

CUADERNOS ECONÓMICOS DE ICE

NÚMERO 72 • Diciembre 2006

SUMARIO

- Presentación: Decisiones de inversión y adopción de nuevas tecnologías Raouf Boucekkine y Luis A. Puch 5
- Contabilidad del crecimiento Jeremy Greenwood y Boyan Jovanovic 11
- Crecimiento económico con progreso técnico incorporado Jorge Durán, Omar Licandro y Luis Puch 61
- *Balladurette y Juppette*: un análisis discreto de los subsidios al reemplazo Jérôme Adda y Russell Cooper 85
- Subsidios al desguace de bienes duraderos, heterogeneidad y ecos de reemplazo Omar Licandro y Antonio R. Sampayo 117
- Crecimiento económico y generaciones de capital Raouf Boucekkine, Omar Licandro y Luis A. Puch 155
- Crecimiento endógeno, utilización del capital y depreciación Juana Aznar-Márquez y J. Ramón Ruiz-Tamarit 177
- Destrucción creativa y las dinámicas de la creación y la destrucción de empleo Fernando del Río 195
- I+D y espionaje: efectos sobre la renta, el crecimiento y la desigualdad Guido Cozzi y Luca Spinesi 213
- Progreso técnico incorporado, adopción y mantenimiento Raouf Boucekkine, Blanca Martínez y Cagri Saglam 229
- Difusión tecnológica, productividad y cambio organizativo..... Carmen Camacho y Eva Moreno-Galbis 255

TRIBUNA DE ECONOMÍA

- Costes directos e indirectos del cáncer en España Fernando Antoñanzas, Juan Oliva, María Velasco, Néboa Zozaya, Reyes Lorente y Julio López-Bastida 281

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://publicaciones.administracion.es>



**MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO**

**DIVISIÓN DE INFORMACIÓN
DOCUMENTACIÓN Y PUBLICACIONES**
CENTRO DE PUBLICACIONES

Paseo de la Castellana, 160. 28071 Madrid
Tels.: 91.349 51 29 / 4968 / 4000
Fax: 91.349 44 85
www.mityc.es

NIPO: 701-06-013-3

I.S.S.N.: 0210-2633

D. L. M-22392-1977

Impresión: Guemo, S.L.

ECPMITYC: 500/1206

Presentación: Decisiones de inversión y adopción de nuevas tecnologías

Raouf Boucekkine
CORE y Department of Economics
Université Catholique de Louvain

Luis A. Puch
FEDEA, ICAE y
Universidad Complutense de Madrid

El presente volumen reúne una serie de artículos que tienen por objeto mejorar nuestra comprensión acerca de las decisiones de inversión y de adopción tecnológica en la economía, así como sus consecuencias para la productividad y el crecimiento. El enfoque metodológico de todos ellos es el de la teoría moderna del crecimiento y de los ciclos y más concretamente, el de los modelos de generaciones de capital (*vintage capital*) y progreso técnico incorporado. Se dice que un modelo tiene estructura *vintage* si las máquinas de distintas generaciones difieren en productividad o en el modo en el que se deprecian. Estos modelos se han mostrado útiles para justificar observaciones tales como la caída del precio relativo de los bienes de inversión, el aumento de la prima a la destreza o la desaceleración de la productividad, entre otros fenómenos que han tenido lugar en las últimas décadas del siglo pasado. Además, dichos modelos ofrecen un marco idóneo para abordar, desde un punto de vista empírico, la relación entre las decisiones de inversión de las empresas y el proceso de adopción tecnológico.

El volumen se organiza en tres partes. En la primera parte se examina la evidencia reciente que ha dado lugar al renovado interés en el desarrollo de esta familia de modelos y en su contrastación empírica, y más concretamente a reexaminar la cuestión de la medición del progreso técnico. La segunda parte pone el énfasis en caracterizar los mecanismos que gobiernan las decisiones de inversión en este marco, a la vez que discute la relevancia empírica de dichos mecanismos. Por último, un tercer bloque de artículos revisa diversas extensiones de los modelos básicos de adopción tecnológica cuyo objeto es contestar a diversas cuestiones relacionadas con la actividad innovadora.

El volumen se abre con un artículo seminal de **Jeremy Greenwood** y **Boyan Jovanovic**, dos de los principales impulsores de la investigación reciente en esta área. En el artículo estos autores establecen los argumentos por los que la contabilidad del crecimiento debería proceder en un marco de generaciones de capital, a la vez que discuten por qué el modelo básico no es satisfactorio para este fin. La razón

es que la desaceleración de la productividad que implica el modelo básico de *vintage capital* es todavía mayor que la que resulta del modelo de crecimiento neoclásico. Lo correcto entonces es aumentar el marco *vintage* con progreso técnico incorporado (PTI) para introducir aprendizaje en el uso de las nuevas tecnologías y retardos en su adopción y difusión. **Jorge Durán, Omar Licandro y Luis Puch** profundizan en la cuestión de la medición del progreso técnico en cuanto a que, si se impone la necesidad de formular un modelo de generaciones de capital que tenga al menos dos sectores, uno produciendo el bien de consumo y otro produciendo el bien de inversión, esto nos obliga, a su vez, a pensar en qué es lo que vamos a medir. En efecto, la presencia de PTI exige reconsiderar qué identificamos con crecimiento real y cómo medimos la contribución del PTI a ese crecimiento real. Estas reflexiones sirven a estos autores para clarificar algunas controversias en esta literatura, y en particular, la llamada controversia de Solow-Jorgenson.

Si los precios relativos de los bienes de inversión no sólo no permanecen estables sino que tienen una tendencia de largo plazo es necesario mejorar nuestra comprensión acerca de las decisiones de inversión de las empresas. Precisamente, una de las ideas básicas de este enfoque teórico se refiere al reemplazo del capital existente por nuevas generaciones de máquinas. La evidencia empírica sugiere que las actividades de reemplazo del capital se producen de manera episódica y se concentran alrededor de períodos de alta inversión. **Jerôme Adda y Russell Cooper** modelan el reemplazo de bienes duraderos a nivel individual como elecciones discretas, de manera consistente con la evidencia al respecto, y en claro contraste con los modelos de agente representativo con costes de ajuste convexos. La interacción entre la elección discreta a nivel macroeconómico y la evolución de la distribución por edades de los bienes duraderos puede explicar los patrones observados de reemplazo, además de tener consecuencias para la industria en primera instancia, y con ello, macroeconómicas. El modelo de elección discreta dinámico y estocástico se utiliza para valorar los efectos a corto y a largo plazo de las políticas de subsidios al reemplazo de duraderos aplicadas en diversos países en los últimos años.

El artículo de **Omar Licandro y Antonio R. Sampayo** desarrolla un marco para estudiar las decisiones de reemplazo alternativo al de Adda y Cooper, y con ello, para evaluar los efectos de políticas de subsidios en mercados de bienes duraderos. Mientras que para Adda y Cooper la heterogeneidad en las decisiones de reemplazo es estocástica e idiosincrásica, para Licandro y Sampayo la heterogeneidad es determinista y persistente en el tiempo. Esta heterogeneidad surge de la estructura *vintage* del modelo de reemplazo propuesto, y su principal ventaja es que permite capturar de manera más realista la distribución por edades del capital. En este sentido el marco que consideran estos autores es el más favorable para analizar las consecuencias de dinámicas de transición gobernadas por ecos de reemplazo: el hecho de que fluctuaciones pasadas tienden a reproducirse en el futuro.

Más allá del realismo, cabe esperar que los modelos de generaciones de capital tengan propiedades dinámicas de corto y largo plazo distintas a los modelos con

capital homogéneo. El hecho de que la diferencia de productividad entre las nuevas y las viejas generaciones de máquinas aumente a lo largo del tiempo, limita la edad del capital que se vuelve finita, lo que da lugar a dinámicas no monótonas que en algunos casos resultan en oscilaciones de carácter permanente. El artículo de **Raouf Boucekkine, Omar Licandro y Luis Puch** examina esta circunstancia y más concretamente, se pregunta acerca del papel de la edad del capital en la tasa de crecimiento de la economía. Evidentemente, una respuesta explícita a esta pregunta exige pasar del marco de crecimiento exógeno al marco de crecimiento endógeno. Los autores proponen variantes del modelo AK y del modelo de Learning by Doing de crecimiento endógeno a los que incorporan supuestos básicos de heterogeneidad del capital por razón de la edad. Con ello revisan de manera sistemática los principales resultados de largo plazo que se obtienen en este tipo de modelos, así como algunas de sus implicaciones de mayor relevancia empírica. La distribución por edades puede moverse de manera que la edad media de las máquinas se relacione inversamente con la tasa de crecimiento. En todo caso, no hay que perder de vista que otras fricciones relacionadas con la obsolescencia del capital pueden afectar a las decisiones de inversión y con ello a la tasa de crecimiento. El artículo de **Juana Aznar y Ramón Ruiz-Tamarit** pone en contexto actividades tales como las de mantenimiento del capital, en relación con el grado de utilización del capital y la tasa de depreciación económica de los equipos. Los autores muestran de manera didáctica los fundamentos para el análisis de estos aspectos en el marco del modelo AK, y caracterizan cómo los costes de ajuste y de mantenimiento del capital pueden reducir la tasa de crecimiento de la economía.

La segunda idea importante de este enfoque teórico se refiere a que los nuevos equipos incorporan mejoras tecnológicas. A este respecto no hay más que acudir al estudio de Gordon sobre los bienes duraderos, y es en este sentido que la evidencia sobre progreso técnico incorporado es abundante. Sin embargo, la evidencia empírica sobre el vínculo entre las ganancias de productividad y la inversión reciente o la edad media del capital es limitada. Esto puede ser debido a la complejidad de captar convenientemente como opera los procesos de innovación y adopción tecnológica a través del canal de la inversión. La acumulación de capital humano a través de los sucesivos *vintages* tecnológicos es sin duda clave para la comprensión de este canal. Precisamente por esta razón, y antes de desarrollar todos estos temas, el artículo de **Fernando del Río** introduce los aspectos relacionados con las consecuencias de la hipótesis de progreso técnico incorporado para la dinámica de creación y destrucción de empleo. En su marco de generaciones de capital, la aceleración del progreso técnico incorporado incrementa tanto la creación como la destrucción de empleos. Sin embargo, la respuesta de la destrucción es mayor por lo que lo es también su volatilidad, lo que tiene consecuencias para la evaluación del proceso de destrucción creativa asociado al crecimiento económico. El resto del volumen profundiza en las decisiones de inversión en activos tangibles e intangibles a través de diversas extensiones de los modelos básicos de innovación y adopción tecnológica.

Un aspecto quizás fundamental de la realidad del mundo de la innovación es la actividad de espionaje. Pocos autores se han interesado por el impacto de tal actividad sobre la tasa de innovación de una economía, y por consiguiente, sobre su tasa de crecimiento de largo plazo. Sin embargo, existe evidencia de que en ciertas empresas, parte de los empleados se dedica a espiar las invenciones de empresas rivales. En su contribución a este volumen, **Guido Cozzi** y **Luca Spinesi** citan el informe anual del ORI (Organization for Research Integrity) americano, que documenta que los Estados Unidos pagan un alto precio financiero por el espionaje económico: «La comunidad empresarial estima que, en el año civil 2000, el espionaje económico costó entre 100 y 250 miles de millones de dólares en ventas perdidas...». Cozzi y Spinesi se plantean entonces una serie de cuestiones económicas en relación con esta actividad dentro de un marco neo-schumpeteriano estándar. En su modelo, cada entidad industrial reparte sus recursos humanos entre producción, I+D y espionaje. En equilibrio, una fracción constante de los investigadores tenderá a realizar esfuerzos verticales puros en innovación, mientras que el número de espías por línea de producto es también constante. Esta propiedad implica que en economías donde el proceso I+D es más vulnerable al robo de ideas, la tasa de innovación es más baja, lo que induce un crecimiento de largo plazo menor. En términos de política económica, se requiere por lo tanto una normativa contra el espionaje más rigurosa. Por otro lado, una ayuda no diferenciada y directa al I+D tiende a incrementar el número de individuos que emprenden actividades de espionaje, de forma que aumentan la masa laboral absoluta y relativa dedicada a espiar, y se reduce el output per cápita.

Las dos contribuciones siguientes parten de la observación de que la difusión de las nuevas tecnologías, y no solamente en los países menos desarrollados, no siempre conlleva mejoras significativas en el crecimiento de la productividad. En el caso que interesa a **Carmen Camacho** y **Eva Moreno**, se trata del tardío impacto que ha tenido la difusión de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) sobre el crecimiento económico en los países de la OCDE, un fenómeno bien conocido que sugirió la famosa paradoja de Solow. Existen ya varias explicaciones de dicha paradoja, algunas ya mencionadas en otras contribuciones a este volumen (por ejemplo, por **Greenwood** y **Jovanovic**). Camacho y Moreno enfocan su estudio sobre un aspecto menos estándar en la literatura macroeconómica, el cambio de organización (incluido el tipo de cualificaciones) que requieren las nuevas tecnologías para que haya un impacto significativo sobre la productividad. La tesis defendida pues es la de la complementariedad entre adopción tecnológica (en este caso de TIC) y cambio de organización, una hipótesis previamente avanzada y testada por Bresnahan, Brynjolfsson y Hitt en el caso americano. Camacho y Moreno repasan los últimos trabajos empíricos dedicados a la comprobación de esta propiedad de complementariedad sobre varias bases de datos, alguna de ellas europea. En todos estos estudios empíricos, se muestra de manera nítida que la informatización, sin cambio organizativo, no tiene un efecto positivo significativo sobre la productivi-

dad, lo que permite pensar que la propiedad de complementariedad entre informatización y cambio organizativo está siendo un hecho estilizado incuestionable.

La última contribución del volumen centra su análisis en el caso de los países en desarrollo. Existen varios informes y trabajos empíricos cuestionando la eficacia de las transferencias tecnológicas hacia estos países, por ejemplo el de Grether para el caso de México. En un marco de crecimiento óptimo, **Raouf Boucekkine, Blanca Martínez y Cagri Saglam** estudian el patrón temporal óptimo de la adopción tecnológica ante incrementos exógenos de la frontera tecnológica. El planificador central tiene que asignar los recursos limitados de una economía en desarrollo (y por lo tanto, con una capacidad de absorción tecnológica también limitada) a tres sectores distintos: dos sectores de producción (bien de consumo y bien de capital) y uno de imitación o aprendizaje de las innovaciones que ‘caen’ del Norte industrializado. Se asume además que el progreso tecnológico es incorporado en los bienes de capital, lo cual refleja una característica importante de las nuevas tecnologías (por ejemplo, de las TIC). Los autores sacan dos conclusiones llamativas de su estudio del problema de crecimiento óptimo correspondiente. En primer lugar, ante una aceleración tecnológica permanente en el Norte, el beneficio de aumentar de inmediato el esfuerzo de imitación (o de adopción) es muy limitado. Al contrario, conviene en este caso retrasar el esfuerzo de adopción al medio-largo plazo y dedicar más recursos a la producción a corto plazo. En segundo lugar, si contemplamos una actividad de mantenimiento del capital físico en el modelo, además de la producción y de la adopción, entonces la combinación óptima de estas tres actividades requiere más recursos asignados al mantenimiento y a la producción a corto plazo, y más recursos dedicados a la adopción en el medio-largo plazo.

La coordinación de este volumen no habría sido posible sin la colaboración de todos los autores que han contribuido. Nuestra gratitud a todos ellos, y muy especialmente a Omar Licandro, que prefirió no implicarse expresamente en la coordinación de un volumen en el que abundan sus ideas y contribución. Nuestro agradecimiento también a Carmen Arias por su ayuda en la preparación de los textos, y muy especialmente a Nieves Prior por su gestión de la edición.