción neoclásica

Esta función de producción debe cumplir con tres propiedades fundamentales:

- Todos los factores de producción tienen productos marginales positivos pero decrecientes. Es decir, cuando se agrega, por ejemplo, una unidad de K la producción siempre subirá, pero la cantidad que suba la producción será cada vez menor a medida que se va agregando más capital. Lo que es lo mismo que decir que las derivadas parciales de los factores de producción deben ser positivas y las derivadas parciales segundas negativas: ($\delta Y / \delta K > 0$, $\delta Y / \delta L > 0$; $\delta^2 Y / \delta^2 K < 0$, $\delta^2 Y / \delta^2 L < 0$).
- La función de producción presenta rendimientos constantes a escala. Esto significa que si multiplicamos la cantidad de trabajo y capital por una constante λ , su producción debe también aumentar: λ , $F(\lambda L_t, \lambda K_t, A_t) = \lambda F(K_t, L_t, A_t)$. Esta propiedad matemáticamente se llama homogeneidad de grado uno. La razón por

la cual no multiplicamos a A por λ es porque todas las empresas e individuos en nuestra economía tienen acceso a A . Es lógico que una empresa, en la economía del modelo, produzca el doble que una empresa que emplee la mitad de factores de producción que esta. Xavier Sala-i-Martin lo llama el principio de réplica (1994, p. 12).

- c) La función de producción debe también cumplir con las condiciones de Inada. Las condiciones establecen que el producto marginal del capital y del trabajo deben acercarse a cero cuando estos tienden a $+\infty$, y a $+\infty$ cuando estas tienden a cero. Es decir, $\lim_{K \rightarrow +\infty} \delta Y / \delta K = 0$, $\lim_{L \rightarrow +\infty} \delta Y / \delta L = 0$, $\lim_{K \rightarrow 0} \delta Y / \delta K = +\infty$, $\lim_{L \rightarrow 0} \delta Y / \delta L = +\infty$.

Función de producción Cobb-Douglas

Una función que cumple con estas propiedades es la función de producción de Cobb-Douglas:

$$Y_t = A_t(K_t^\alpha)(L_t^{1-\alpha}) \quad [3]$$

Esta función de producción presenta las siguientes características:

Renta del capital = (Producto marginal del trabajo). $K = \alpha Y$

Renta del trabajo = (Producto marginal del trabajo). $L = (1 - \alpha)Y$

Es decir, tanto el trabajo como el capital se quedan con una fracción constante de la renta. Lo podemos ver en el caso del capital en la siguiente demostración:

$$\text{Renta del capital} = (K \cdot PmgK) / Y = K \cdot \{\alpha A_t \cdot (K_t^{\alpha-1}) \cdot (L_t^{1-\alpha})\} / Y = \alpha Y / Y = \alpha$$

Según lo anterior, concluimos que la renta del capital es una constante α ; se puede elaborar el mismo procedimiento y obtener que la fracción de la renta del país que perciben los trabajadores es también una constante $(1 - \alpha)$.

También se puede demostrar que esta función presenta rendimientos constantes a escala, tiene productos marginales positivos y decrecientes y cumple con las condiciones de Inada, pero nos saltaremos estas demostraciones porque no aportan nada concluyente al entendimiento del tema.

Recordar que, por el momento, estamos trabajando con una economía cerrada y sin gobierno, por lo que la producción del país puede ser consumida o invertida.

$$F(A_t, K_t, L_t) = C_t + I_t \quad [4]$$

Otros supuestos importantes del modelo

1) Tasa de ahorro constante

Es sabido que las personas no consumen la misma fracción de sus ingresos todos los meses, igualmente, para nuestro análisis, es conveniente, por el momento, suponer que sí lo hacen. Entonces diremos que $C_t = (1 - s)Y$ donde s es una

fracción constante que las familias y empresas en nuestra economía ahorran. La tasa de ahorro tiende a fluctuar más bien en el corto plazo, mientras que en el largo plazo se mantiene relativamente constante. Por lo que no es un supuesto tan alejado de la realidad el nuestro. Debido a que la economía es cerrada y sin gobierno, partiremos de la identidad entre el ahorro y la inversión para decir lo siguiente: $sY_t = I_t$, donde I_t es la inversión en el país en un momento t , es decir, nuestra tasa de ahorro s también será nuestra tasa de inversión.

2) Tasa de depreciación constante

En nuestro modelo las máquinas son todas iguales, en el sentido de que seguirán produciendo mientras no se hayan desgastado totalmente. Estas se deprecian a una tasa constante σ . La inversión en un momento dado será la suma entre el cambio en el stock en el capital y la depreciación en ese momento, $I_t = \Delta K + \sigma K_t$ [5]. El término $\Delta K = \delta K / \delta t$, es decir, es igual a la variación del stock de capital a lo largo del tiempo. A partir de este momento, todas las variables con ese signo significarán lo mismo, el cambio en esa variable a medida que pasa el tiempo. Como estamos tratando de entender de qué manera afecta el cambio en el stock de capital al producto del país es importante conocer cómo varía este. Sustituyendo [5] en [4], obtenemos lo siguiente:

$$F(A_t, K_t, L_t) = C_t + I_t = (1 - s)F(A_t, K_t, L_t) + \Delta K + \sigma K_t$$

$$\Delta K = sF(A_t, K_t, L_t) - \sigma K_t \text{ [6]}$$

La ecuación a la que hemos llegado nos dice algo sumamente importante. Podremos averiguar el cambio de stock del capital en cualquier momento t si conocemos los niveles de L, A y K , ya que conocemos las dos constantes s y σ . Esta ecuación nos será de gran importancia más adelante.

3) Población igual a trabajo y tasa constante de crecimiento de población

Es de gran importancia conocer el crecimiento del producto interno bruto de un país, de su consumo, o del capital, pero estas variables por sí solas no nos dan información de gran relevancia sobre el bienestar de los habitantes en una economía. Es por esto que utilizaremos las variables en minúscula para representar la cantidad per cápita de una variable.

Nuestra variable L pasará de representar la cantidad de trabajadores de una economía a representar también la cantidad de habitantes que esta tenga. Es un supuesto claramente poco realista pero nos ayudará con nuestro análisis. Si utilizamos la equivalencia entre trabajo y población y dividimos de los dos lados de la ecuación [6] por L_t , podemos hallar la siguiente ecuación, que usaremos luego:

$$\Delta K / L_t = s(F(A_t, K_t, L_t) / L_t) - \sigma(K_t / L_t) = sy - \sigma kt \text{ [6.1]}$$

Nuestra función de producción per cápita contará con las mismas propiedades que la común neoclásica. Obtendremos nuestra función de producción per cápita de la siguiente manera:

$$y \equiv Y/L = (1/L) \cdot F(A, K, L) = F(A, K/L, L/L) = F(A, k, 1) \equiv f(A, k) \quad [7]$$

Se puede comprobar que la identidad $F(A, k, 1) \equiv f(A, k)$ es verdadera:

$$y \equiv Y/L = (1/L) \cdot (A \cdot (K/L)^\alpha) \cdot (L \wedge (1 - \alpha)) = A \cdot ((K/L) \wedge \alpha) \cdot ((L/L) \wedge (1 - \alpha)) = A \cdot (k \wedge \alpha) \cdot (1) \wedge (1 - \alpha) = A(k \wedge \alpha)$$

Por lo tanto llegamos a que $y \equiv f(A, k) \equiv A(k \wedge \alpha)$ [8]

También diremos que la población crece a una tasa constante n exógena al modelo. Es decir, $\Delta L/L \equiv n$. Si derivamos ($\Delta kt \equiv \delta k / \delta t \equiv \delta(K/L) / \delta t \equiv \Delta K/L$), podemos llegar a la siguiente expresión que nos dice cómo evoluciona el capital per cápita en el tiempo:

$$\Delta kt = (\Delta Kt \cdot Lt - \Delta Lt \cdot Kt) / Lt \wedge 2 = \Delta Kt / Lt - (\Delta Lt / Lt) \cdot (Kt / Lt) = \Delta Kt / Lt - nkt \quad [9]$$

Si suplantamos [6.1] en la [9] obtenemos la siguiente expresión:

$$\Delta kt = s \cdot (F(A, K, L) / L) - \sigma kt - nkt = sy - (n + \sigma)kt = sf(kt, A) - (n + \sigma)kt \quad [10]$$

Esta ecuación es sumamente importante ya que nos está diciendo que la variación del capital per cápita no solo dependerá de cuánto crezca el ahorro per cápita, sino también de la tasa de crecimiento de población n y de una tasa constante de depreciación σ .

Vale aclarar también que, por el momento, tomaremos al nivel tecnológico como constante, es decir, $A_t = A$. Esto lo hacemos como modo de simplificar el análisis ya que, recordamos, por el momento nos interesa solamente ver el papel que juega la inversión en capital en el crecimiento económico a largo plazo.

Es así que llegamos a la llamada ecuación fundamental de Solow-Swan:

$$\Delta kt = sf(kt, A) - (n + \sigma)kt = sA(k \wedge \alpha) - (\sigma + n)kt \quad [11]$$

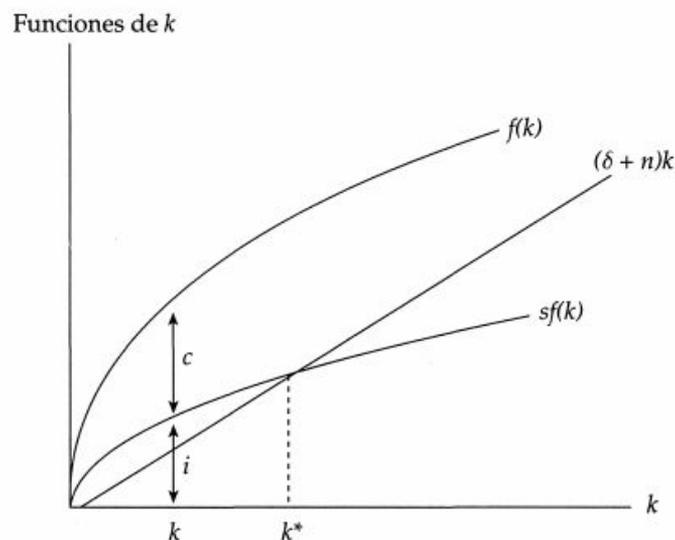
Esta ecuación, como se ha dicho anteriormente, nos brinda una información de gran importancia, ya que podremos saber cómo varía el stock de capital per cápita si conocemos el capital per cápita actual. De esta ecuación podemos sacar varias conclusiones. La primera es que si la tasa de ahorro aumenta, la inversión aumentará, y al aumentar la inversión también se incrementará el stock de capital per cápita. Eso es en cuanto a la primera parte de la ecuación. En cuanto a la segunda, podemos decir que el stock de capital per cápita disminuirá por dos razones: la primera es porque a medida que kt crece la depreciación va a aumentar

⁴ Como el lector pudo haber notado, he quitado las variables t de tiempo. Esto es para hacer la notación un poco más simple, pero se sobreentiende que la función de producción representa un momento en el tiempo.

cada vez más y la segunda es debido a que un crecimiento en la población hace que el stock de capital se tenga que dividir entre más personas, por lo que el stock de capital per cápita bajará. Estas son las intuiciones generales que están detrás de esta ecuación. A pesar de haber hecho varios supuestos importantes, el modelo, a través de esta ecuación, nos brindará ideas fundamentales para comprender el crecimiento económico de los países.

Análisis del estado estacionario

(Gráfico 1.1) Análisis del estado estacionario



El gráfico 1.1. nos será de gran importancia para estudiar el comportamiento del modelo con el cual estamos trabajando. El gráfico tiene tres curvas: la función de producción, la curva de ahorro, $sf(k)$, y la curva de depreciación, $(\delta + n)k$. Se puede notar que todas dependen de k . La curva de ahorro al ser proporcional a la curva de producción, y dado que s es una constante entre cero y uno, siempre estará por debajo de esta. Por el contrario, la curva de depreciación, al tener la misma pendiente en cada uno de los niveles de k , siempre crecerá en la misma proporción.

Si se observa el gráfico, se puede ver cómo cumple con las propiedades de nuestra función de producción neoclásica. Para niveles de capital cercanos a cero las productividades marginales del capital tienden a ser infinitas, ya que la pendiente es prácticamente vertical, mientras que para niveles de capital muy grandes estas tienden a cero. También se observa claramente cómo las pendientes de $f(k)$ se van haciendo cada vez más horizontales a medida que k aumenta; esto es debido a los rendimientos decrecientes de las productividades marginales del capital.

Cabe recordar que la ecuación fundamental del modelo establecía que el cambio en el capital per cápita estaría determinado por la diferencia entre el ahorro de una

economía y la depreciación del capital que tenga esta última. Esta idea se puede ver claramente en el gráfico: mientras que la curva de ahorro se mantenga por encima de la depreciación, k crecerá. El punto donde la curva de ahorro y la de depreciación se cruzan es conocido como estado estacionario, y lo expresamos como k^* . En este punto, la economía produce exactamente el capital necesario para suplantar el capital perdido por la depreciación, es decir, $\Delta k = 0$. Por tanto, la economía ahorra una fracción constante de su producción; cuando llega al estado estacionario, lo que produce es exactamente igual para reemplazar al capital depreciado, y debido a esto es que luego no quedan más recursos para aumentar el capital per cápita, por lo que la economía vuelve al estado estacionario. Como k no aumenta para el siguiente momento, $k = k^*$ nuevamente, la economía seguirá en el estado estacionario infinitamente. Para encontrar una fórmula para k^* simplemente basta con poner $\Delta k = 0$ en la ecuación [11]:

$$sf(k^*, At) = (n + \sigma)k^*$$

$$sA(k^* \wedge \alpha) = (n + \sigma)k^*$$

$$k^* = (sA/n + \sigma) \wedge (1/1 - \alpha) \quad [12]$$

Al mantenerse el stock de capital per cápita constante significa que el producto bruto interno per cápita de la economía también se mantendrá constante. Si el PIB per cápita se mantiene constante, significa que el consumo per cápita también lo hace (la inversión o ahorro ya sabemos que es una tasa constante del PIB). Es decir, si las variables per cápita se mantienen constantes significa que sus correspondientes variables agregadas también lo deben hacer. Para que esto pase, las variables agregadas deben crecer necesariamente al mismo ritmo que la población. Por tanto, en el estado estacionario, las tasas de crecimiento de las variables agregadas deben ser iguales a n .

Nótese que si se aumenta la tasa de ahorro, la curva de ahorro se desplazará hacia arriba por lo que el punto de corte se dará a mayores niveles de k . Esto quiere decir, a mayores tasas de ahorro, la economía experimentará mayor stock de capital en el estado estacionario. Debido a que la función de producción depende del stock de capital per cápita, y este aumentó al aumentar la tasa de ahorro, la producción también lo hará. Entonces, según nuestro modelo, los países con mayores niveles de renta per cápita serán aquellos que también tengan las mayores tasas de ahorro. Vale decir que un aumento en el nivel tecnológico, A , también haría saltar la curva de ahorro hacia arriba, por lo que el stock de capital per cápita también aumentaría en este caso.

Al igual que puede aumentar la tasa de ahorro o el nivel tecnológico, también lo puede hacer la tasa de crecimiento de la depreciación, σ , o la de la población, n . En

este caso, la curva de depreciación se trasladaría a la izquierda y haría que la economía, en el estado estacionario, poseyera un nivel de capital per cápita menor.

Un dato que es preciso aclarar es que el estado estacionario es estable y único. Es decir, si el nivel de k inicial es menor a k^* , la economía convergerá hasta llegar al estado estacionario; lo mismo pasará en el caso de que se empiece con niveles de capital per cápita mayores al del estado estacionario. La dinámica del modelo hace gravitar a la economía hacia el estado estacionario no importando el nivel de capital que tengamos. Esto es debido a que, según la ecuación fundamental de Solow-Swan, $\Delta k > 0$ si la curva de ahorro estaba por encima de la de depreciación y $\Delta k < 0$ si ocurría el caso contrario. En el primer caso k aumentará hasta llegar al estado estacionario y en el segundo caso disminuirá. De cualquier manera, la dinámica del modelo hace que la economía termine, tarde o temprano, en el estado estacionario.

Crecimiento en el largo plazo

Para poder estudiar el tema de este trabajo, el crecimiento de la economía, debemos cambiar la metodología utilizada. Hasta este momento no se había introducido el comportamiento de las tasas de crecimiento de la economía. Llegaremos a que la tasa de crecimiento de la economía está directamente relacionada a la tasa de crecimiento del capital per cápita. Para poder llegar hasta este resultado es importante recordar que los productos marginales del capital per cápita son siempre positivos, es decir, la función de producción es creciente a la de capital. En la función de producción neoclásica de Cobb-Douglas que se está trabajando, significa que la tasa de crecimiento del PBI es proporcional a la tasa de crecimiento del capital per cápita:

$$\gamma y \equiv \Delta y / y = \alpha (\Delta k / k) \equiv \alpha \gamma k \quad [15]$$

Debido a que el consumo per cápita también es proporcional a la producción per cápita ($c = (1 - s)y$) sus tasas de crecimiento serán iguales ($\gamma c = \gamma y$). Con esta información podemos concluir que si se conoce la tasa de crecimiento del consumo per cápita o del capital per cápita también se conocerá la tasa de crecimiento de la producción per cápita. La ecuación fundamental de Solow-Swan nos indica la variación del stock de capital per cápita a lo largo del tiempo: si se divide de los dos lados por k se obtendrá la tasa de crecimiento del capital per cápita.

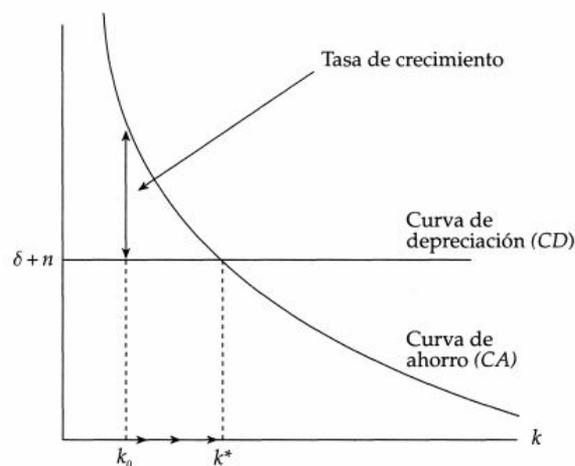
$$\gamma k \equiv \Delta k / k = s(f(A, k)/k) - (\sigma + n) \quad [16]$$

$$\gamma k \equiv \Delta k / k = sA(k^{\alpha} - 1) - (\sigma + n) \quad [17]$$

La ecuación [16] nos indica que la tasa de crecimiento del capital per cápita depende de la diferencia entre el ahorro o inversión por unidad de capital y la suma entre la tasa de depreciación y de crecimiento poblacional (para simplificar diremos que es la tasa de depreciación). Entonces la ecuación nos indica que cuanto mayor

sea el nivel tecnológico de un país, y cuanto mayor sea su ahorro, mayor crecimiento económico experimentará. Por el contrario, si la economía presenta una tasa de depreciación significativa, el crecimiento económico se verá enlentecido. Para poder graficar la curva de ahorro de la ecuación [17] debemos tener en cuenta que esta es una función decreciente para todo valor de k , que tiende a $+\infty$ cuando k tiende a cero y que tiende a cero cuando k tiende a $-\infty$. Estas tres características se pueden comprobar fácilmente si tenemos en cuenta que la curva de ahorro $= sA/k^{1-\alpha}$. Así podemos llegar al siguiente gráfico:

(Gráfico 1.2) Tasa de crecimiento en una economía expresada como la diferencia entre la curva de ahorro y la curva de depreciación



El gráfico 1.2 muestra lo que ya nos indicaba la ecuación [16]: la tasa de crecimiento del capital per cápita es una diferencia entre la curva de ahorro y la curva de depreciación. Lo interesante que nos indica este gráfico es que debido a que la curva de depreciación es una recta horizontal, igual para todos los valores de k , y la curva de ahorro es una función estrictamente decreciente, estas necesariamente deben cruzarse en un punto. Como lo indica el gráfico, habrá crecimiento del capital per cápita hasta el punto de corte entre las dos curvas; a partir de este momento el capital per cápita, y por consiguiente la economía, no crecerá más, es decir, entrará en un estado estacionario. Es decir, habrá crecimiento positivo para $k < k^*$ y negativo para $k > k^*$. Esto es así ya que el crecimiento viene dado por la diferencia vertical entre las dos curvas.

Como también se puede observar en el gráfico, para niveles de k pequeños las tasas de crecimiento son significativas, esto es debido a que a medida que se va aumentando, y sabiendo que los agentes ahorran una tasa constante de su ingreso, los rendimientos marginales decrecientes hacen que cada unidad de k nueva genere un incremento cada vez menor al producto per cápita. Es preciso decir que

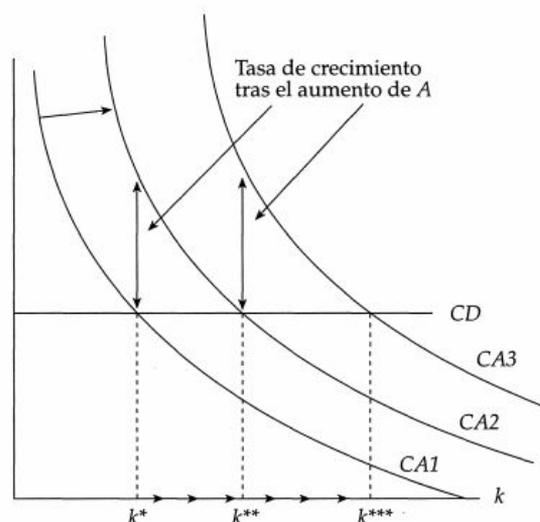
la tasa de crecimiento disminuirá hasta igualar a la tasa de crecimiento de la población (n); a esta tasa de crecimiento, el capital per cápita que se agrega al stock es exactamente igual al necesario para suplantar el capital depreciado y para compensar el crecimiento poblacional. Una vez que la economía ha alcanzado este nivel, se quedará en el mismo para siempre (suponiendo que s y A se mantengan constantes).

Hay que señalar algo de suma importancia en este punto. El modelo Solow-Swan no solo nos dice que la economía a medida que va aumentando su stock de capital per cápita experimentará menores tasas de crecimiento sino que eventualmente en el largo plazo la economía se acercará a un punto donde dejará de crecer para siempre. Este último punto es preocupante para la utilidad que pueda proveer este modelo ya que, como la evidencia empírica lo muestra, muchos países han sabido mantener un crecimiento constante por más de un siglo, o incluso dos; un período de tiempo que podríamos fácilmente considerar como largo plazo.

Uno de los grandes problemas de este modelo es que hace tres grandes supuestos: tasa de ahorro constante (es decir, las familias en la economía no responden a cambios en la rentabilidad de las inversiones), tasa de crecimiento poblacional constante y, por último, presupone un nivel tecnológico exógeno al modelo y constante. A continuación analizaremos qué conclusiones ofrece el modelo cuando se levanta el supuesto de progreso tecnológico. No se centrará aquí en los otros dos supuestos debido a su escasa importancia para la sección 2.

El progreso tecnológico

(Gráfico 1.3) Tasa de crecimiento con progreso tecnológico



El modelo Solow-Swan no es capaz de explicar el crecimiento a largo plazo a través de la acumulación constante de capital, ni tampoco a través de la disminución en la

tasa de natalidad. La única manera que tiene este modelo de explicar el crecimiento económico continuado a largo plazo es a través de un aumento exógeno del nivel tecnológico que tiene la economía. Como podemos ver en el gráfico 1.3 , al aumentar el nivel de progreso tecnológico la curva de ahorro se traslada a la derecha de la misma manera que lo hace cuando se aumenta la tasa de ahorro. La diferencia entre el aumento entre las dos variables está en el hecho de que la tasa de ahorro no se puede aumentar infinitamente, pero no hay razón para pensar que el nivel tecnológico no lo pueda hacer. Entonces, mientras haya un progreso en el nivel tecnológico de la economía, esta podrá experimentar un crecimiento en el largo plazo. El gran problema de este modelo es que toma como exógena a la única variable que explica el crecimiento a largo plazo, es decir, el modelo no es capaz de explicarla.

Si se supone que A crece a una tasa exógena x , y que la economía decide ahorrar una tasa constante del producto per cápita, entonces la curva de ahorro se desplazará continuamente hacia la derecha. El stock de capital per cápita del estado estacionario también crecerá a una tasa constante x . Si $\dot{k} = x \Rightarrow \dot{y} = x$.

Que la tasa de crecimiento del progreso tecnológico sea exógena al modelo significa que el modelo no la puede explicar en el sentido de que los agentes que forman parte de la economía no hacen ningún tipo de esfuerzo para que A crezca; la variable crece simplemente porque sí. Esto es un problema relevante para la utilidad del modelo porque recordemos que la mencionada variable es la única capaz de explicar el crecimiento económico a largo plazo.

El modelo supone que el crecimiento tecnológico es exógeno porque los postulados de la ecuación neoclásica le exige que sea así. Una de las propiedades que cumple esta función es la de rendimientos constantes en los factores de producción rivales, es decir, en K y L . Esta propiedad es conocida como homogeneidad de grado uno y debido al teorema de Euler sabemos que

$$F(K, A, L) = K(\delta F/\delta K) + L(\delta F/\delta L) \quad [18]$$

Como el modelo también presupone competencia perfecta, las productividades marginales de los factores de producción no rivales deben ser iguales a la recompensa que estos reciben. Es decir, el salario de los trabajadores debe ser igual a su producto marginal ($w = (\delta F/\delta L)$) y la recompensa del capital debe también ser igual a su correspondiente producto marginal ($r = (\delta F/\delta K)$). Si suplantamos estas igualdades en la ecuación [18] obtenemos la siguiente ecuación:

$$F(K, A, L) = Kr + Lw \quad [19]$$

El modelo neoclásico de Solow-Swan debe suponer un crecimiento exógeno del progreso tecnológico porque no hay recursos en la economía para financiarlo. Una vez que se han pagado los salarios de los trabajadores y que se ha remunerado al

capital, no hay más recursos disponibles en la economía de ningún tipo. Si se quiere explicar el crecimiento del progreso tecnológico se debe abandonar el supuesto de competencia perfecta o directamente la función de producción neoclásica.

Convergencia

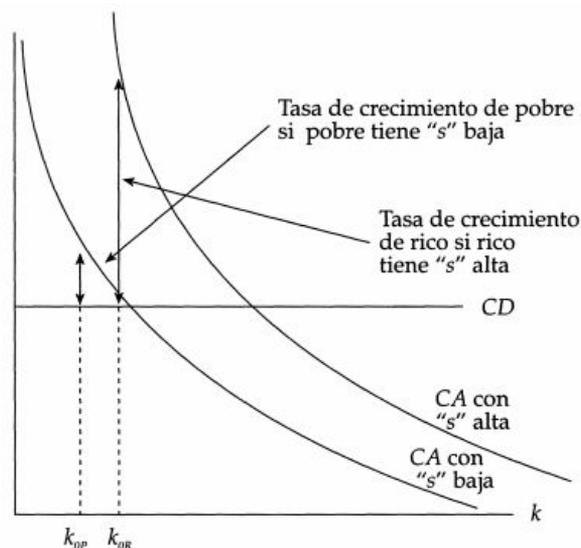
Como ya se ha mencionado anteriormente, la tasa de crecimiento de una economía con la función de producción neoclásica es decreciente hasta llegar a un punto en que se vuelve nula. Debemos recordar también que la tasa de crecimiento del stock de capital per cápita está inversamente relacionada con los niveles de k , es decir, a mayores niveles de k menores tasas de crecimiento. Debido a que γy es proporcional a γk , podemos concluir que también existe una relación inversa entre la tasa de crecimiento de la renta y los niveles de renta inicial. Entonces, la evidencia empírica debería indicar que los países menos desarrollados, en términos de niveles de capital per cápita y renta per cápita bajos, son aquellos países que experimentan las mayores tasas de crecimiento económico. La evidencia que analizaremos más adelante efectivamente muestra esto. Esta idea es conocida como la hipótesis de la convergencia y se puede ver claramente en el siguiente gráfico.

Vale aclarar que el modelo neoclásico predice grandes diferencias en las tasas de crecimiento solo cuando los países cuentan con distintos niveles de capital per cápita inicial; si los países presentan diferencias también en sus tasa de ahorro, nivel de progreso tecnológico, tasa de depreciación y/o tasa de natalidad, el modelo no puede predecir las diferencias en sus tasas de crecimiento económico. Es decir, si la única diferencia que hay entre dos países son sus niveles de capital per cápita iniciales, el modelo predice que habrá una convergencia en el sentido de que el país pobre crecerá más que el rico hasta que los dos se encuentren en un estado estacionario donde no habrá más crecimiento. Si las demás variables varían entre un país y otro, no se puede llegar a esta conclusión. Igualmente existe lo que se conoce como convergencia condicional. Esta nos indica que la tasa de crecimiento de un país está directamente relacionada con la distancia que se encuentra de su estado de convergencia y no solo del nivel de stock de capital inicial que posea.

Es decir, si se espera que un país rico siga siendo más o menos igual de rico en el largo plazo, su tasa de crecimiento será pequeña. Por el contrario, si se espera que un país pobre sea rico en el corto plazo, este experimentará tasas de crecimiento enormes.

Esto lo podemos ver en el gráfico 1.4 en la página siguiente:

(Gráfico 1.4) Convergencia condicional



La velocidad de convergencia expresada cuantitativamente

La convergencia de un nivel de capital per cápita inicial hacia el estado estacionario es un aspecto fundamental del modelo. Se define a la velocidad de convergencia como el cambio en la tasa de crecimiento del capital cuando el capital aumenta en un uno por ciento. Entonces, usando la nomenclatura de Sala-i-Martin en el libro ya citado, denotaremos a aquella con la letra β :

$$\beta \equiv -(\gamma k / \log(k)) \quad [20]$$

Entonces, teniendo en cuenta que la ecuación fundamental del modelo se puede escribir de la siguiente manera: $\gamma k = s A e^{(\alpha-1)\log(k)} - (\sigma + n)$ derivamos [20] y obtenemos que

$$\beta \equiv -(\gamma k / \log(k)) = -((\alpha - 1) s A e^{(\alpha-1)\log(k)}) = (1 - \alpha) s A e^{(\alpha-1)\log(k)} = (1 - \alpha) s A k^{(\alpha-1)}$$

Si tenemos en cuenta que la curva de ahorro es igual a $(\sigma + n)$ cuando la economía se encontraba en el estado estacionario, podemos concluir que:

$$\beta \equiv (1 - \alpha)(\sigma + n) \quad [21]$$

La velocidad de convergencia hacia el estado estacionario puede ser incluso más grande; si tomamos en cuenta una tasa de crecimiento exógeno del progreso tecnológico obtenemos:

$$\beta \equiv (1 - \alpha)(\sigma + n + x) \quad [21]$$

La ecuación [20] puede predecir de forma bastante satisfactoria la velocidad de convergencia que han experimentado los países si se toma una definición más amplia de capital. Debemos recordar que α es la fracción que posee el capital del producto nacional. Si se considera el capital como la inversión en capital físico solamente, α ronda 0,30 para una gran cantidad de países. Con este bajo nivel de α , la velocidad de convergencia es significativa y no concuerda con la evidencia. En cambio, si se toma una definición más amplia de capital que integre lo que es conocido como capital humano α es aproximadamente 0,80. Con este valor de α , la velocidad de convergencia con unas tasas de crecimiento poblacional promedio (0,01), y con una tasa de depreciación normal (0,10) se llega a una velocidad de convergencia de aproximadamente 2,2 % anual, lo que le llevaría aproximadamente 32 años en recorrer la mitad del trayecto hacia el estado de convergencia. Barro y Sala-i-Martin (1991, 1992) y Mankiw, Weil y Romer (1992) afirman que estos datos de convergencia más pequeños concuerdan con la evidencia empírica.

2.2 Modelo endógeno de progreso tecnológico

En 1990 Romer presenta el trabajo quizá más importante en la teoría de crecimiento económico desde el modelo presentado por Solow en los cincuenta. En este trabajo, Romer establece que el cambio tecnológico, que es el gran determinante del crecimiento económico, es un cambio impulsado por agentes que buscan maximizar sus beneficios a través de la investigación tecnológica. Debido a que el conocimiento tecnológico tiende a ser un bien no rival y parcialmente excluible, una empresa que busca maximizar sus beneficios no invertirá en investigación ya que las propias características de ese conocimiento que ha descubierto no le permitirán obtener beneficios de él. Es por esto que el equilibrio en el llamado mercado de las ideas se logra con el otorgamiento, por un tiempo limitado, del monopolio sobre este nuevo conocimiento tecnológico que ha descubierto. De esta manera los agentes tienen incentivos para invertir en investigación y así, en el largo plazo, estimular el crecimiento económico.

Romer comienza señalando tres premisas en las cuales se basará su trabajo. La primera es que el cambio tecnológico se encuentra en el centro del crecimiento económico. La capacidad para combinar bienes materiales —así es como define Romer la tecnología— de distintas maneras es lo que ha llevado, en buena medida, a que los países hayan experimentado grandes crecimientos económicos en los últimos cien años. Esta premisa, vale aclarar, coincide con la causa del crecimiento económico en el modelo de Solow-Swan. Si se recuerda, en este la única variable que podría explicar el crecimiento económico a largo plazo era la tecnología, el problema que presenta este modelo es que el cambio tecnológico es exógeno a él, es más, la economía no tiene recursos para invertir en tecnología.

La segunda premisa es que el cambio tecnológico sucede debido que empresas y agentes dedican recursos a la investigación para poder combinar sus recursos materiales de mejor manera y así maximizar sus beneficios. Es debido a esto que el cambio tecnológico es endógeno al modelo. Romer aclara que esto no significa que todo avance en el conocimiento tecnológico sea impulsado por un deseo de buscar beneficios, pero sí entiende que juega un papel muy importante en gran parte de los casos.

La última premisa refiere a los costos. Una vez que la empresa ha incurrido en unos costos para encontrar determinadas instrucciones sobre cómo combinar mejor sus recursos materiales, estas podrán ser utilizadas las veces que desee sin necesidad de incurrir en nuevos costos; es decir, las instrucciones pueden ser replicadas las veces que se quiera sin necesidad de realizar nuevas inversiones con ese fin. Es por este último punto que se puede decir que la tecnología es un bien no rival. Estos costos son fijos en el sentido de que la empresa no debe incurrir en más costos para poder usar las instrucciones. Debido a esto es que las instrucciones se diferencian en gran parte del resto de los bienes económicos. Según Romer, esta es la premisa más importante y la esencia de la tecnología.

Rivalidad, excluibilidad y no convexidades

En economía existe la categorización de la rivalidad y excluibilidad de un bien. Un bien será rival cuando el uso por parte de una persona perjudica el uso por parte de la otra. Por consiguiente, un bien será perfectamente no rival cuando el uso por parte de una cantidad ilimitada de personas no puede perjudicar el uso de ese mismo bien por parte de otra. Romer presenta el ejemplo de un diseño. El diseño, una vez que se han incurrido en los costos para crearlo, puede ser usado tantas veces como se quiera por la cantidad de personas que lo deseen. La tecnología, por la tercera premisa, es un bien no rival. Los bienes excluibles son aquellos en los cuales el dueño del bien puede excluir el uso de este a cualquier persona, mientras que los bienes no excluibles son aquellos en donde no hay posibilidad de exclusión en el uso. Los bienes que forman parte del mercado son, en general, excluibles y rivales a la vez. Los llamados bienes públicos, generalmente provistos por el Estado, son no rivales y no excluibles. La tecnología es parcialmente un bien público, ya que necesita de una excluibilidad temporal para incentivar a los agentes a invertir en investigación.

Si partimos del supuesto que las empresas en su producción cuentan con inputs rivales, X , que pueden ser trabajadores, fábricas, máquinas e inputs no rivales, A , se puede afirmar que $F(A, X)$ representa la función de producción. Si se recuerda, el principio de replicabilidad, enunciado en el primer capítulo, en donde dado un nivel tecnología y de inputs en factores de producción, la empresa podría aumentar su producción en λ si aumentaba sus factores de producción en la misma proporción,

es decir, $F(A, \lambda X) = \lambda F(A, X)$. Esta igualdad nos indica que la función de producción, cuando toma como constante al término no rival, presenta rendimientos constantes a escala.

En este modelo la productividad de la tecnología también se puede aumentar, es decir se le permite al componente no rival ser productivo, por lo que $F(\lambda A, \lambda X) > F(A, \lambda X)$. Esta desigualdad nos lleva a concluir que cuando se admite la productividad en el input no rival la función de producción presenta rendimientos crecientes a escala. Romer argumenta que una empresa con estas características no podría sobrevivir como precio aceptante, ya que si solamente vende su producto al coste marginal, los ingresos anuales de una empresa darían solo para pagar los salarios a los trabajadores e igualar los pagos de intereses al capital. Esta conclusión surge de la propiedad de funciones homogéneas. Como $F(A, X)$ presenta rendimientos constantes a escala, es decir, cumple con la propiedad de homogeneidad de grado uno, entonces $F(A, X) = X \cdot (\delta F / \delta X)$. Así podemos concluir lo siguiente:

$$F(A, X) < A \cdot (\delta F / \delta A) + X \cdot (\delta F / \delta X) \quad [22]$$

La ecuación [22] nos indica que si la empresa decide pagar a todos sus inputs su productividad marginal correspondiente, esta estaría incurriendo en pérdidas. Romer explica que varios modelos de crecimiento anteriores evitan este problema al no compensar al factor A y, al suponer que este factor es un input no rival y totalmente no excluible. En otras palabras, suponen que el bien no rival es un bien público. Como ya se ha visto, Solow (1956) soluciona este problema al tomar A como exógena y constante, otros, como Shell (1966, 1967), simplemente asumen que la tecnología es provista por el gobierno. Estos modelos coinciden con las premisas uno y tres pero no reconocen el rol importante que tiene la tecnología en la búsqueda de beneficios de los agentes. No admiten el hecho de que las empresas dedican recursos en investigación y desarrollo; simplemente toman a la tecnología como dada o exógena. En Arrow (1962) se introduce lo que es conocido como "aprendizaje por práctica". Arrow asume que las empresas aprenden a lo largo del tiempo cómo producir más eficientemente. Este conocimiento, que se adquiere a través de la práctica por distintas empresas, termina siendo un conocimiento público, del mismo tipo que en el modelo de Solow, que las empresas utilizarán para aumentar y mejorar su producción. Este modelo no soluciona el principal problema que se plantea Romer en este trabajo, ya que el conocimiento tecnológico tiene un origen privado pero es un conocimiento que se adquiere inintencionalmente, es un efecto secundario, no se dedica recursos a ello. En Lucas (1988) se asume que es la inversión y producción en capital humano la que genera este bien no rival y no excluible que es la tecnología. Nuevamente se asume que los agentes no buscan este conocimiento intencionalmente.

Griliches (1979) asume que la función de producción toma la forma de $F(A_n, A_e, X)$, donde A_e representa la parte excluible de los beneficios que provienen de la investigación y desarrollo tecnológico que la empresa lleva a cabo, mientras que A_n representa la parte no excluible. Este asume que la función es homogénea de grado uno en A_e y X conjuntamente. Este modelo, al asumir que la investigación es compensada, permite la posibilidad que las empresas lleven a cabo investigación y desarrollo con la intención de la búsqueda de beneficios. El problema que presenta este modelo es que no cumple con el principio de replicabilidad. Si A_e es realmente el resultado de investigación y desarrollo entonces es un bien no rival. Debido a esto la función de producción debe ser homogénea de grado uno solamente en X y no en X y A_e conjuntamente, como plantea Griliches. En este caso se cumpliría lo planteado por Dasgupta y Stiglitz (1988) en donde se afirma que al menos que un bien no rival sea totalmente no excluible, entonces no convexidades aflorarían necesariamente y por lo tanto no podría ser sostenible un equilibrio descentralizado con muchas firmas.

En conclusión, Romer utiliza la intuición tras la ecuación [21] para justificar un crecimiento económico a través de competencia monopolística. Las empresas, a través del sistema de patentes, ostentan un monopolio temporal que les permite recuperar los costos fijos en que incurrieron para generar ese bien no rival.

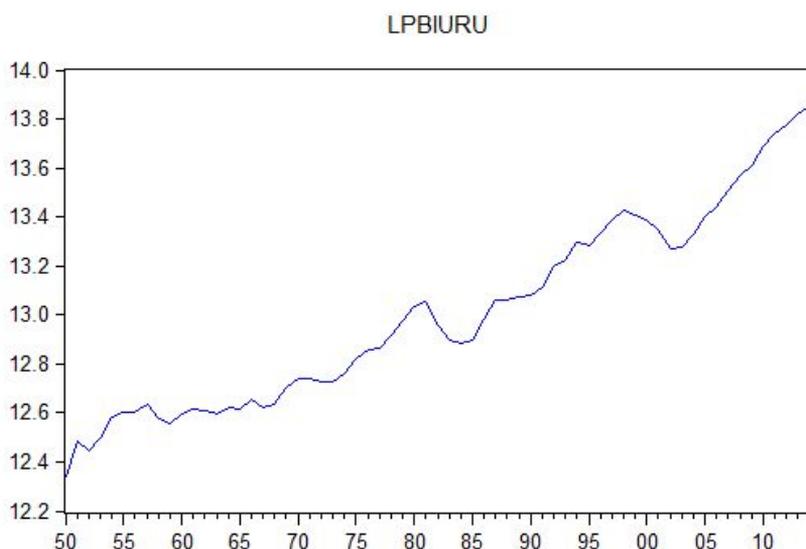
Romer postula un modelo que al final termina siendo neoclásico, pero que es compatible con un progreso tecnológico endógeno. También en este mismo trabajo Romer comenta el papel que puede jugar la acumulación de capital humano en las tasas de crecimiento de la economía. El comercio internacional en este modelo estimularía el crecimiento económico ya que daría acceso al stock de capital humano global, es decir, a la generación de ideas y tecnología. Argumenta que países con grandes poblaciones como China e India que podrían elegir sus gran cantidades de habitantes como sustituto al comercio internacional estarían perdiendo todo la innovación y creación de ideas que es generada en el comercio con otros países. Es decir, estarían perdiendo los beneficios de tener acceso al capital humano global. Sokoloff (1989) muestra cómo condados en los Estados Unidos que no tenían acceso al mar, ergo, al comercio internacional, presentaban una menor proporción de patentes que aquellos condados que sí contaban con acceso al mar. Esto podría ser simplemente correlación, pero luego se muestra que una vez que los condados sin acceso al mar lograron tenerlo, la cantidad de patentes subió increíblemente.

3. Productividad y crecimiento económico

Como se ha mencionado en la introducción del trabajo, la productividad es el factor más importante que determina el crecimiento económico de un país. La contabilidad de crecimiento económico tiende a explicar el crecimiento económico de los países a través de dos grandes componentes: acumulación de factores de producción y productividad total de factores de producción (PTF). La variable A , en la ecuación neoclásica vista en el capítulo 2, es comúnmente interpretada por la contabilidad de crecimiento económico como la productividad total de factores. Es también conocida como el residuo de Solow. El nombre de residuo proviene del hecho de que explica el resto del crecimiento económico que no es explicado por el aumento en el capital, trabajo y capital humano, es decir, que no es explicado por los factores de producción.⁵ El residuo, o PTF, es un intento por parte de la literatura de medir la productividad de una economía. Vale decir que esta medición no es perfecta y utiliza supuestos, tales como el de competencia perfecta, que están alejados de la realidad, pero que igualmente resultan útiles para poder medir la productividad.

Antes de comenzar con el análisis del estado de la innovación es necesario presentar la evolución de la productividad total de factores en Uruguay y el crecimiento económico que el país ha experimentado en las últimas décadas.

(Gráfico 3.1) Evolución del logaritmo del PIB uruguayo en el período 1950-2014 con precios nacionales constantes de 2011. Elaboración propia datos de Penn World Tables 9.0.



⁵ Si utilizamos una función de producción neoclásica sin capital humano, podemos concluir que el residuo de Solow es igual a la diferencia entre el crecimiento del producto y el crecimiento del capital y trabajo. Es decir, residuo de Solow = $g_{PTF} = g_Y - g_K - g_L$, donde g significa el crecimiento de la variable correspondiente.

(Figura 3.1)Elaboración propia datos de Penn World Tables 9.0

Período	Crecimiento anual promedio acumulado del PBI en precios constantes nacionales de 2011
1950-1972	1,68 %
1973-1985	1,32 %
1986-2004	2,16 %
2005-2014	4,67 %

Si se observa tanto la figura 3.1 como el gráfico 3.1 se puede observar que el crecimiento económico que experimentó el país desde el comienzo de la segunda mitad del siglo fue un crecimiento relativamente estancado, en torno al uno y dos por ciento. La excepción a esta tendencia ha sido el crecimiento reciente que vivió el país durante una década, en donde el producto bruto interno tuvo un crecimiento anual promedio acumulado de 4,67 %. Esto se debió en parte a un entorno internacional favorable interrumpido solamente por la crisis financiera mundial de 2008-2009, que no parece haber perjudicado tanto a Uruguay como a otros países. A pesar de esto, como bien remarca Oddone (2012, p. 3), “atribuir el dinamismo económico de los últimos años a condiciones externas benévolas constituye una lectura parcial del fenómeno, en tanto no da cuenta sobre los factores internos que permitieron este proceso del lado de la oferta”.

Se ha argumentado en la introducción de este trabajo que la productividad es el factor que influye en mayor medida en el crecimiento económico a largo plazo. Una gran cantidad de trabajos parecen llegar a la misma conclusión(ver Mankiw, Weil, Romer (1992) por ejemplo). Es por esto que resulta pertinente observar cómo ha evolucionado la productividad en Uruguay, sobre todo teniendo en cuenta la estrecha relación que esta guarda con la innovación y generación de ideas en un país.

Varios son los estudios que analizan la evolución de la productividad total de factores en Uruguay. No hay un consenso claro sobre cuál ha sido efectivamente la contribución de la PTF en el crecimiento económico del país. Los estudios llevados a cabo, en muchos casos, llegan a conclusiones contradictorias, en parte debido a la metodología utilizada. A modo de ejemplo, en De Brun (2004), Fossati (2004) y Oddone (2007) se encuentra que la contribución ha sido negativa.

Por el contrario, en los estudios de Bucacos (1999) y Theoduloz (2005) se ha encontrado que la contribución es positiva. El primer grupo concluye que el crecimiento económico del país es explicado solamente por la acumulación de factores de producción, mientras que el segundo grupo de estudios concluye lo opuesto; hay una contribución al crecimiento del PBI que no proviene de la simple acumulación de factores de producción, sino que proviene de una utilización más eficiente de estos, o, más bien, de unos factores que no pueden ser explicados por el modelo. La historia sobre qué variables explican el crecimiento económico en Uruguay difiere bastante en cada caso. Las diferencias surgen en principio del valor que se le da a la variable α , que mide la contribución del capital al crecimiento. Otras diferencias también surgen en cuanto a los ajustes que se realizan por la calidad del factor trabajo y la intensidad del uso de los factores productivos.

En la siguiente tabla, extraída de Oddone (2014), se presenta una síntesis de los distintos trabajos empíricos realizados que estudian la contribución de la PTF para Uruguay.

Año	Autor	Período	α	Contribución de la PTF (puntos porcentuales)
1999	Bucacos	1960-1998	0.30	0.40
2004	De Brun	1957-1999	0.28	-0.69
2004	Fossati	1955-2003	0.35	-0.16
2005	Theoduloz	1978-2003	0.38	0.41
2007	Oddone	1956-2001	0.35	-0.1
2012	Bucacos	1955-2010	Variable, calculado a partir de cuentas nacionales	-3.7

Figura 3.2

El objetivo de este trabajo no es estudiar la evolución de la productividad total de factores en Uruguay, sino realizar un breve análisis descriptivo del estado en el cual se encuentra el país en materia de generación de ideas, es decir, en innovación e investigación. Se ha realizado esta breve síntesis con el objetivo de mostrar que en

la literatura sobre la materia no se ha llegado a un consenso sobre cuáles son los determinantes del crecimiento económico de Uruguay.

Este trabajo no pretende argumentar que el estado de la innovación en Uruguay es el factor que determina completamente la productividad en el país y, por ende, el crecimiento económico en este, ni mucho menos. Simplemente se parte del supuesto de que la generación de ideas, es decir, la innovación y la investigación que ocurren tanto en el sector público como privado, son un factor importante en la evolución de la productividad de un país. Esta idea es intuitiva: a través de la generación de ideas de toda índole los distintos sectores de la economía podrán crear nuevos productos, de mejor calidad, y posiblemente ser más eficientes a través del descubrimiento de nuevos métodos para organizar el capital, el trabajo y los distintos factores de producción. Es necesario decir que la evidencia empírica respalda esta intuitiva historia sobre el papel que juega la innovación en la productividad (ver Hall (2011) para una revisión de la literatura).

En cuanto a la importancia de la innovación en la productividad para el caso uruguayo, en Aboal y Garda (2015) se enuncian varios determinantes de la innovación y productividad para nuestro país. El tamaño de las empresas, el apoyo público, la cooperación en actividades de I+D y el uso de fuentes de información de mercado parecen ser determinantes, claves en la decisión de inversión en innovación. También se encuentra que para lograr resultados con las inversiones realizadas en innovación son relevantes el nivel y tamaño de las actividades de innovación llevadas a cabo. El trabajo concluye luego que las innovaciones tecnológicas tienen mayor incidencia sobre la productividad en el sector manufacturero que en el sector de servicios. En este último, tanto las innovaciones no tecnológicas como tecnológicas logran aumentar la productividad.

4. Estado de la innovación en Uruguay

4.1. Visión schumpeteriana de la innovación

Schumpeter (*op. cit.*, p. 120) argumentaba que “el capitalismo es, por naturaleza, una forma o método de transformación económica y no solamente no es jamás estacionario, sino que no puede serlo nunca”. Él entendía la innovación como un proceso que se origina en el propio sistema económico, un proceso al cual podríamos llamar orgánico. Para Schumpeter las condiciones externas sí condicionan al desarrollo industrial de una economía, pero no lo determinan. Él entendía que el carácter evolutivo propio del capitalismo no se encontraba en el crecimiento automático de la población ni en la acumulación del capital, sino que “el impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas que crea la empresa capitalista” (p.120-121) Lo que este trabajo entiende por generación de ideas incluye

todo lo mencionado por Schumpeter en la cita anterior pero no se limita a la enunciación realizada por este. La innovación en la teoría schumpeteriana tiene en su centro a la empresa capitalista, mientras que la generación de ideas, o la innovación, abarca también la innovación que ocurre en el sector público como también la investigación que ocurre tanto en centros universitarios como en otro tipo de centros de investigación, ya sea centros relacionados a la investigación científica o académica como centros estrechamente ligados a la producción. Este trabajo centra gran parte de su análisis en la innovación que ocurre en las empresas que pertenecen al sector de servicios e industrial. Esto no significa que no se reconozca el importante rol que juegan la innovación y la investigación que se llevan a cabo en las distintas universidades del país, así como también en los centros de investigación. La creación del sistema nacional de investigadores junto con la creación de la ANII en 2006 significó un paso importante para la investigación científica uruguaya.⁶

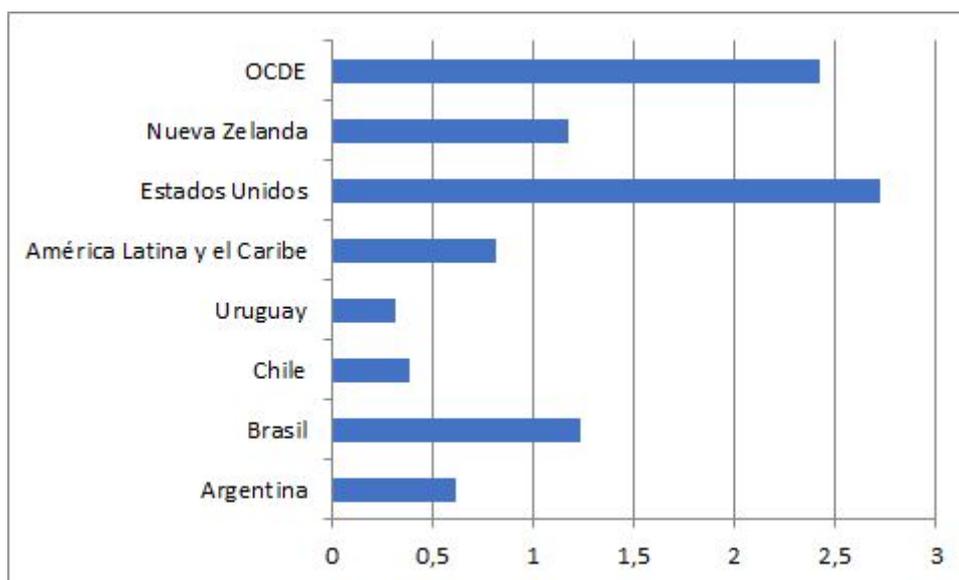
4.2 Indicadores de innovación e investigación

En la figura 4.1 se puede observar el gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB de Uruguay en comparación con una pequeña muestra de países latinoamericanos y países desarrollados, así como también con el promedio de gasto de los países latinoamericanos y miembros de la OCDE. Los gastos en I+D son definidos por el Banco Mundial como “gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, incluso los conocimientos sobre la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones. El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental.”

Como lo muestra el gráfico, Uruguay muestra un pobre desempeño (0,32%), en materia de gasto, tanto frente a sus países vecinos como al promedio latinoamericano (0,82%) y de la OCDE (2,4%). Brasil y Estados Unidos se destacan por su gran porcentaje de gasto en I+D como porcentaje del PIB.

⁶ La cantidad de publicaciones de afiliación uruguaya en Scopus, por ejemplo aumentó, de 590 en 2005 a 1342 en 2014 (Fuente: Boletín de indicadores de la ANII de 2016).

(Figura 4.1)Gastos corrientes en inversión y desarrollo como porcentaje del PIB Elaboración propia con datos del Banco Mundial. Los datos corresponden al año 2013 y están expresados en dólares corrientes.

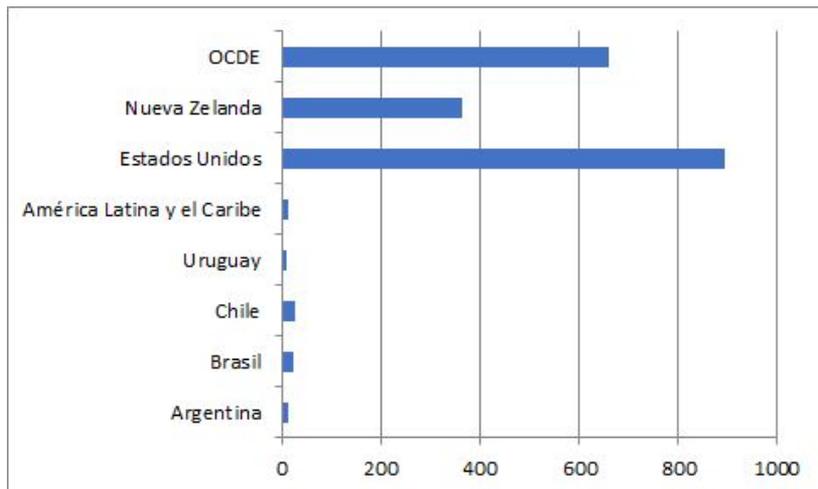


La solicitud de patentes suele ser un indicador ampliamente utilizado para comparar los niveles de innovación y propiedad intelectual entre los distintos países. Surgen varios problemas con el uso frecuente de la solicitud y otorgamiento de patentes como medida principal para la innovación en un país. En Aboal y otros (2015) se indican algunos de estos problemas. En primer lugar, muchos tipos de conocimiento nuevo no son patentados, esto se debe a que los beneficios o resultados de una innovación no tienen por qué necesariamente ser obtenidos a través de una patente o algún otro tipo de mecanismo de propiedad intelectual, ya que hay otras formas de captar estos beneficios, como llegar primero al mercado. También se indica que las patentes no suelen ser un buen indicador para la actividad innovadora de un país en desarrollo por su carácter incremental. Además, como se indica en Jones (2015) no parece tan clara la relación que hay entre solicitudes de patentes y crecimiento económico. Estados Unidos experimentó un aumento significativo de solicitudes de patentes luego de 1990, aproximadamente, pero su crecimiento económico se mantuvo relativamente constante.

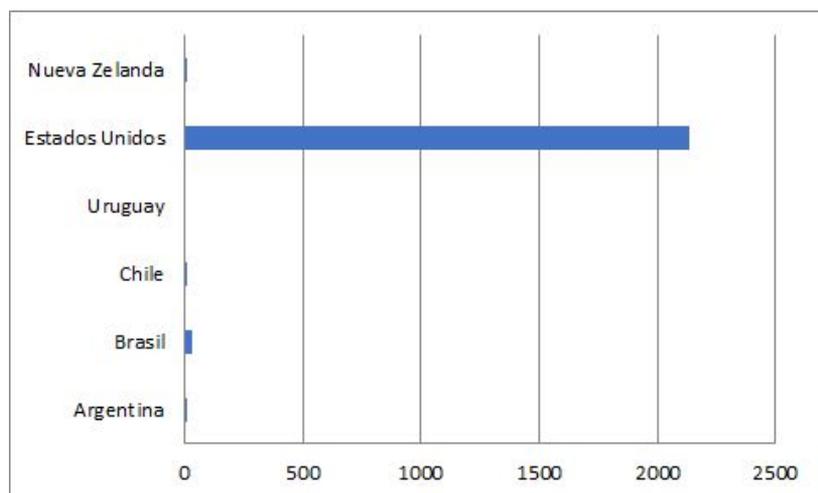
Habiendo realizado estos comentarios sobre la posible utilidad de las patentes como indicadores de actividad innovadora, se procederá a observar cómo se encuentra Uruguay en esta materia. Un indicador ampliamente utilizado es el de solicitud de patentes por cada millón de habitantes. En el ámbito regional como se puede observar en la figura 4.2, la cifra para Uruguay es de 11, lo que lo hace el país con menos solicitudes de patentes; lo sigue Argentina con 12 solicitudes por cada millón de habitantes. Brasil con 22 patentes solicitadas, es el país latinoamericano que presenta el mayor número de solicitudes. En cuanto a las patentes otorgadas a

residentes, en los países latinoamericanos encontramos que la tendencia se mantiene, a excepción de Brasil que parece experimentar una mejoría. Cero patentes le fueron otorgadas a los residentes uruguayos en 2011 como lo muestra la figura 4.3.

(Figura 4.2) Solicitud de patentes realizadas por residentes por cada millón de habitantes. Elaboración propia con datos del Banco Mundial. Los datos refieren al año 2014.



(Figura 4.3) Elaboración propia. Datos extraídos de OECD.org. Nota: No se han encontrado datos a nivel regional. Patentes otorgadas a residentes por la European Patent Office (EPO) en 2011

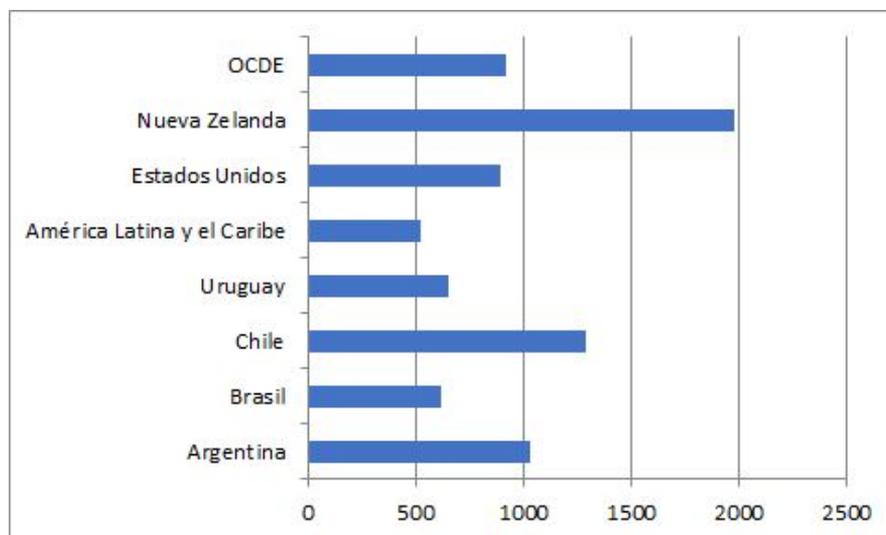


La innovación a través de patentes, por lo que hemos visto en los dos últimos gráficos, no es muy favorable en América Latina. En Aboal y otros (Op. cit.) se explica que las patentes no suelen ser un buen indicador para la actividad innovadora que ocurre en un país. En parte este fenómeno se observa en las innovaciones en los países en desarrollo, donde estas suelen ser en su mayoría innovaciones nuevas para el país pero no para el mundo, lo contrario ocurre generalmente en los países desarrollados. Esto indica que una gran cantidad de las

actividades de innovación que se llevan a cabo en el país no están correctamente representadas en los indicadores de patentes vistos anteriormente.

A continuación, en la figura 4.4 se puede observar otro mecanismo de protección a la propiedad intelectual: las marcas registradas⁷. En el gráfico podemos observar que a pesar de que el desempeño de los países latinoamericanos sigue estando por debajo del de los países de la OCDE, esta diferencia no es tan significativa como la encontrada en las solicitudes de patentes. Esto sugeriría la mayor utilización en los países latinoamericanos de las marcas registradas, en relación a las patentes, como mecanismo de protección de la propiedad intelectual. También se puede observar cómo Uruguay se encuentra en una buena posición a nivel regional, por encima del promedio de América Latina y el Caribe.

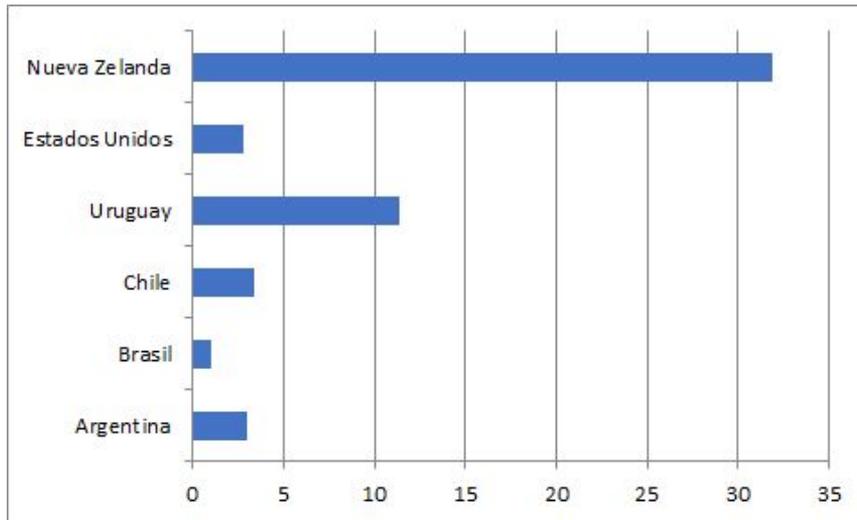
(Figura 4.6) Solicitudes de marca comercial realizadas por residentes cada millón de habitantes. Los datos son de 2014. Elaboración propia con datos del Banco Mundial.



Es necesario utilizar un indicador que tenga en cuenta las actividades de innovación que se realizan en el sector primario. Así es que en la figura 4.7 se pueden observar los títulos otorgados para protección de variedades vegetales tanto para residentes como no residentes. Uruguay y Nueva Zelanda son los líderes en este rubro en la muestra utilizada en este trabajo. Esto sugeriría que a mayor especialización del país en un rubro, mayor innovación se podrá observar en este. Los datos estos son alentadores para Uruguay, ya que muestran cómo al tomar indicadores más amplios de innovación se puede encontrar una fuerte innovación en un sector del país.

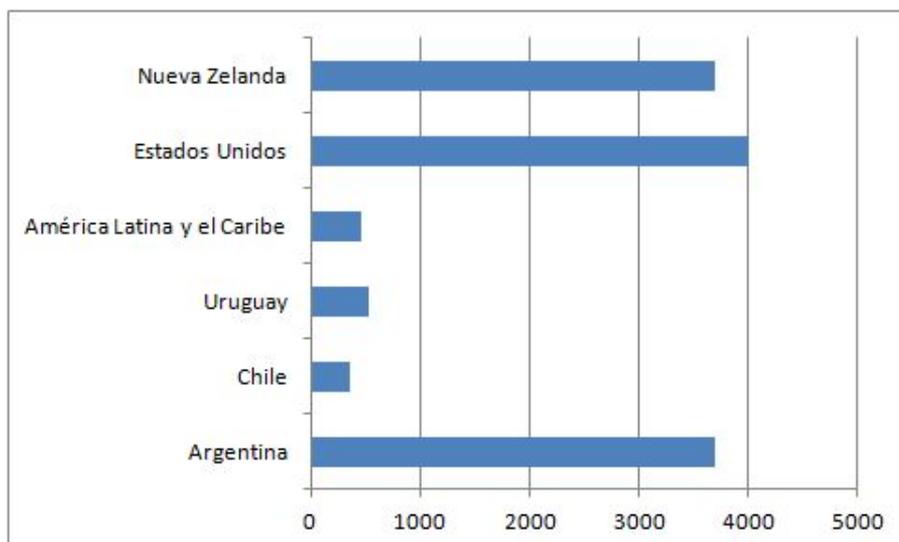
⁷ “Una marca es un signo distintivo que identifica ciertos bienes o servicios como producidos o suministrados por una persona o empresa específica. Una marca otorga protección al propietario de la misma asegurándole el derecho exclusivo sobre su uso para identificar bienes o servicios o para autorizar a otros a usarla a cambio de un pago.” Definición de marca extraída de la página del Banco Mundial.

(Figura 4.7) Títulos de protección vegetal otorgados tanto a residentes como a no residente. Elaboración propia con datos extraídos de la Unión Internacional para la protección de las obtenciones vegetales. Los datos corresponden a 2014. Nota: No se han podido encontrar datos a nivel regional.



En la siguiente figura se puede observar la cantidad de investigadores a tiempo completo por cada millón de habitantes. Uruguay, con 524 investigadores, se encuentra por encima del promedio latinoamericano (464) y de Chile (353), pero claramente todavía muy por debajo de los países desarrollados, y de Argentina que cuenta con el impresionante número de 3700 investigadores.

(Figura 4.8) Cantidad de investigadores a tiempo completo cada millón de habitantes. Elaboración propia con datos de la UNESCO. Los datos corresponden al 2011 y no se ha podido encontrar datos ciertos para Brasil y los miembros de la OCDE.

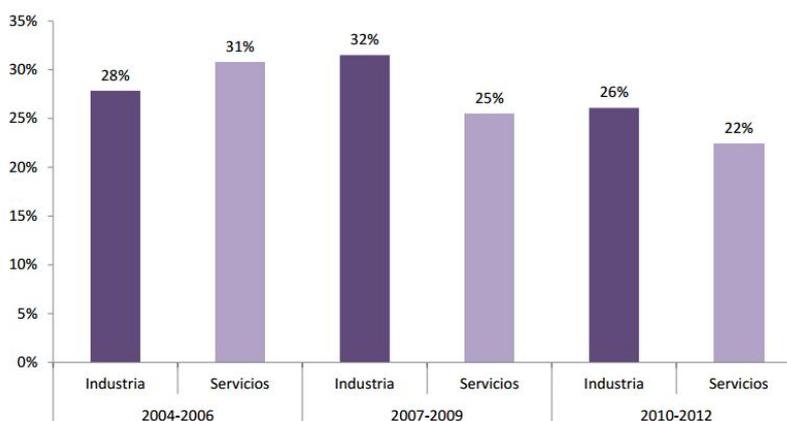


5. Innovación en el sector de servicios e industrial

5.1 Indicadores

A continuación se podrá observar distintos indicadores relevantes sobre la innovación del sector privado en Uruguay. Los datos han sido recabados de las últimas tres ediciones de la Encuesta de Actividades de Innovación en Industria y Servicios realizada por la Agencia Nacional de Investigación. La encuesta sigue la línea metodológica del Manual de Bogotá.⁸

(Figura 5.1) Porcentaje de empresas que realizan actividades de innovación por sector. Fuente: Boletín de indicadores de la ANII (2016).

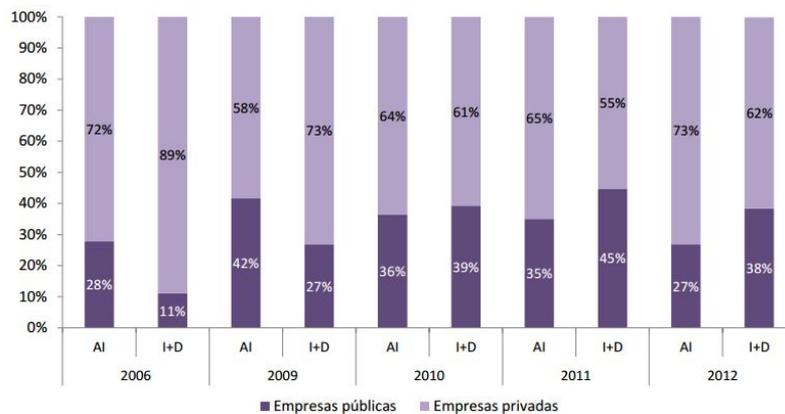


En la figura 5.1 se puede observar como aproximadamente un treinta por ciento de las empresas pertenecientes al sector industrial realizan actividades de innovación, la cifra es un poco menor para el caso del sector de servicios en donde se puede observar una tendencia a la baja en la cantidad de empresas que realizan actividades de innovación.

En la figura 5.2 se puede observar la composición de la inversión de innovación e I+D para las empresas públicas como privadas. A pesar de que la composición de la inversión en actividades de innovación e I+D varía significativamente de año a año, la tendencia es clara, las empresas privadas contribuyen significativamente en mayor medida a la inversión en innovación e investigación y desarrollo que las empresas públicas.

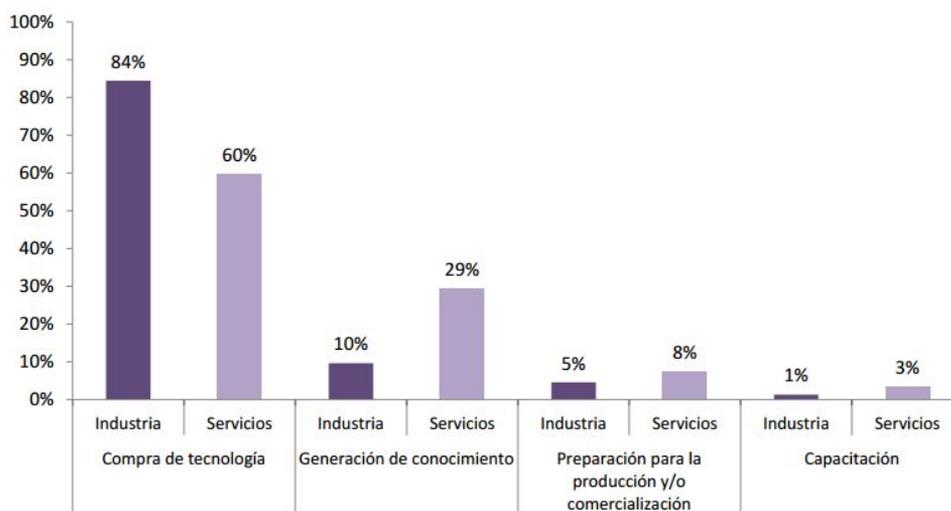
⁸ Un resumen de la metodología propuesta en el manual se puede encontrar en el siguiente link: <http://sd8b8ff188845c610.jimcontent.com/download/version/1265037863/module/3663501957/name/MANUAL%20BOGOTA.pdf>

(Figura 5.2) Inversión en actividades de innovación e I+D según el tipo de empresa. Fuente: Boletín de indicadores de la ANII (2016).



Un dato importante a destacar es el que se puede observar en la figura 5.3, la mayoría de la inversión en innovación, tanto en el sector de servicios como en el sector industrial, este último en mayor medida, se destina a la compra de tecnología. Es decir, las empresas uruguayas están destinando la mayoría de su presupuesto no a generar conocimiento ni a la capacitación, sino que lo están destinando a comprar productos que surgieron probablemente de la investigación y desarrollo de otras empresas.

(Figura 5.3) Estructura de la inversión en innovación por sector. Fuente: Boletín de indicadores de la ANII (2016).



5.2 Financiamiento estatal recibido

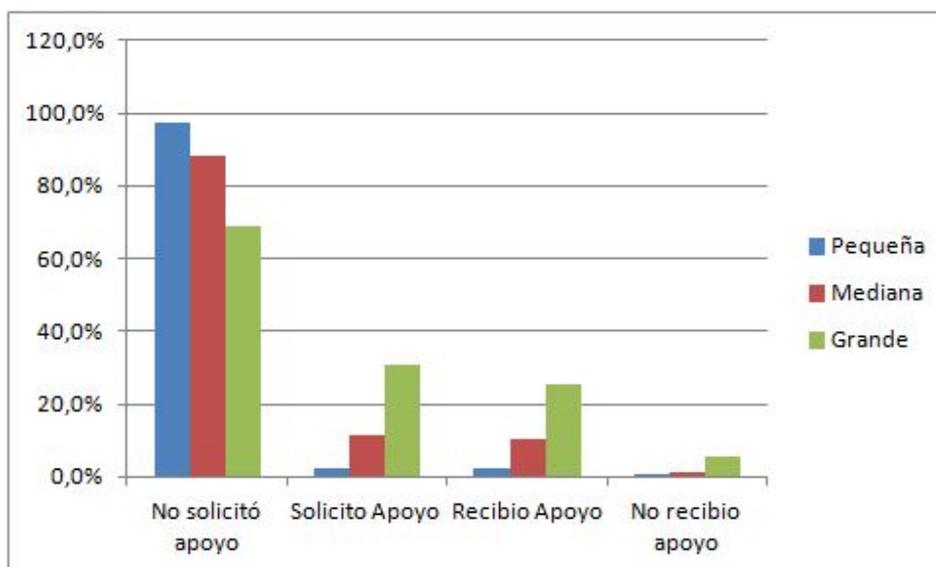
En la encuesta de innovación del período 2010-2012 anteriormente mencionada se realizó la siguiente pregunta tanto a las empresas del sector industrial como de servicios:

“¿La empresa ha recibido apoyo Estatal para financiar sus actividades de innovación en el período 2010-2012?”.

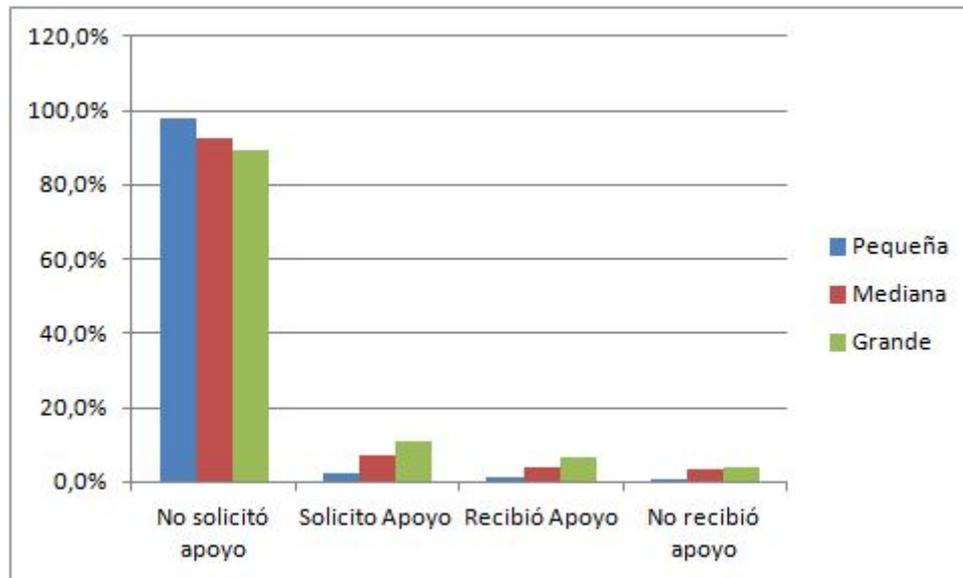
En el gráfico 5.2.1 se puede observar las distintas respuestas a esta pregunta por parte de las empresas del sector industrial. Como se puede observar, las empresas grandes son las que más solicitaron y recibieron apoyo financiero por parte del Estado.

En cuanto al monto del apoyo financiero recibido por parte del Estado, las empresas pequeñas recibieron 1 491 000 pesos, las medianas 26 015 000 pesos y las grandes 52 381 000 pesos. Es decir, aproximadamente el 65 % del apoyo financiero dado por el Estado a empresas del sector industrial es destinado a empresas grandes del sector. Vale aclarar que mientras que solamente el 6,4 % de las empresas en el sector industrial son empresas grandes, las empresas medianas representan el 34,2% y las pequeñas el 54,4 %, pero estas recibieron aproximadamente solo el 33 % y 2 % correspondientemente del apoyo financiero en materia de innovación por parte del Estado.

(Gráfico 5.2.1) Financiamiento en el sector industrial por tamaño de empresa. Elaboración propia con datos de la Encuesta de Actividades de Innovación en Industria y Servicios (2012).



(Figura 5.2.2). Financiamiento en el sector de servicios por tamaño de empresa. Elaboración propia con datos de la Encuesta de Actividades de Innovación en Industria y Servicios (2012).



En la figura 5.2.2 se puede observar el financiamiento público recibido por parte de las empresas del sector de servicios según su tamaño. Las empresas grandes son, al igual que en el sector industrial, las que más solicitan y reciben apoyo financiero por parte del Estado. Igualmente, tanto las empresas grandes, como las medianas y las pequeñas, solicitaron menos apoyo que en el sector industrial. En En Aboal y otros (Op. cit.) afirman que esto explica también en parte debido al sesgo tecnológico que existe en los instrumentos ofrecidos por la ANII. Las empresas del sector de servicios tienden a llevar a cabo, en su mayoría, actividades de innovación de índole no tecnológica, mientras que las empresas del sector industrial realizan generalmente innovaciones en forma tecnológica, debido a esto es que el sesgo pueda afectar a las empresas del sector de servicios y en parte explicar los mayor porcentajes de empresas que no solicitan apoyo en este sector. Así es que mientras que el sector industrial recibió casi 80 millones de pesos, el sector de servicios la cifra asciende a solamente 30 millones.

La distribución del apoyo financiero mantiene la misma tendencia observada en el sector industrial, pero en menor medida, ya que las empresas grandes recibieron aproximadamente el 52,7 % del apoyo, las medianas un 46 % y las pequeñas un 1,3 %. A pesar de que las empresas pequeñas, al igual que lo observado en el sector industrial, perciben un porcentaje insignificante del apoyo total, las medianas, en cambio, perciben un 13 % más de apoyo del recibido en el sector industrial. Aquí las empresas grandes representan un 5 %, las medianas un 29 % y las pequeñas un 66 %.

El apoyo público a la financiación de la innovación en el sector privado es necesario, al menos desde un punto de vista teórico, por las propias características de no rival

que tiene el conocimiento producido por la empresa. La no rivalidad del conocimiento creado implica que la innovación generada por una empresa puede ser utilizada sin restricciones por múltiples empresas al mismo tiempo. Como ya se ha visto, en el estudio del modelo de progreso tecnológico de Romer, la no rivalidad del bien implica que si la empresa quiere sobrevivir en el mercado, esta no podrá encontrarse bajo competencia perfecta, es decir, no podrá ser tomadora de precios. Los beneficios generados por el conocimiento generado por la innovación no pueden ser totalmente capturados por la empresa por esta característica de no rivalidad intrínseca al propio conocimiento creado. Así es que le resulta difícil a la empresa captar los beneficios generados por su innovación en el resto de la economía. No puede captar los beneficios de las externalidades positivas generadas por su innovación. Es por esto que el apoyo estatal en forma de financiamiento pueda resultar necesario como medio para compartir los riesgos inherentes a las actividades de innovación realizada por las empresas. También el apoyo estatal puede originarse a partir de un mayor nivel de protección a la propiedad intelectual, que le asegure a las empresas el resguardo, por un tiempo determinado, del conocimiento creado.

En Aboal y Garda (Op. cit.) se realiza una evaluación sobre el impacto del financiamiento público sobre la innovación y productividad en las empresas uruguayas. Los resultados encontrados en este trabajo son varios.

En primer lugar, confirmando lo observado en las figuras 5.2.1 y 5.2.2 , se encuentra que cuanto mayor es el tamaño de la empresa, mayor será su probabilidad de recibir fondos públicos. En cambio, ser empresa de propiedad extranjera reduce la probabilidad de recibir financiamiento público.

En segundo lugar, el gasto público en Uruguay incentiva el gasto en innovación. Se encuentra que las empresas que recibieron financiamiento público destinaron 4, 5 % más de sus ventas a la inversión que aquellas empresas que no recibieron ayuda financiera. Esto rechaza la idea de que el apoyo público genera un efecto de exclusión, las empresas invirtieron más de sus propios presupuestos. También se observó en el grupo de empresas con apoyo público que invirtieron 8 % más en I+D que las empresas del grupo de control. Igualmente, el financiamiento no logró generar un aumento de inversión privada en aquellas empresas que hubieran invertido sin la existencia del apoyo estatal.

Por último, no se encuentran efectos significativos del apoyo público sobre la productividad. Los autores del trabajo entienden que esto es debido al corto período en el cual han recabado los datos, los efectos sobre la productividad suelen manifestarse más en el largo plazo.

5.3. Obstáculos

A continuación se utilizan datos recabados en la encuesta nacional de innovación realizada por la ANII en 2012, para entender con qué trabas o desafíos se encuentra el sector de servicios e industrial uruguayo en materia de actividades de innovación.

5.3.1. Sector de servicios

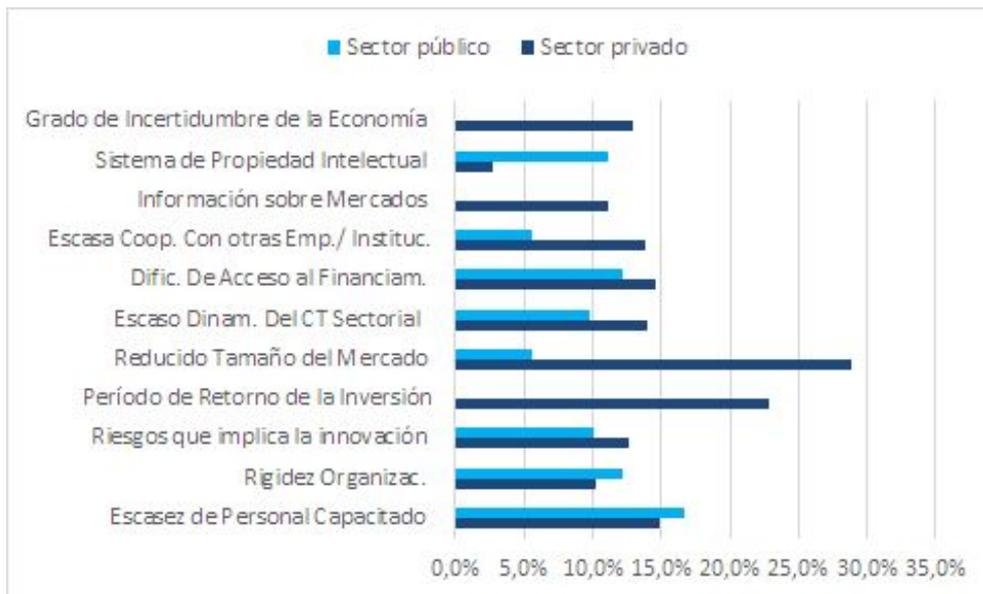
(Gráfico 5.3.1) Distribución porcentual en el sector de servicios de empresas que asignan una importancia media y alta a factores que obstaculizan la innovación en ellas. Elaboración propia. Fuente: Encuesta de Innovación de la ANII (2012). Nota: Se han seleccionado solamente aquellos factores que cuentan con una importancia media y alta mayor a 30 %.



En el gráfico 5.1 se puede observar los principales obstáculos que enfrentan las empresas en el sector de servicios en la realización de actividades de innovación. El reducido tamaño del mercado uruguayo parece ser para las empresas el principal factor que obstaculiza su capacidad de innovación. El período de retorno de la inversión, y los riesgos que implica innovar en un mercado como el uruguayo, son los factores que le siguen. En superficie, las empresas uruguayas del sector de servicios encuentran que los factores que les obstaculizan la innovación son factores en el marco estructural. La estructura del mercado uruguayo, un mercado de tamaño reducido, hace que aquellas tengan mayores dificultades a la hora de recuperar la inversión realizada en la innovación, ya sea por los propios riesgos inherentes a la innovación o por el período de retorno de la misma. Sorprende que factores tales como el escaso desarrollo de instituciones relacionadas a la ciencia tecnología y la innovación, la deficiencia del sistema de propiedad intelectual o la escasez de información sobre tecnologías no pertenezcan a esta serie de factores. Igualmente, vale aclarar que la escasez de personal capacitado, a pesar de no pertenecer a la serie de factores con una importancia media y alta mayor a 30 %, aparece en la encuesta en tercer lugar con 14,8 % en importancia alta.

Así es que en el gráfico 5.2 se puede observar el porcentaje de empresas del sector de servicios, tanto públicas como privadas, que asignan una alta importancia a los obstáculos.

(Gráfico 5.2). Porcentaje de empresas que asignan una alta importancia a los obstáculos. Elaboración propia con datos extraídos de la Encuesta de Innovación de la ANII (2012). Nota: Se han tenido en cuenta solamente aquellos obstáculos que han recibido la designación de factor de alta importancia por al menos el 10 % de cualquiera de los dos tipos de empresas.



Es interesante observar las diferencias y similitudes que existen entre los dos sectores al momento de designar los obstáculos de alta importancia. Mientras que el reducido tamaño del mercado y el período de retorno de la inversión representan los dos mayores obstáculos que enfrenta el sector privado, estos no son prácticamente reconocidos por el sector público como desafíos significativos hacia la innovación en su sector. En cuanto al segundo obstáculo, las empresas públicas, por sus propias características de empresa estatal, no tienen como objetivo principal el retorno de su inversión en innovación, mientras que en el sector privado es necesario, para generar incentivos futuros a innovar, que las empresas puedan tener un período de retorno a la inversión lo suficientemente llamativo para al menos asegurar la inversión realizada. Igualmente, se reconoce una serie de factores que representan obstáculos a la innovación en los dos sectores, tales como el difícil acceso al financiamiento, los riesgos que implica innovar, la rigidez organizacional y por último, en gran medida, la escasez de personal capacitado.

Factores como la información sobre tecnologías, escaso desarrollo de instituciones relacionadas con la ciencia, la tecnología y la informática, o una infraestructura física

inadecuada, no representan obstáculos importantes para la innovación en ninguno de los dos sectores.⁹

5.3.2. Sector industrial

Al igual de lo ya observado en el sector de servicios, se puede ver en el gráfico 5.3 que en el sector industrial los tres principales obstáculos que enfrentan las empresas al desarrollar actividades de innovación son el reducido tamaño del mercado, el período de retorno de la inversión y los riesgos que implica la innovación. Mientras que en el sector de servicios, el 55,2 % de las empresas asignaban una importancia media y alta al reducido tamaño del mercado, en el sector industrial esta cifra asciende a 69 %, la misma tendencia ocurre en los otros obstáculos.

Gráfico 5.3. Porcentaje de empresas que han designado una importancia alta y media a los obstáculos. Elaboración propia con datos de la Encuesta de Actividades de Innovación en Industria y Servicios (2012).¹⁰



Así es que se puede concluir que el sector industrial percibe, en gran medida, los obstáculos presentados en los gráficos 5.2 y 5.3 como mayores impedimentos o barreras que el sector de servicios. Es decir, el sector industrial parece estar sufriendo en mayor medida que el sector de servicios la existencia de estos obstáculos que el sector de servicios.

⁹ Estos factores fueron excluidos del gráfico 5.2 ya que no fueron designado por al menos 10 % de las empresas, de cualquier sector, como obstáculos de alta importancia.

¹⁰ Al igual que lo hecho en el gráfico 5.1, solo se seleccionaron para el gráfico aquellos factores que más del 30 % de las empresas hayan designado como obstáculos de alta y media importancia. No se realizó un análisis de los obstáculos que enfrentan tanto el sector público y privado en el sector industrial ya que la encuesta solo registra 2 empresas públicas en este sector.

Factores tales como el sistema de propiedad intelectual y el escaso desarrollo de instituciones relacionadas con la ciencia, la tecnología y la informática, al igual que en el sector de servicios, no aparentan representar obstáculos significativos para la innovación en el sector.

6. Papel del Estado uruguayo en innovación

6.1 ¿Por qué es necesaria la intervención del Estado en actividades de innovación?

La justificación básica para la intervención del Estado en las actividades de innovación ha sido la existencia de las fallas de mercado. En Oxera Ltd.(2005) se indican las cuatro fallas de mercado que pueden poner un freno al proceso de innovación:

- 1) Derramamientos de conocimientos tecnológicos: Debido a que el conocimiento generado por una empresa puede “derramarse” parcialmente al resto de la economía, la empresa que incurrió en la inversión inicial necesaria para producir ese conocimiento no podrá captar todos los beneficios de su producción. Esto puede generar que proyectos que sean potencialmente ampliamente beneficiosos para la sociedad en su conjunto, pero no beneficiosos económicamente para la empresa, no sean llevados a cabo.
- 2) Las innovaciones son bienes no excluibles: A pesar de que los conocimientos generados a través del proceso de innovación son generalmente no rivales, estos suelen ser, al menos, parcialmente no excluibles. El hecho que sean no excluibles lleva, como ya se explicó en la sección 1, a que la empresa no pueda sobrevivir en competencia perfecta, esta no puede ser tomadora de precios.
- 3) Fallas en las redes de innovación: Las empresas raramente innovan solas. Pueden existir problemas que dificultan la posibilidad de su cooperación en actividades de innovación. Empresas pequeñas, por ejemplo, pueden enfrentar dificultades para acceder a las redes de cooperación en innovación formadas por las propias empresas.
- 4) Información asimétrica e imperfecta: Debido a problemas de información, las pequeñas y medianas empresas inmersas en proyectos de innovación pueden tener dificultades a la hora de encontrar financiamiento.

6.2 Agencia Nacional de Investigación e Innovación

6.2.1 Creación

La ANII o Agencia Nacional de Investigación e Innovación es una institución gubernamental que fue creada a partir de la Ley 18 084¹¹, esta ley se basa en lo ya establecido en el artículo 256 de la Ley 17 930, en donde se establece la creación de la “Agencia Nacional de Innovación”. En el artículo 2 se indica que agencia responderá al Poder Ejecutivo a través del Gabinete Ministerial de la Innovación, presidido por el Ministerio de Educación y Cultura. Y será el propio Poder Ejecutivo quien apruebe el Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI). En el artículo 3 de la ley mencionada se especifican los objetivos que tendrá esta agencia:

- A) Preparar, organizar y administrar instrumentos y programas para la promoción y el fomento del desarrollo científico-tecnológico y la innovación, de acuerdo con los lineamientos político-estratégicos y las prioridades del Poder Ejecutivo.
- B) Promover la articulación y coordinación de las acciones de los actores públicos y privados involucrados, en sentido amplio, en la creación y utilización de conocimientos, de modo de potenciar las sinergias entre ellos y aprovechar al máximo los recursos disponibles.
- C) Contribuir, de forma coordinada con otros organismos del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, al desarrollo de los mecanismos efectivos de Evaluación y Seguimiento de Programas y demás instrumentos de Promoción en la materia. Este sistema de evaluación se constituirá en un insumo central para el diseño de incentivos a los agentes públicos y privados que participen.

En cuanto a su visión, la agencia se considera a sí misma como un “actor clave en la construcción permanente de una sociedad equitativa, democrática y competitiva basada en el conocimiento y la innovación como pilares de un desarrollo sustentable a través de la implementación de políticas públicas en investigación e innovación.”¹²

¹¹ La ley puede ser encontrada en el siguiente link:

<https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp1645622.htm>

¹² La misión y visión de la ANII se puede encontrar en su página web, en el siguiente link:

<http://www.anii.org.uy/institucional/acerca-de-anii/#/mision-vision>

En Rubianes(2013) se identifican cuatro problemas que caracterizaban el contexto de Ciencia, Tecnología e Investigación en Uruguay previo a la creación de la ANII. Primero había una falta de coordinación y articulación institucional, los programas públicos que buscaban apoyar e incentivar la innovación eran ofrecidos por múltiples organismos sin una clara coordinación y organización entre ellos. La creación de la ANII en 2006, solucionó esta falta de coordinación institucional. Segundo y tercero, la escasa inversión a nivel nacional en actividades de CTI y la pobre demanda de ciencia y tecnología por parte del sector privado eran características principales del período pre-ANII. Así es que la ANII creó una serie de instrumentos que buscan incentivar y apoyar la innovación a nivel país-concretamente este trabajo se centrará en breve en los instrumentos destinados al sector productivo. En último lugar, se destaca la inexistencia de un plan que marcará la línea a seguir a nivel país en materia de CTI. Claramente, el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación aprobado por el Poder Ejecutivo en 2010 fue creado con motivo de solucionar este problema.

Así es que en ABOAL *et al.* (2015, p. 73-74) se identifican tres aspectos relacionados con los avances generados por la 'reforma innovadora': "la creación de un organismo público referente en materia de políticas de innovación; la definición de una estrategia de innovación; y el diseño e implementación de un conjunto de instrumentos de política con miras de fomentar el desarrollo innovador y la generación de conocimiento a nivel nacional." También se destaca positivamente en esta reforma: el fortalecimiento de instituciones como el LATU, el INIA y también la creación de instituciones vinculadas a la CTI(Instituto Pasteur, Parque Científico-Tecnológico Pando, entre otros).

6.2.2 Historia

Se pueden destacar en la historia de la institución a partir de su nacimiento los siguientes momentos claves:

- (2007) La creación del Fondo Clemente Estable. Este es un fondo que busca la financiación de la investigación básica de excelencia en cualquier área del conocimiento, que sea prioritaria para el país¹³. El fondo existe en dos modalidades: La modalidad I consiste en la financiación de proyectos presentados por investigadores ya consolidados. Se entiende como consolidado a aquel investigador que tenga un nivel I,II o III en el Sistema Nacional de Investigadores o equivalente. La segunda modalidad consiste en el apoyo financiero a proyectos presentados por jóvenes investigadores,

¹³Ley 18 172, Art 305, del 30/08/07.

particularmente está apuntado a aquellos que se encuentran realizando su tesis de posgrado.¹⁴

- (2007) Nace el Sistema Nacional de Investigadores a partir del artículo 350 de la Ley 18 172 de 2007. Este organismo funciona en la órbita de la ANII y tiene como objetivo de “fortalecer, expandir y consolidar la comunidad científica nacional, acompañado de la tarea de categorizar y evaluar periódicamente a todos los investigadores, estableciendo un sistema de incentivos económicos”¹⁵. El sistema es conducido por una comisión honoraria designada por el gabinete ministerial de la innovación.
- (2007) Creación del Sistema Nacional de Becas. Este nace a partir del artículo 304 de la ley 18172. Aquí se establece que el objetivo del mismo es “como programa destinado a apoyar becas de iniciación en la investigación, de estudios de postgrados nacionales y en el exterior de inserción de posgraduación, de retorno de científicos compatriotas y de vinculación con el sector productivo, así como toda actividad en el ámbito de sus competencias.”¹⁶
- (2008) Activación de los instrumentos de Innovación Empresarial, Alianzas para la Innovación, Emprendedores Innovadores.
- (2009) Puesta en marcha del portal Timbó. Aquí toda persona podrá tener acceso a las revistas científicas de mayor prestigio y a una bibliografía que se asemeja a la de los grandes centros de estudio a nivel mundial. Se calcula que aproximadamente el 85% de la literatura científica tiene algún tipo de barrera de índole económica. El portal busca una democratización de la información.¹⁷
- (2010) El Poder Ejecutivo aprueba el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación elaborado por el Gabinete Ministerial de Innovación con el asesoramiento correspondiente y ya habiendo recabado, como se establece en el artículo 24 de la ley 18.084, la opinión previa del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.¹⁸
- (2012) Puesta en marcha de instrumentos de demanda tecnológica. Estos tienen el objetivo de “promover la innovación y la transferencia de tecnología al sector productivo fomentando la asociación y articulación entre los distintos actores del Sistema Nacional de Innovación, a fin de promover el dinamismo

¹⁴ Información extraída de la página de la FING: <https://www.fing.edu.uy/convocatoria/fondo-clemente-estable-0>

¹⁵ Información extraída de la página del Sistema Nacional de Investigadores: <http://www.sni.org.uy/>

¹⁶ La Ley puede ser encontrada en la página del IMPO: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18172-2007>

¹⁷ Puede encontrarse más información en: <http://www.timbo.org.uy/el+proyecto>

¹⁸ El *Plan* puede encontrarse en el siguiente link: <http://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/decreto-82-2010-pencti.pdf>

y la competitividad de estos, incrementando su productividad y el desempeño tecnológico.”¹⁹

- (2013) Se lanza el instrumento Contratación de formuladores de proyectos. El objetivo de este instrumento es otorgar un apoyo especializado a las empresas en la formulación y presentación de proyectos, con el objetivo de que estas puedan postular propuestas innovadoras a través de los distintos instrumentos que tiene la ANII. El instrumento está enfocado hacia empresas micro, pequeñas y medianas.²⁰
- (2014) Creación de la herramienta “Acceso Directo de Empresas”. Esta es una herramienta que brinda a las empresas uruguayas de cualquier rubro, fácil acceso a los distintos instrumentos que ofrece la ANII para la financiación y apoyo en la realización de distintas actividades de innovación.²¹

6.2.3 Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo

Como ya se ha mencionado, los instrumentos que ofrece la ANII en materia de promoción de la innovación en Uruguay son diversos. La innovación en un país va mucho más allá de la que ocurre en el sector productivo. La creación de conocimiento que llevan a cabo los investigadores es otro gran pilar de la innovación llevada a cabo en un país, y esta constituye, en muchas ocasiones, una gran fuente de ideas para el sector productivo. Es por esto que la ANII ha creado el Sistema Nacional de Investigadores y el Sistema Nacional de Becas. Estos han promovido la calidad y cantidad de las publicaciones como también creado herramientas para incentivar la investigación de calidad.

Así es que en este apartado el trabajo se concentrará en el impacto en el sector productivo de los instrumentos de promoción a la innovación²² sin desconocer la importancia que tiene este pilar en la generación de ideas e innovación en el país. Desde año 2008 la Agencia ha creado determinados instrumentos con el objetivo de “incrementar la competitividad de los sectores productivos en el escenario de la globalización” (PENCTI, 2010).

¹⁹ Información extraída de:

https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3161/Bases_DET_X_2012_1_1_0.pdf

²⁰ Se puede encontrar más información en:

http://www.anii.org.uy/upcms/files/llamados/documentos/1438983737_bases-for-x-2015-1.pdf

²¹ Información extraída de: <http://www.anii.org.uy/empresas/>

²² La exposición en esta sección se basará en el informe (Bernheim, Bukstein y Hernández, 2014).

En el informe ya citado se especifican los instrumentos que se analizarán. Estos se agrupan en dos grandes finalidades:

- 1) Apoyar a la innovación empresarial: Proyectos de Innovación Amplia Cobertura (Pequeños y Mayores), Proyectos de Innovación de Alto Impacto, Proyectos de Apoyo a Prototipos de Potencial Innovador, y Fondo Sectorial Innovagro.
- 2) Mejorar la competitividad (mejoras de gestión, certificación): Proyectos de Certificación y nuevos Mercados de Exportación, Expertos en el Exterior y Recursos Humanos Calificados.

El objetivo que se plantea el informe es entender el impacto de los instrumentos en las empresas en principalmente tres variables: la utilización de recursos propios para las actividades de innovación, los resultados en innovación y su desempeño económico. Los datos del informe son extraídos de las Encuestas de Actividades de Innovación de los períodos 2007-2009 y 2010-2012.

La metodología utilizada por los autores se basa en el uso de herramientas econométricas. A través de estas los autores tratan de estimar el llamado efecto del tratamiento del programa. Para realizar esto se podría seguir un procedimiento estándar. En donde se trata de observar el efecto del programa ANII en la empresa en una variable de resultado y estimar el efecto en esa misma variable si no se hubiera realizado el tratamiento. Este procedimiento trae consigo el problema que necesita observar ambos resultados simultáneamente. El impacto sobre la variable de resultado no puede generar otro efecto del que efectivamente generó. Es decir, el valor de la variable de resultado de las empresas estudiado como si el programa no se hubiera aplicado es un resultado hipotético, también conocido como contrafactual. Debido a esto es que se utiliza lo comúnmente conocido como grupo de control. El grupo está formado por empresas que se postularon a los distintos instrumentos del programa pero que sus proyectos fueron rechazados o estas mismas desistieron en el proceso. Así es que se puede asumir que las características de las empresas que forman parte del grupo de control son similares a las del grupo de tratamiento. Al realizar este supuesto se obtienen dos resultados observados y no, como en el procedimiento anterior, uno hipotético y otro observado. Así es que se puede estimar el efecto del programa ANII.

Concretamente, debido a que se cuenta con datos de las empresas a lo largo del tiempo, se puede realizar el método conocido como “diferencias en diferencias”. Este método consiste en comparar la evolución de las diferencias del valor de la variable de resultado del grupo de tratamiento con respecto al grupo de control en el período anterior y posterior al tratamiento. En teoría, si existe un impacto este se podrá observar en una diferencia estadísticamente significativa en las diferencias de

los valores de la variable resultado de un grupo con respecto al otro entre los dos períodos de referencia.²³

El estudio de impacto se plantea tres objetivos:

- 1) Estudiar el efecto del financiamiento público para una empresa beneficiaria del programa en su inversión privada en actividades de innovación.
- 2) Analizar cómo cambia el comportamiento innovador de una empresa beneficiaria cuando pasa de no recibir el financiamiento a recibirlo.
- 3) Cuantificar cómo impacta en la productividad el financiamiento público en actividades de innovación.

A continuación se indican las principales conclusiones con respecto a los tres objetivos planteados:

- 1) La evidencia planteada por los autores sugiere que las empresas responden positivamente a los incentivos públicos, estas aumentan sus inversiones en innovación luego de haber recibido el financiamiento. Se observa la inversión total en innovación las empresas beneficiarias invierten en innovación 253 % más que las del grupo de control. Ya si toman en cuenta otras variables, la inversión total y privada va disminuyendo a lo largo del tiempo. También se encuentra que las empresas financiadas por la ANII tienen entre 17 % y 24 % más de probabilidades de realizar actividades de innovación que las no financiadas.
- 2) Se encuentra que recibir apoyo de la ANII aumenta la realización de innovaciones en productos entre un 20 % y 23 % para las empresas beneficiarias. La evidencia no resulta concluyente en cuanto al impacto del financiamiento en las ventas de nuevos productos.
- 3) En cuanto al impacto del financiamiento de la ANII en el desempeño productivo de las empresas beneficiarias no se encuentra que el apoyo tenga un impacto significativo en el desempeño productivo de las firmas. Y al igual que en Aboal y Garda(2015) se llega a la conclusión que esto puede deberse a que los impactos en la productividad suelen verse más en el largo plazo.

7. ¿Qué políticas recomiendan los expertos?

En ABOAL y ANGELELLI (Op. cit., 2015) se identifican diversos problemas con el estado actual de la innovación en Uruguay así como también se proponen políticas a implementar:

- 1) Una evaluación más sistemática de los instrumentos ofrecidos por la ANII es necesaria. Si bien se indica que hay evaluaciones pero estas son realizadas esporádicamente y por la propia agencia, lo que podría derivar en un problema principal-agente e incluso muchos instrumentos no cuentan con

²³ Para más información sobre la metodología empleada y variables de resultado estudiadas ver páginas 11-19 del informe ya citado en la nota al pie número 22.

una evaluación. También recomiendan que la evaluación de calidad implica una evaluación empírica periódica sobre los programas de apoyo ofrecidos.

- 2) La escasa innovación llevada a cabo por las empresas del sector privado, se realiza de forma aislada. No es común que la innovación se lleve a cabo de forma asociada, esto lleva a una inhibición de los derrames de conocimiento entre los distintos sectores. El sector productivo, a través de varias organizaciones empresariales, elige cinco representantes para que integren el Consejo Nacional de Investigación, Ciencia y Tecnología (CONICYT). La escasa incidencia del Consejo en el sistema de innovación podría explicar parcialmente el bajo protagonismo del sector empresarial. Aunque no lo proponen directamente en el trabajo, buscar una mayor incidencia del Consejo o la creación de instrumentos más eficientes para favorecer la asociación empresarial en actividades de innovación parece fundamental al momento de posibilitar el derramamiento de conocimientos adquiridos a través de actividades de innovación.
- 3) La creación de un observatorio de CTI independiente de la ANII que realice el monitoreo y evaluación de los objetivos del PENCTI así como también la evaluación de programas e instrumentos específicos.
- 4) Los autores encuentran que las siguientes limitaciones en el PENCTI frenan el posible impacto real que pueda tener el plan: Carece de metas cuantitativas, no tiene temporalidad, no tiene presupuestos multianuales pre-establecidos y no define una instancia externa de monitoreo. Estos entienden que el PENCTI es más bien una visión del proceso de innovación del país antes que un plan.
- 5) El diseño de políticas de innovación, al igual que en el resto de América Latina e incluso en países de la OCDE, está sesgado hacia el sector industrial a pesar de que el sector de servicios representó en promedio entre 2004 y 2009 el 60 % del PIB y el 70 % del empleo además de contar con sectores, los llamados servicios basados en conocimiento, de alta productividad e intensivos en el uso del conocimiento. Esto ocurre ya que hay un sesgo tecnológico en el instrumento. El sector de servicios tienden a innovar más de forma tecnológica a través de cambios organizacionales, así es que los instrumentos están mejor diseñados para el sector industrial o manufacturero en donde las innovaciones tienden a ser tecnológicas. Debido a esto es que los autores proponen que la ANII ponga un mayor énfasis al sector de servicios y cuide que sus instrumentos horizontales no discriminen a las empresas de este sector que buscan innovar.
- 6) A pesar de que los instrumentos que ofrece la ANII cubren un amplio rango similar al cubierto por los sistemas de innovación en países latinoamericanos como Brasil o Chile, los impactos de nuestros instrumentos no se asemejan al de estos países, en parte porque no se han dotado a los mismos con

recursos suficientes. Se tiene una amplia gama de instrumentos pero se le destina pocos recursos a cada uno de estos. También ocurre que muchos de estos instrumentos se asemejan en sus objetivos.

- 7) Los autores entienden que la ANII es demasiado dependiente tanto del Poder Ejecutivo así como de cambios coyunturales que no se relacionan directamente con sus líneas generales de estrategia. Esta última dependencia se ve claramente ejemplificada en la remoción de todo el directorio de la Agencia por motivos para nada relacionados a su desempeño²⁴. También la perfecta sincronización entre el gabinete de innovación y el productivo es sumamente necesaria en un país donde los recursos a dedicar en materia de innovación son escasos.

8. Conclusiones

En la primera sección del trabajo se ha buscado dar un breve repaso sobre los dos modelos más importantes de crecimiento económico: el modelo neoclásico de Solow-Swan y el modelo de Romer de progreso tecnológico endógeno. En el modelo de Solow-Swan a pesar de que la única variable que termina explicando el crecimiento económico a largo plazo es exógena al modelo, es decir, no puede ser explicada por este, este representó un paso significativo en la literatura. El modelo de tecnología AK, el de externalidades del capital de Romer, el de aprendizaje por la práctica de Arrow, el de capital humano de Lucas son simplemente ejemplos de los tantos modelos desarrollados en los sesenta, setenta y ochenta que intentaron insatisfactoriamente resolver el problema de la exogeneidad de la tecnología. Si los trabajos de Swan y Solow representaron el primer gran paso de la literatura moderna de crecimiento económico, el modelo de progreso tecnológico endógeno de Romer en 1990 representó el segundo. Este trabajo no pretendió entender cuantitativamente el modelo de Romer, como sí lo hizo con el modelo de Solow-Swan, sino que se intentó de explicar los fundamentos principales en los cuales se basó Romer para desarrollar su modelo. La no rivalidad, la excluibilidad parcial así como las no convexidades presentes intrínsecamente en las ideas generadas a través del proceso de innovación representan las ideas principales en la exposición de este trabajo sobre el modelo de Romer. La exposición teórica en la sección I se realizó con la intención de presentar una sólida justificación de la elección de la innovación como tema a desarrollar en la sección II. El problema central en todos los modelos de crecimiento económico es comprender teóricamente esa variable A , así es que en la sección II este trabajo se ocupa de comprender una parte de esa variable: la innovación en Uruguay.

La sección II comienza con un breve desarrollo sobre lo comprendido hasta el momento de la evolución de la productividad total de los factores. Se llega a la

²⁴ Fuente: <http://www.montevideo.com.uy/contenido/ANII-sigue-sin-directorio-198936>

conclusión que la evidencia es totalmente contradictoria por lo cual no hay un consenso de cómo evolucionó la productividad en Uruguay desde mitades del siglo pasado. Se establece a la innovación como factor importante en la productividad de un país. Luego se pasa a una exposición de los indicadores principales de innovación. Se compara el estado de Uruguay en esta serie de indicadores con una muestra de países latinoamericanos y desarrollados. Se llega a la conclusión de que Uruguay presenta un pobre desempeño en indicadores tradicionales tales como solicitud y otorgamiento de patentes y también en gasto en I+D, pero se encuentra un buen desempeño del país en solicitud de marcas comerciales así como también en títulos de protección vegetal otorgados.

Posteriormente, en el capítulo 5 se realiza un análisis del estado de la innovación en el sector industrial y de servicios. Se encuentra principalmente que el sector industrial recibe una mayor financiación por parte del Estado en parte debido a un sesgo tecnológico que hay en los instrumentos de apoyo a las actividades de innovación. También se encuentra que cuanto más grande sea la empresa mayor es la probabilidad de recibir apoyo financiero por parte del Estado para la realización de actividades de innovación. Los obstáculos que se encuentran hacia la innovación no parecen diferir entre los dos sectores. Empresas de ambos establecieron que el reducido tamaño del mercado, el período de retorno de la inversión y los riesgos que implica la innovación son los principales obstáculos que enfrentan a la hora de innovar.

Luego en el capítulo 6 se analiza el rol que el Estado uruguayo juega en el sistema de innovación. Concretamente, se estudia la creación e historia de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación así como también se especifica el importante rol que esta ha jugado desde su creación en 2006. En el último apartado de este capítulo se realiza un análisis de un estudio de impacto de los instrumentos que la ANII ofrece al sector productivo. Las principales conclusiones de este estudio de impacto son que el apoyo financiero público logra estimular la innovación pero no estimular la productividad, los autores entienden que esto es en parte por el corto período de análisis.

Por último, en el capítulo 7 se realiza una breve enunciación de problemas y posibles políticas a llevar a cabo para solucionar estos problemas.

En conclusión, Uruguay ha avanzado en materia de innovación. A pesar de que el país se encuentra todavía muy por debajo en indicadores tales como inversión en I+D como porcentaje del PIB, así como también en patentes solicitadas y otorgadas, la situación es mucho más favorable en indicadores menos tradicionales tales como solicitud de marcas registradas y obtención de títulos vegetales. La reforma que vivió el país a partir de 2005 con la creación de la ANII significó un gran paso para el sistema de innovación uruguayo. Los instrumentos ofrecidos por la ANII para

incentivar las actividades de innovación en el sector productivo cubren una amplia gama de actividades pero carecen de los recursos necesarios para lograr un fuerte impacto, también estos parecen tener un sesgo tecnológico que discrimina a las necesidades del sector de servicios. También se encuentra que a pesar de que el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación supuso un comienzo en el establecimiento de un proyecto a nivel país de innovación, este es más bien, una visión del proceso de innovación antes que un plan ya que, entre muchas cosas, carece de unos objetivos cuantitativos. La dependencia de la agencia del Poder Ejecutivo, su falta de evaluación sistemática y su dependencia de aspectos coyunturales parecen ser otros grandes problemas que la agencia tendrá que solucionar. Otro gran obstáculo que parece enfrentar el país es el pequeño tamaño de su mercado. Este es en sí un problema estructural de la economía uruguaya que probablemente la ANII no pueda hacer nada para solucionarlo, pero representa una barrera que las empresas uruguayas ,que quieran realizar actividades de innovación,deberán enfrentar y buscar adaptarse. A pesar de todos estos problemas y obstáculos, el país ha avanzado increíblemente en materia de innovación, pero aún queda mucho camino por recorrer.

9. Bibliografía

- ABOAL, D., Angelleli, P. et al. (2015). *Innovación en Uruguay: diagnóstico y propuesta de políticas*. Disponible en: <http://www.cinve.org.uy/wp-content/uploads/2015/05/Documento-de-Trabajo-11.pdf>
- ABOAL, D; GARDA, P. (2015a). “¿La financiación pública estimula la innovación y la productividad? Una evaluación de impacto”. *Revista CEPAL*, 115, 42-62. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/37830>
- (2015b). *Technological and Non-technological Innovation and Productivity in Services vis a vis Manufacturing in Uruguay*. Inter-American Development Bank Competitiveness and Innovation Division (IFD/CTI), paper de discusión N° IDB-DP-264.
- ANII (Agencia Nacional de Investigación e Innovación) (2016). *Informe de seguimiento de actividades 2016*. Disponible en: <http://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/isa-2015-vd.pdf>
- ARROW, K. (junio 1962). “The Economic Implications of Learning by Doing”. *Rev. Econ. Studies*, 29, 155-73.
- BARRO, R., SALA-I-MARTIN, X. (1991). “Convergence across States and Regions”. *Brookings Papers on Economic Activity*, 22 (1), 107-182.
- (1992). “Convergence”. *Journal of Political Economy*, 100 (2), 223-251.
- BERNHEIM JASTROB, R., BUKSTEIN, D., y HERNANDEZ SIMÓN, E. (junio 2014). “Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo” Informe disponible en: <http://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/n7-evalua-ci-n-de-impacto-de-los-instrumentos-de-promoci-n-de-la-innovaci-n-empresarial.pdf>
- BUCACOS, Elizabeth (1999). “Fuentes del crecimiento económico en Uruguay: 1960-98”. *Revista de Economía, Segunda Época*, 6 (2) 39-79.
- (julio 2012). “Crecimiento económico, estructura institucional y productividad en Uruguay”, 1955-2010. *Documento de trabajo del BCU*, Montevideo, ISSN 1688-7565
- DASGUPTA, PARTHA y STIGLITZ, J. E. (junio 1988). “Learning-by-Doing, Market Structure and Industrial and Trade Policies”. *Oxford Econ.*, 40, 246-68.
- DE BRUN (mayo 2004). *Growth in Uruguay: factor accumulation or productivity gains?* Inter-American Development Bank, *Economic and Social Study Series*.

- FOSSATI, F., MANTERO, R. y OLIVELLA, V. (2004). *Determinantes del crecimiento económico en Uruguay: 1955-2003. Un análisis de la productividad total de los factores*. Tesis de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República.
- GRILICHES, Z. (1979). "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth". *Bell Journal of Economics*, 10, 92-116.
- HALL, B. (junio 2011). "Innovation and Productivity". *NBER Working Paper* N° 17178, LJE N° O30.
- JONES, C. (2015). "The facts of economic growth". Versión en preparación para el *Handbook of Macroeconomics*. Disponible en: <https://web.stanford.edu/~chadj/facts.pdf>
- KRUGMAN, P. (1994). *The Age of Diminished Expectations*. Cambridge: MIT Press.
- LUCAS, R. (1988). "On the mechanics of economic development". *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- MANKIW, ROMER y WEIL (1992). "A contribution to the empirics of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (2), 407-437.
- ODDONE, G. et al (2014). *Macroeconomía estructural: alternativas de cambio*. Disponible en: <http://www.gabrieloddone.com/wp-content/uploads/2014/09/2013-12-Informe-Final-Crecimiento-de-Largo-Plazo.pdf>
- ODDONE, G. y CAL, I. (jul.-dic. 2008). "El Largo Declive de Uruguay durante el Siglo XX". *América Latina en la Historia Económica*,.
- OLAYA, A. (jul.-dic. 2008). "Economía de la innovación y del cambio tecnológico: Una aproximación teórica desde el pensamiento schumpeteriano". *Revista Ciencias Estratégicas*, 16 (20), 237-246. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151312829002>
- OXERA Consulting Ltd. (noviembre 2005). "Innovation market failures and state aid: developing criteria". Disponible en: <http://www.oxera.com/Oxera/media/Oxera/downloads/Agenda/State-aid-and-innovation.pdf?ext=.pdf>
- PENCTI (Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación) (2010). Disponible en: <http://www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/decreto-82-2010-pencti.pdf>
- REBELO, S. (junio 1991). "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth". *The Journal of Political Economy*, 99 (3), 500-521.

- ROMER, P. (Octubre 1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth". *The Journal of Political Economy*, 94 (5), 1002-1037.
- (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, 98 (5), Parte 2, 71-102.
- RUBIANES, E. (2013). *Políticas Públicas y Reformas Institucionales en el Sistema de Innovación de Uruguay*. Publicado en: *Nuevas instituciones para la innovación: Prácticas y experiencias en América Latina*. LC/W.601. 2014-05. p. 221-258
- SAINT-PAUL, G. (1992). "Fiscal Policy in an Endogenous Growth Model". *The Quarterly Journal of Economics*, 107 (4), 1243-1259.
- SALA-I-MARTIN, X. (1994). *Apuntes de crecimiento económico*. 2.^a edición. Barcelona: Antoni Bosch editor.
- SCHUMPETER, J. A. (1983). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Tomo I. 1ra edición 1950. Barcelona. Ediciones Orbis, S. A.
- SOLOW, R. (febrero 1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics*, 70, 65-94.
- (agosto 1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". *The Review of Economics and Statistics*, 39 (3), 312-320.
- SHELL, K. (mayo 1966). "Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation". *A.E.R. Papers and Proc.*, 56, 62-68.
- (1967). "A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation". En Karl Shell (editor). *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- (1973). "Inventive Activity, Industrial Organisation and Economic Growth". En James A. Mirrlees y Nicholas H. Stern (editores). *Models of Economic Growth*. New York: Wiley.
- SOKOLOFF, K. y ZORINA, K. (Junio 1990). "The Democratization of Invention during Early Industrialization: Evidence from the United States, 1790- 1846". *Journal of Economic History*, 50 (2), 363-378.
- SWAN, T. (1956). "Economic Growth and capital accumulation". *The Economic Record*, 32 (2), 334-361.
- THEODULOZ, T. (agosto 2005). *El Producto Potencial en la Economía Uruguaya: 1978-2003*. Jornadas de Economía, Banco Central XX, Montevideo.