

Investigación y desarrollo (I + D) en la productividad*

Research and development (R&D) productivity

Néstor Sanabria Landazábal**

RESUMEN

A efectos del estado del arte en referencia a los temas de investigación y desarrollo (I+D) se considera que el conocimiento es resultado del stock acumulado por un conjunto de individuos, así como por los efectos vecindario (*neighborhood effects*) resultado de las interacciones e iteraciones de las comunicaciones y los comportamientos entre e intrafirmas. De ello resulta importante tener en cuenta los resultados de innovación y los efectos de las derramas tecnológicas (*spillovers*). Este artículo es resultado de una revisión bajo dos formas instrumentales: por un lado las mediciones a partir de series temporales agregados y datos transversales a nivel de la firma con soluciones a partir de suponer condiciones de equilibrio. Pero, se asume que aunque los trabajos presentados son altamente importantes dejan espacio a la consideración de las organizaciones complejas.

Palabras clave: Investigación y desarrollo, innovación, derramas tecnológicas, efectos vecindario.

ABSTRAC

For the purposes of this state of the art in reference to issues of research and development (I+D) is assumed that knowledge is the result of accumulated stock of a group of individuals, as well as the effects neighborhood resulting from interactions and iterations of the communications and behaviors between and intra-firm. It is important to take in to account the results of innovation and the effects of technological spillovers. This paper is result of a revision under two instrumental forms: first, measurements from aggregate time series and cross-sectional firm-level solutions from assuming equilibrium conditions. But, it is assumed that although the papers are highly important to leave room for consideration of complex organizations.

Key words: Research and development, innovation, technological spillovers, neighborhood effects.

INTRODUCCIÓN¹

Aún en los animales, a quienes reputamos como no racionales, la organización es un dato muy importante. El texto del premio Nobel Canetti (1962) es muy sugerente en este sentido. Si al estudio de las mitas de cacería de los perros en África, su disposición geométrica de ataque, las jerarquías y las demás variables consideradas, se les eliminara el hecho de no ser una empresa humana, podría ser de

buen descriptor de las actividades empresariales hasta un punto del acto civilizatorio (Elías, 1988). Con ello se quiere resaltar dos puntos de partida de este ensayo. El primero, que la organización no es sólo fruto de la razón humana, esta de forma primaria o con altos grados de desarrollo se encuentra en todas las especies, hormigas, abejas, leones u hombres. Segundo, que se puede argumentar que las estructuras son fruto de la acumulación de experiencias, saberes, en las relaciones entre actores y entorno. En este sentido, es

* Recibido: Abril 4de 2011. Aceptado: 27 mayo de 2011.

** Sociólogo. Doctor en Estudios Latinoamericanos. Docente Investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables de la Universidad Autónoma del Caribe, nestor.sanabria@uac.edu.co

¹ Esta breve referencia se hace con el fin de ubicar los desarrollos instrumentales con los cuales se va a analizar los spillovers y la I+D. Ello se presentará en extenso en el siguiente artículo correspondiente al Proyecto de Investigación que le da origen.

dable pensar que la organización es un resultado evolutivo y no una precondition de la subsistencia. Es decir, que la evolución es quien va a generar la complejidad de la vida, como lo afirma Thompson (2003) y que, en lo humano, esta se expresa desde la evolución cultural que implica cambios en los paradigmas explicativos de los límites y alcances de las firmas.

En esta perspectiva, un punto que se tendrá en cuenta en este siguiente artículo corresponde a las *organizaciones complejas* y, con ello, se busca contribuir a resolver algunos de los interrogantes propuestos por el Nóbel Coase (1981, 1988) en el sentido de ser colección de contratos, y de otros autores como los contenidos en el texto compilado por Williamson y Winter (1996). Se acepta también que las organizaciones son el espacio definitorio de las construcciones territoriales y, con ello, definieron las estructuras de poder hasta la emergencia de la actual fase de la globalización, en la cual, lo local y lo global abandonan los estrechos, aunque importantes marcos de las soberanías y los localismos.

Se quiere decir, al asumir como esquema teórico a las organizaciones complejas, que las firmas son todos eso mas las opciones desde los micropoderes (Foucault, 2010a, 2010b) de construcción de los propios espacios sociales en competencia, no sólo con el entorno cercano, también con el resto de estructuras sociales del mundo, en razón a la velocidad de transmisión de información.

Importa esta consideración porque dará los elementos que se necesitarían para contribuir a resolver el acertijo de si, hoy, es más eficiente una firma autodirigida, o una en la cual existe un mando jerarquizado. ¿Cuál es, potencialmente de mayores posibilidades para captar los cambios en información y traducirlos en conocimiento de tal manera que se apuntalen las estrategias competitivas? La literatura sobre el tema es abundante, pero alguna de ella es ideologizada a demostrar que un éxito en una firma es garantía universal de lograrlo si se aplica la receta.

El problema a resolver tiene dos vertientes: uno, cómo medir el impacto que tiene sobre la productividad el gasto en I+D, bajo dos interrogantes ¿es necesario? ¿Cuál es el límite de esa necesidad?; y, dos, ¿el gasto implica garantía de perduración de las empresas? De ello resulta la necesidad de comprender los *spillovers* a partir de las culturas empresariales en las cuales se va a implementar, y esta se forma a partir de la sociedad como entorno y en ambas instancias las decisiones de I+D son la variable significativa que expresará el grado de innovación. Entonces se podría explicar la competitividad como un problema cultural y no de indicadores estadísticos,

en razón a que se podría explicar desde la teoría de juegos como una estrategia de líder-seguidor y en este caso no existe una regla general, sino aproximaciones de casos. Y ello nos lleva de la mano a estudiar desde la teoría de la complejidad a las organizaciones, para lo cual se intentará presentar a continuación los antecedentes de su medición.

1. PRODUCTIVIDAD

A partir de asumir la I+D como un *stock of knowledge*, Griliches (1986, 2000) y usando datos de corte transversal de series de tiempo, calcula los efectos rezagados del gasto en I+D a partir del desarrollo de productos o procesos nuevos aceptados por el mercado y su proceso de obsolescencia. Los resultados arrojados muestran como I+D tienen un efecto positivo sobre la productividad. La causalidad entre I+D la calcula a partir de la tasa de crecimiento de la productividad en relación con los totales de gasto en I+D. El resultado muestra que productividad y I+D son cuantitativamente iguales y las elasticidades tienen un valor de 0.095 para el período y región analizados. En suma, según Griliches hay efectos directos e indirectos de *spillovers* relacionados con las actividades en las cuales se invirtió en I+D.

Por su parte, Lichtenberg y Siegel (1991) consideran que la productividad es necesario medirla de manera desagregada, en razón a las diferencias de las líneas de operación de las empresas y se aunque reflejen las condiciones medias de las industrias en sentido marshaliano (Marshall, 1920, 1958, 1961) la mayoría de las empresas quedan fuera de este estadístico, haciéndolo inocuo a efectos de mirar el impacto de la inversión en I+D. Aunado a ello también es de considerar que la diferencia entre niveles de gasto en I+D expresa la condición de liderazgo de las empresas y sectores más avanzados tecnológicamente. En este sentido, estos autores asumen que el uso de microdatos mejora los parámetros resultantes y reduce el error. También argumentan que las microsimulaciones mejoran los grados de libertad.

Estos últimos autores a partir de la productividad total de los factores (Solow, 1957) asumen que el impacto del cambio derivado en el gasto en I+D es resultado del cambio técnico, la tasa marginal de retorno de la I+D y el stock per cápita de capital. Se asumen rendimientos constantes a escala, no se aceptan datos negativos en la depreciación del gasto en I+D y se establecen varios conjuntos, *ad hoc*, de microdatos a partir de los niveles de gasto y tamaño de las firmas. La estimación se hace por mínimos cuadrados generalizados. Este estudio, de manera similar al de Griliches muestra como existe una relación positiva entre la intensidad del gasto en I+D y el crecimiento de la productividad con un valor de 13.2% promedio para los microdatos considerados,

denotándose con ello la importancia de asumir a la I+D como un factor de producción independiente de los otros factores clásicos considerados. Finalmente es de considerar en este estudio que el éxito en la aplicación de políticas de I+D, de acuerdo con los datos analizados es más probable en grandes firmas que en pequeñas, aun cuando los retornos no tienen esta consideración y presentan igualdad de condiciones.

En otro estudio similar al descrito, Raut (1995), al revisar el caso de la India, considera que los efectos de I+D dependen de los períodos precedentes siguiendo lo argumentado por Griliches (1979) y asume que este gasto puede transformar los rendimientos decrecientes de los stock precedentes en constantes de escala a partir de la inversión en I+D, con lo cual se asume como factor de producción. También asume que existen diferencias en las razones que inducen en las firmas a la inversión en I+D y por tanto formula la necesidad de evitar estos sesgos. Para definir entonces la relación entre *spillovers* y I+D, Raut toma en cuenta la depreciación del capital invertido en I+D. Sus resultados indican que los *spillovers* derivados de la I+D son altamente significativos en la determinación del producto.

Al tratarse la productividad, hasta mediados de la década de los noventa se trataba de manera separada lo público de lo privado. Unos de los pioneros en tomar de manera conjunta estas dos vertientes fueron Nadiri y Maumaneas (1994), lo cual implica un cambio en la consideración del conocimiento. Se interrogan si la demanda de uno afecta los precios del otro, bajo la consideración de las características definidas para los bienes públicos. En desarrollo de su propuesta se presentan dos efectos en la dirección privado-público: el efecto productividad y, en sentido contrario, el efecto sesgo derivado del ejercicio de las políticas y la discrecionalidad gubernamental en este tema.

Estas determinaciones se hacen a partir de funciones traslogarítmicas usando costos promedios por industria referidos a los factores capital y trabajo, producto manufacturero industrial, infraestructura pública, inversión en I+D y stock de capital. Usan variables dummy para capturar el cambio tecnológico y la diferencia en costos. Sus resultados indican como el incremento de gasto público reduce los costos de producción de los privados, evidenciando que los efectos de *spillovers* que se pretendían encontrar son apreciables cuando se trata de infraestructura; y que, la inversión pública en I+D tiene poco impacto resultado del incremento en la infraestructura pública. Por su parte el efecto sesgo se evidencia en el incremento de ambos gastos. También encuentran que el gasto en I+D es substitutivo de trabajo. De igual manera proponen que los cambios en la demanda

de los demás factores resultado de los cambios correspondientes a infraestructura son mayores que los resultado de la I+D pública.

Por su parte, Aiello y Cardamone (2008), analizando las condiciones de los *spillovers* y la I+D en Italia y ubican que el existe una fuerte influencia de estos, bajo la restricción de estar espacialmente concentrada. A diferencia de los modelos presentados, estos autores utilizan una función de producción flexible asimilable también como una traslogarítmica a fin de explicar si la I+D es complementaria o substituta de los insumos de producción. Con ello se puede determinar cómo los flujos de *spillovers*, a partir de la I+D fluyen a nivel de la firma si se toman conjuntos similares, en sentido ordinal y cardinal, en el supuesto hipotético de que a mayor similaridad, medida por el espacio ocupado en relación con el capital humano, mayores flujos de innovación entre ellas (Romer, 1986, Arrow, 1962).

En estudios posteriores Maumaneas (1999), mediante ecuaciones simultáneas que incluyen funciones de costos, mercado laboral, condiciones de equilibrio de la oferta, capital físico y I+D privada, asume que el I+D público es un factor no pagado que tiene características de bien público. Se soluciona por mínimos cuadrados no lineales en tres etapas. En sus resultados no encuentra viable que se pueda rechazar la hipótesis de inexistencia de externalidades asociadas a la I+D pública. De acuerdo con el diseño de los modelos los insumos son cuasi fijos y esto implica que se produce ajustes en los costos derivados de nuevas tecnologías, cambios en las escalas de los negocios y adquisición de nuevas maquinarias y equipos. Estos ajustes pueden causar incremento en I+D pública y pesar en el decremento del gasto en insumos.

En la misma dirección, Los y Verspagen (2000) reflexionan sobre el tema de los *spillovers* en la producción a nivel de la firma, a partir de catalogarlos en dos tipos: uno, cuando los precios no reflejan totalmente las mejoras en calidad o eficiencia derivadas de la innovación; dos, cuando ellos pueden ser resultado de las características de bienes públicos generada por la innovación de procesos en referencia a la construcción de conocimiento. Utilizando funciones basadas en el teorema de Euler calcula los *spillovers* derivados del stock de conocimiento a través del gasto en I+D, asumiendo comportamientos homogéneos en insumos y productos y con variables similares a las correspondientes modelos anteriores expuestos; esto es, trabajo, capital, capital empleado en la transformación tecnológica. Su modelo básico toma los flujos indirectos de I+D relevantes (Patentes) para la firma y se definen por el gasto en I+D y el peso que cada empresa

asigna a este gasto. En sus resultados se puede apreciar que el incremento de productividad por las vías analizadas, a nivel de la firma, pueden suponer mejoras para quienes la implementan, pero desmejora para otros en virtud de la obsolescencia de sus tecnologías. Y, también, que si se analiza dentro de una estrategia de líder seguidor, la posición de seguidor puede reportar mas grandes capturas de rentas que la generación de propia I+D, en razón a que no se desvían recursos de capital a financiar el gasto en este rubro. En relación con la posibilidad de cointegración, mediante test de Johansen que expresaría *spillovers* generalizados entre quienes gastan en I+D y quienes no, como conjuntos, los hallazgos de los autores es que esto no se puede afirmar y que los *neighborhood effects* son fuertes pero no toca necesariamente a toda la estructura de la industria. Ello expresa dos alternativas: o bien la delimitación de los conjuntos añade errores al manejo de los datos, o los supuestos del teorema de Euler no se cumplen cabalmente.

2. CONSIDERACIONES DE ÁMBITO PÚBLICO

En la literatura académica existen numerosos estudios acerca de la importancia de la inversión que se traduzca en mejoras en la productividad. Entre estas mejoras se puede mostrar la inversión en transporte y sus efectos en el producto (García-Mila y McGuire, 1992). Esta inversión mejora las condiciones para el manejo de los bienes intermedios y los de consumo final y, también, ganando en rapidez de desplazamiento de los residentes y con ello la mejora en su productividad y la calidad de sus vidas.

En general, el método más comúnmente usado para estas mediciones parte de la hipótesis de que el fenómeno se puede atrapar como una función Cobb-Douglass que incluye participación de capital, trabajo, infraestructura y educación. Algunas variantes de estos modelos incluyen variables Dummy a fin de capturar los efectos de largo plazo y la diferencia entre los tamaños de las unidades que son representadas en las series de datos, así como los efectos de los ciclos económicos. Las soluciones presentadas, en general, muestran como los cambios positivos en la inversión en cualquiera de las variables, de manera diferenciada, son positivos para la construcción del producto.

Una de las críticas presentadas a esta solución es que se trabaja con niveles de stock y no atrapa los flujos generados en la dinámica de mejoras de la productividad. Por ejemplo, la educación al considerarse a partir del gasto, deja de lado

los *neighborhood effects* y los *spillovers* que se producen por la generación y acumulación de conocimiento. En general se puede asumir que la dificultad del manejo desde esta perspectiva es que deja de lado la consideración de bien público que puede ser asumida como una característica de algunos de las variables incluidas en los modelos como pueden ser educación y carreteras, entre otras.

Una solución interesante al problema de los *spillovers* lo presentó Holtz-Eakin y Schwartz (1995) asumiendo que estos son resultado de la sumatoria del stock, geográficamente definido, y de la influencia que puedan tener los vecinos. Sin embargo, es de resaltar que el parámetro que acompaña los *neighborhood effects* los linealiza; y no es posible afirmar de manera estricta que este efecto se pueda describir desde esta geometría y asegurar que el margen de error no sea significativo. Se puede argumentar, por ejemplo, como la topografía y sus soluciones para el transporte pueden actuar de manera exponencial en las derramas y asegurar una participación notable en la mejora de los indicadores de productividad. De igual manera si se analiza la educación, en el sentido de la construcción de conocimiento nuevo y las soluciones de líder seguidor, no es posible asumirse que, en este tema, el líder siempre será líder y que no existirá rivalidad que invierta los roles, así como que el prestigio derivado de la generación de productos o de procesos nuevos no es, en muchos casos, la variable definitoria del proceso. Una solución se presenta logaritmizando las series y usando estimaciones de máxima verosimilitud para estimar los parámetros².

Sin embargo, el problema se puede resumir en que se asume que las condiciones iniciales de cada uno de las variables de los modelos basados en la función Cobb-Douglas son iguales para todas y, que el peso del crecimiento del producto lo establecen los insumos, sin diferenciar que las dinámicas de acumulación de stock y de los flujos puede presentar diferencias significativas.

En otro estudio (Williams y Mullen, 1998) se muestra como una variable puede tener diferentes efectos. Verbigracia, la infraestructura permite mejorar el sistema de entrega de bienes, el transporte de insumos, diversificar la producción y las actividades empresariales, ajustar inventarios de manera rápida, etcétera. Y, todo ello redundando en potenciar la búsqueda de soluciones a través de innovación mejorando las condiciones para incrementar de manera exponencial los *neighborhood effects*. Este autor, utilizando también una

² Los estudios presentados con variantes de estos métodos se encuentran de manera abundante en las bases de datos como JsTor, Emerald, Proquest, entre otras.

función traslogarítmica, con solución por máxima verosimilitud, puede presentar cada uno de estos efectos a través del cálculo de las elasticidades de las posibles combinaciones de variables y efectos. Es de especial importancia señalar que en esta manera de calcular, pueden aparecer elasticidades negativas y con ello asumir que algunos efectos se asemejan más a deseconomías.

Otra consideración importante en este tema hace referencia, como externalidad, a las decisiones de los gobiernos. El supuesto es que determinados niveles de inversión, así como de los niveles de regulación y las capacidades institucionales públicas van a tener un efecto positivo en la competitividad de las regiones. De ello resulta importante analizar complementaciones y consensos públicos-privados (Boarnet, 1998). Esto es posible de capturar con funciones traslogarítmicas. Pero queda de lado un problema importante de resolver: las mejoras en calidad de vida por la vía de la distribución, la correspondiente en seguridad y estabilidad político-jurídica no son fácilmente validable en los alcances de la propuesta de este autor, aunque si se incluyen temas trascendentes como densidades poblacionales tanto de la unidad en estudio como de sus vecinos, ingresos per cápita, y empleo, entre otras. La solución econométrica se estima por mínimos cuadrados generalizados.

3. ESTUDIOS REGIONALES

Smith (1999), a partir de las consideraciones del teorema de Heckscher y Ohlin que permite explicar la especialización de las regiones a partir de la intensidad de los factores, considera que a partir de los *spillovers* tecnológicos, se pueda cambiar los patrones de especialización e introducir cambios significativos en la productividad. Esta autora parte de suponer que una región tiene un stock de conocimientos menor que la agregación de sus vecinos y que el aprendizaje produciría incrementos en la productividad de la región de menor construcción de I+D. El modelo se desarrolla a partir de las patentes en cada región comparada, con una depreciación por uso, nivel del producto por región, dotación de mano trabajo e infraestructura física. Estos resultados pueden controvertir los encontrados por Lichtenberg (1992) para quien las diferencias territoriales no implican direccionalidad ni una diferencia significativa en los beneficios, pero se afirma en la línea de pensamiento de Jovanovic y MacDonald (1994) para quienes innovación

e imitación, esto es I+D y *spillovers* tienden a ser sustitutivos y, ello dependería también, de la diferencia derivada del tamaño de las firmas y de la capacidad e interés de actualizarse en términos tecnológicos de los menos avanzados, bien sea por el desarrollo de I+D propia, por procesos de intra-firma, inter-firma o de cooperación vía asociatividad.

Ahora bien, aunque se planteen estos procesos, el escenario en que se resuelven es la competencia entre firmas en los dos alcances: los mercados locales y los mercados más dinámicos³. En este sentido se puede admitir que la acumulación de conocimiento a partir de *spillovers* (Fung, 2005) genera por sí mismo un *steady-state* que es desestabilizado por la emergencia de nuevos actores o de, cualitativamente, nuevas propuestas. Para este autor, en términos de la modelización, el asunto se resuelve asumiendo una estructura de productividad total de factores para el conjunto estudiado. Los procesos interindustriales se estudian a partir de la serie temporal de patentes registradas, con el fin de estimar las convergencias condicionales y las convergencias estudiadas por Johansen (1988, 1992). Los resultados muestran mayor peso de las convergencias condicionales lo cual implica que son mayores los aportes a la productividad derivados de los *spillovers*, que los de propias inversiones en I+D a nivel de las firmas e industrias consideradas.

En general, estos estudios, como el influyente texto de Coe, Helpman y Hoffmaister (1995)⁴, encuentran que el I+D doméstico y extranjero es estadísticamente significativo en relación con los *spillovers* tanto a partir de las condiciones propias, como las derivadas del contacto entre regiones con diferentes niveles de gasto en I+D.

Uno de los problemas básicos de las concepciones de la I+D es cuál es la composición que la define. Esto es, si cualquier gasto en I+D se puede asumir como tal. Dado los desarrollos actuales de la ciencia, se puede asumir esto como resultado de usos de *high-tech* y que, en esta medida, los *spillovers* son resultado de derramas tecnológicas, cuando estas se pueden reputar dentro de estas consideraciones y, por tanto, de un uso intensivo de estas. Con ello los procesos denotados como de innovación por procesos no corresponden a mejoras en los escenarios de rendimientos decrecientes, sino en el cambio tecnológico en los espacios de los crecientes (Neves, 2007). Ello implica una revalorización de la educación superior como formadora de capital humano, pero también, que

³ Esta diferencia es sólo académica para efectos expositivos. En la realidad una y otra, en la actualidad son estructuras similares en disputa por el mantenimiento de sus propios espacios de mercado y/o la conquista de nuevos, bien producto de acciones como las descritas o la captura de espacios de mercado de los competidores.

⁴ También pueden verse Coe, Helpman, y Hoffmaister (2008), Bayoumi, Coe, y Helpman (1999), entre otros.

si bien se requieren mejorar estos niveles como su base, se necesitan muchos más ajustes y acciones para que este impacte la productividad. Neves, en el artículo presentado, mediante un modelo de equilibrio logra mostrar que sólo el capital humano de alta tecnología participa en actividades de I+D y predice una relación positiva entre el crecimiento y las posibles medidas de la composición del capital humano y entre este y el producto.

Las soluciones de equilibrio presentadas por Neves, si bien traen nuevas interpretaciones, no resuelven algunos de los interrogantes que pueden formularse sobre el tratamiento a los datos. En esta perspectiva, Gurmu y Pérez-Sebastián (2008) utilizando un *panel data* transversal a nivel del patentamiento de las firmas y expandiendo la distribución, a fin de mejorar la heteroscedasticidad de los efectos individuales que presentan los rezagos y las dinámicas de los *spillovers* resultados del gasto en I+D⁵. La solución presentada incorpora el tratamiento de la I+D como una matriz jacobiana, lo cual resuelve los problemas de heteroscedasticidad y las soluciones de continuidad y monotonicidad presentadas en los modelos anteriores y que se van a expresar en los retrasos y saltos en los desarrollos de I+D y su expresión en los *spillovers*. Su solución emplea máxima verosimilitud a partir de modelos binomiales negativos en los registros de patentes a nivel de la firma⁶. En la solución del problema propuesto se usó el valor en libros de las firmas, variables dummy acerca del gasto en I+D, número de patentes, y el log de la serie de I+D, obteniendo datos significativos del impacto en el tiempo de la I+D y los efectos rezagados en las firmas.

En la misma dirección del anterior estudio, para Europa, Potters, Ortega-Argilés y Vivarelli (2008) y Ortega-Arguiles, Piva, Potters y Vivarelli (2010) usando técnicas de paneles desbalanceados presenta, dentro de sus resultados principales, como en la medida en que se clasifica el nivel cualitativo de bajo medio y alto uso de la tecnología, los coeficientes resultantes del modelo son más estables monotónicamente. Lo cual sugiere que los sectores empresariales con uso intensivo en alta tecnología y con inversión en I+D significativa presentan mayores desarrollos en referencia a la productividad, lo cual concuerda con los datos arrojados por los otros estudios, pero con escenarios y tamaños diferenciados. Se clasificaron, *ex ante*, los grupos de acuerdo con el nivel de gasto en I+D, para un estudio *ex post* de los resultados con balanceamiento dentro de criterios de la función de

producción estándar, en la cual se tuvo en cuenta los efectos ideosincráticos y los términos usuales de los errores.

CONCLUSIONES

Se ha presentado un recorrido intencionado sobre algunos esquemas relacionados con la I+D, los *spillovers* y los *neighborhood effects*. Se entiende que la comprensión de estos está temporalmente definida y que quien comanda la construcción de estos temas hay que comprenderla en la actual fase de la globalización implementada desde la construcción de conocimiento de frontera. Es cierto que en todas las épocas se ha construido conocimiento, pero, unas de las diferencias esenciales es la velocidad de cambio y acumulación, la secularización de la ciencia y el redefinido papel de la información.

Desde esta perspectiva es necesario diferenciar los problemas de la productividad. En la reseña presentada se hace referencia de manera principal a la productividad de tipo manufacturero y hacia el final, los problemas a partir de la construcción de conocimiento. Pero, las inconsistencias advertidas y que dan como resultado los cambios de los modelos conducen a la necesidad de redefinirse estos asuntos desde otras perspectivas. Una de ellas, la propuesta en las Condiciones Generales al inicio de este escrito.

Este cambio se refleja en que no son los otrora grandes centros de pensamiento quienes, de manera casi exclusiva, generaban conocimiento. Este en virtud de la rapidez de las comunicaciones se puede desarrollar en cualquier punto en el cual se hagan serios esfuerzos por encontrar soluciones. Lo cual conduce a admitir dos tipos de conocimiento: uno, el aplicado que principalmente resulta allí donde se le necesite y, una de esas necesidades es competir para sobrevivir como firma; y, otro, el conocimiento que resulta validado en el anterior, pero corresponde a la reflexión científica y que va apuntalando o modelando los paradigmas a partir de los cuales el primero se implementa como solución de frontera.

Esto lleva a varios interrogantes: porqué surgen avances en el conocimiento en unos sitios y no en otros? A este se responde, como se presenta en esta reseña de estado del arte, suponiendo que ya se produjo y se puede medir. Esto es muy importante, pero no resuelve el enigma. Puede ser más clara la pregunta si se precisa: ¿Porqué en esta firma surge la innovación y no en esta otra? ¿Porqué se debe innovar? ¿Porqué si el mercado está equilibrado y los jugadores no se

⁵ El modelo se basa en lo construido por Hausman, Hall y Griliches (1984).

⁶ Para una nota técnica sobre la aplicación de GMM, ver Pérez (2011).

incrementan de manera sustantiva, se debe innovar, como formula, en general, la corriente neoclásica?

Una de sus posibles soluciones, y con esa propuesta cerramos este artículo, es que la innovación, como expresión resultante de la inversión en I+D, dentro de las modernas concepciones más cercanas al azar que a la probabilidad (Taleb, 2007). Se asemeja a la teoría de los *armonic* en la electrónica de potencia⁷. Su solución no sería estrictamente gaussiana como se intento con los primeros modelos descritos en los párrafos anteriores y tampoco en equilibrio como se pretende en los segundos y que todas formas respeta la geometría euclidiana y sus soluciones lineales.

Otra manera de ver este asuntos sería a partir de la inestabilidad que en (t_{+1}) resulta de una condición de cuasi-equilibrio en (t_o) y de lo cual se puede argumentar, que lo importante es la capacidad social de procesamiento de información que tendrían las empresas. Con ello se aproximaría a la versión de las empresas autodirigidas y se resuelven los problemas planteados por Nonaka y Takeuchi (1999), Nonaka (1988) y Nonaka, Toyama y Nagata (2000), en el sentido del conocimiento tácito y el explícito como un problema de micropoderes definitorios de la territorialidad y la construcción social de región por individuos y firmas. En esta perspectiva se puede asumir que las lógicas basadas en la geometría euclidiana son sólo una posibilidad de entre muchas de expresar los fenómenos de la realidad. Ello explica que la innovación no sólo depende de que se invierta en I+D, principalmente en tecnologías de punta, también que puede ser rentable ser seguidor y no líder y, también que el conocimiento se trasmite como cotidianidad de uso a los individuos que colonizan un espacio geográfico a partir de lo cual se proyecta una empresa y de que el producto nuevo sea aceptado por la demanda residente o la correspondiente a los mercados más dinámicos o que se mejoren los rendimientos derivados de las mejoras en los procesos, o de que la adquisición en arrendamiento o franquicia sea posible, si la patente es restrictiva para el uso, o de que la competencia estimule a empresarios y trabajadores a esforzarse, en el sentido de Stiglitz (1984), o que se ajusten tanto culturas (Sanabria, 2008) como la ligazón eficiente y eficaz con los mercados.

Son muchas las posibilidades y todas ellas dependen de que los grados de comunicación y coordinación intra e interfirma funcionen y que el sistema ciencia y tecnología sea capaz

de responder a los retos de la competitividad. Es en esta posibilidad en que la teoría de juegos puede aportar a la solución de estos temas, en especial las formulaciones de Akerloff (1976) y Akerlof y Schiller (2009) y la posibilidades que ofrece hoy los aportes de la economía experimental y de las comprensiones de los nuevos aportes desde la administración de empresas (Rivkin y Siggelkow, 2003, Huff y Jenkins 2002, Fleming, 2004, Gavetti y Rivkin, 2004, entre muchos otros) que entendió que el problema es mas allá de los flujos contables o de las versiones superficiales de los análisis de los fenómenos del mundo de la vida.

REFERENCIAS

- Aiello, F y P. Cardamone (2008). *R&D spillovers and firms' performance in Italy Evidence from a flexible production function*. Empirical Economics (2008) 34:143-166.
- Akagi, H (1996). *New trends in active filter for power conditioning*. IEEE Trans on Industrial Applications, vol 32(6), 1312-1322
- Akerlof, GA (1976). *The economist of caste and of the rat race and other woeful tales*. Quarterly Journal of Economics, Vol. 90, 4, Nov. 599-617.
- Akerlof, GA y RJ Schiller (2009). *Animal spirits: how human psychology drive the economy, and why it matter for global capitalism*. New Jersey: Princenton University Press.
- Arrow KJ (1962). The economic implications of learning-by-doing. Rev Econ Stat 29(1):155-173.
- Bayoumi, T. y D. Coe, y E. Helpman (1999). *R&D spillovers and global growth*. Journal of International Economics, Elsevier, vol. 47(2), pages 399-428, April.
- Boarnet, M.G. (1998). *Spillovers and the locational effects of public infrastructure*. Journal of Regional Science, 1998, 38(3), 381-400.
- Canetti, E. (1962). *Masa y poder*. Buenos Aires: El Aleph.
- Casaravilla, G y V. Echinope (2004). *Armónicos y electrónica de potencia*. Ponencia en Jornadas de Electrónica Industrial y Control Automático-Uruguay.
- Coase, R. H. (1981). *El problema del coste social*. En: "Hacienda pública española". No. 8, pp. 245-274, Madrid.

⁷ Para una ampliación de este concepto ver: Akagi (1996) y Casaravilla y Echinope (2004).

- Coase, R. H. (1988). *The nature of the firm: meaning*. Journal of Law, Economics, & Organization, Vol. 4, No. 1. (Spring, 1988), pp. 19-32.
- Coe, D. y E. Helpman y A. Hoffmaister (1995). *North-South R&D Spillovers*, NBER Working Papers 5048, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Coe, D., E. Helpman, y A.W. Hoffmaister (2008). *International R&D Spillovers and Institutions*. IMF Working Papers 08/104, International Monetary Fund.
- Elías, N. (1988). *El proceso de la civilización. Investigaciones sociogenéticas y sicogenéticas*. México: FCE.
- Fleming, O (2004). *Science as a map in technological search*. Strategic Management Journal, Special Issue 25(8-9): 909-928.
- Foucault, M. (2010a). *Defender la sociedad*. Bogotá: FCE.
- Foucault, M. (2010b). *Seguridad, territorio, población*. Bogotá: FCE.
- Fung, M. (2005). *Are knowledge spillovers driving the convergence of productivity among firms?*. *Economica* (2005) 72, 287-305.
- García-Mila, T., y T. McGuire (1992). *The contribution of public provided inputs to states economics*. *Regional Science and Urban Economics*, 1992, 22, 229-241.
- Gavetti G y J. Rivkin (2004). *Rationality and plasticity over time: toward a grounded theory of the origin of strategies*. Working paper, Harvard Business School.
- Griliches, Z (1979). *Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth*. *Bell Journal of economics*, 1979, 10(1), 92-116.
- Griliches, Z (1986). *Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970's*. *American Economic Review*, 1986, 76(1), 141-154.
- Griliches, Z (2000). *R&D, education and productivity*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Gurmu, S y F. Pérez-Sebastián (2008). *Patents, R&D and lag effects: evidence from flexible methods for count panel data on manufacturing firms*. *Empirical Economics*, 35: 507-526.
- Hausman, JA, BH Hall y Z. Griliches (1984). *Econometric models for count data with applications to the patents R&D relationship*. *Econometrica* 52: 909-938.
- Holtz-Eakin, D y AM Schwartz (1995). *Spatial productivity spillovers from public infrastructure: evidence from state highways*. *International Tax and Public Finance*, 1995, 76(1), 12-21.
- Huff AS y M. Jenkins (2002). *Mapping Strategic Knowledge*. Sage: Thousand Oaks, CA.
- Johansen, S (1988). *Statistical Analysis of Cointegration Vectors*. *Journal of Economic Dynamic and Control*, núm. 12, pp. 231-54.
- Johansen, S (1992). *Testing Weak Exogeneity and the Order of Cointegration in the U.K. Money Demand Data*. *Journal of Policy Modeling*, vol. 14, núm. 3.
- Jovanovic, B y GM MacDonald (1994). *Competitive diffusion*. *Journal of Political Economy*, 102, 24-52.
- Lichtenberg, FR (1992). *R&D investments and international productivity differences*. NBR Working Paper 4161, 1992.
- Lichtenberg, FR y D. Siegal (1991). *The impact of R&D investment on productivity – New evidence using linked R&D-LRD data*. *Economic Inquiry*, 1991, 29(2), 203-229.
- Los, B y B. Verspagen (2005). *R&D spillovers and productivity: evidence from US manufacturing microdata*. *Empirical Economics*, 2000, 25, 127-148.
- Mamuneas, T (1999). *Spillovers from publicly-financed R&D capital in high tech industries*. *International Journal of Industrial Organization*, 1999, 17, 215-239.
- Marshall, A. (1920). *“Industry and Trade”* (2nd ed). London: Macmillan.
- Marshall, A. (1958). *“The Representative Firm”*. *Economia Journal*. P. 673.
- Marshall, A. (1961). *“Principles of Economics”*. London: Macmillan.
- Nadiri, I y Mamuneas, T (1996). *The effect of public infrastructure and R&D capital on the cost structure and performance of US manufacturing industries*. *The Review of Economics and Statistics*, 1994, 76(1), 22-37.
- Neves, T (2007). *Human capital composition, growth and development: an R&D growth model versus data*. *Empirical Economics*, 32: 41-65 .
- Nonaka, I, y Takeuchi, H. (1999). *“La Organización Creadora de Conocimiento”*. México: Oxford University Press.

- Nonaka, I. (1988). *“Creating Organizational Order Out Of Chaos : Self-Renewal in Japanese Firms”*. California Management Review.
- Nonaka, I. Toyama, R. y Nagata, A. (2000). *“A firm as a knowledge-creating entity: A new perspective on the theory of the firm”* Industrial and Corporate Change; ABI/INFORM.
- Ortega-Argilés, R., Piva, M., Potters, L. y Vivarelli, M. (2010). *Is Corporate I+D Investment In High-Tech Sectors More Effective?*. Contemporary Economic Policy, Western Economic Association International, vol. 28(3), pp. 353-365, 07.
- Perez, W (2011). *Una aproximación al método generalizado de los momentos y sus limitaciones*. Ver: <http://www.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/NotasTecnicas/nota44.pdf>. Consultado el 07/03/2011.
- Potters, L, R Ortega-Argilés y M Vivarelli (2008). *R&D and Productivity: Testing Sectoral Peculiarities Using Micro Data*. IZA Springer, Online ISSN 0377-7332 PubDate: Fri, 08 Oct 2010 05:47:34 GMT
- Raut, L (1995). *R&D spillover and productivity growth: Evidence from Indian private firms*. Journal of Development Economics Vol. 48 (1995) 1-23.
- Rivkin JW y N. Siggelkow (2003). *Balancing search and stability: interdependencies among elements of organizational design*. Management Science 49: 290-311.
- Romer PM (1986). *Increasing returns and long-run growth*. J Polit Econ 94:1002–1037.
- Smith, P.J. (1999). *Do knowledge spillovers contribute to US state output and growth?* Journal of Urban Economics, 1999, 45, 331-353.
- Solow, R. (1957). *Technical change and the aggregate production function*. Review of Economics and Statistics, vol.39, pp.312-320.
- Taleb, N. N. (2007). *Black swan*. New York: Random House.
- Thompson, J. (2003). *El Proceso Coevolutivo*. México: FCE.
- William, M., y J.K. Mullen (1998). *Highway capital spillovers and interstate manufacturing activity*. International Journal of Transport Economics, 1998, 25(3), 287-297.
- Williamson, O. y S. Winter, comp. (1996). *La naturaleza de la empresa*. México: FCE.