

DETERMINANTES DE LA INVERSIÓN EN INNOVACIÓN EN EL SECTOR SERVICIOS DE BOGOTÁ: ESTIMACIONES ECONOMETRICAS A NIVEL DE LA FIRMA*

Jorge Andrés Vélez Ospina**

RESUMEN

En este trabajo se presenta, un análisis detallado sobre el proceso de inversión en innovación por parte de las empresas. Así, a través de los diversos enfoques teóricos sobre la teoría de la firma y los escenarios de innovación en las empresas, se trata de comprender las implicaciones teóricas y la evidencia cuantitativa en torno al fenómeno de los determinantes de la inversión en innovación para el sector servicios en Bogotá. Entendiendo este, como un proceso de decisión que depende de la estructura específica de la empresa y su medio ambiente. Se concluye a partir de los hechos estilizados y las estimaciones econométricas sobre regresiones cuantílicas diseñadas para las PYMES y grandes empresas de Bogotá, que variables como el capital nacional y el capital de conocimiento resultan ser significativos para este proceso de inversión, aunque sus efectos varían de acuerdo al tamaño de empresa.

Palabras Claves: Innovación, Inversión, Regresión Cuantílica, Sector Servicios.

ABSTRAC

In this work of its shows up, a detailed analysis on the innovation investment process by de companies. This way, through the diverse theoretical focuses on the theory of the firm and the innovation scenarios in the companies, it is to understand the theoretical implications and the quantitative evidence around the phenomenon of the determinant of the innovation investment to the services sector in Bogotá. Understanding this, as a process of decision, this depends on the specific structure of the company and their environment. It concludes from the stylized facts and the econometrics estimates on the quantiles regressions designed for the PYMES and big companies of Bogotá, that, variables as the national capital and knowledge capital are to be significant to this investment process, although their effects vary according to the company size.

Key words: Innovation, Investment, Quantile Regression, Service Sector.

Clasificación JEL: O31, C14

* Este artículo hace parte del informe final del trabajo de Grado para optar al título de Economista. Abril de 2009. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

** Profesor Relevo Generacional e Investigador de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. Correo Electrónico: jvelez@unisalle.edu.co.

INTRODUCCIÓN

En el escenario de innovación convergen fuentes, infraestructura, condicionantes institucionales y las diferentes decisiones de las firmas en un ambiente competitivo. A través de los diversos enfoques teóricos sobre la teoría neoschumpeteriana, así como evolucionista y los escenarios de innovación en las empresas, se trata de comprender las implicaciones teóricas de este escenario y la evidencia cuantitativa en torno al fenómeno de la inversión en innovación en el sector servicios de Bogotá. Para ello, se especifica un modelo heurístico que busca reflejar el proceso de inversión en innovación como un proceso de decisión desde las firmas del sector servicios. En la especificación se trabajan con los datos disponibles de la primera encuesta de innovación y desarrollo tecnológico para el sector servicios.

De igual forma, en el modelo se introducen tres aspectos novedosos. En primer lugar, se toma en cuenta en forma explícita que las variables determinadas se toman del *input* en innovación (gasto en innovación). Segundo, se estima el modelo usando el método econométrico de regresiones cuantílicas que permite dar evidencia al problema de los determinantes para las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) así como las Grandes Empresas. Finalmente, se estima la ecuación de inversión en innovación, a partir de variables producto de la evidencia teórica. El modelo, por tanto, estima la ecuación de inversión que se relaciona con el tamaño de empresa (a partir de los cuantiles), la capacitación de la mano de obra y la participación del capital extranjero.

Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo determinar los factores explicativos del proceso de inversión en innovación, lo cual se convierte en un insumo principal para las decisiones empresariales y de política pública. Igualmente, se espera que los resultados arrojados constituyan una invitación para futuras investigaciones, en el ámbito de indagar sobre las fuentes y las maneras de innovar en el sector servicios, al tiempo que proporcionaran elementos para la construcción de política pública con miras a forjar mayores niveles de innovación en la empresa. En segunda medida, busca aportar a la discusión conceptual y metodológica existente sobre los esfuerzos innovadores, ampliado el campo hacia el sector servicios en Bogotá. Hecho por el cual convierte este trabajo en el primer estudio abordado para Colombia y Bogotá sobre esta línea.

La organización de este trabajo es como sigue. En el primer capítulo se aborda la discusión teórica, conceptos y determinantes de la inversión en innovación. En el segundo, se desarrolla el marco teórico dividido en tres desarrollos o acápites en torno a la teoría de la innovación, las funciones de aprendizaje social y el papel de la innovación en las firmas, cada acápite trata de mostrar la teoría de frontera en torno a la toma de decisiones sobre la innovación. En la tercera parte se presenta la evidencia cuantitativa en torno a los determinantes de la inversión en innovación y por último se define el modelo econométrico, definiendo las variables y la especificación matemática. Por último, en el capítulo tres se presentan la definición del sector servicios y sus implicaciones respecto a la innovación, y se realizan los hechos estilizados y estimaciones econométricas, para luego finalizar el trabajo con las respectivas conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

ENFOQUES Y DESARROLLO RECIENTES EN TORNO A LA INNOVACIÓN

En este acápite, se desarrollará una revisión en torno a los principales conceptos y posturas teórico-económicas sobre la innovación, con el objetivo de delimitar el enfoque teórico referido para este trabajo. Así, se destaca en primer lugar el concepto de innovación, los principales enfoques y planteamientos teóricos respecto a la decisión de invertir en innovación como una función probabilística expresada como función de inversión.

1.1 PRINCIPALES ENFOQUES SOBRE LA INNOVACIÓN

Los proceso de innovación, se encuentran en permanente transformación a consecuencia de la inclusión que sobre su gestión toman las dinámicas de las empresas, por ello, es imprescindible identificar el concepto de innovación, las principales posturas teóricas y las implicaciones en cuanto al proceso de decisión de inversión en innovación.

En primer lugar, el concepto de innovación adoptado¹ refiere, de acuerdo con Schumpeter al conjunto de actividades orientadas a implementar nuevos productos o procesos. Explícitamente se define innovación como hacer cosas nuevas o el hacer de una manera nueva cosas que ya se habían hecho (Schumpeter, 1947). Para Freeman (1982), la innovación es la utilización del conocimiento para ofrecer un nuevo producto o servicio al mercado. Es inversión marginal añadida a la comercialización. Así, la innovación se compone de un proceso complejo de creación y transformación del conocimiento adicional disponible para efectos del proceso productivo empresarial.

En una perspectiva más amplia, el término innovación alude a procesos y resultados (Comisión Europea, 1995). En el aspecto de la innovación como proceso, los trabajos de Kline y Rosenberg (1986) en los cuales la innovación no es un proceso lineal, automático y sistemático, sino un sistema de interacciones y retroalimentaciones entre diferentes funciones y participantes cuyas experiencias y conocimientos se iteran y entrelazan mutuamente y a su vez se acumulan (Malaver y Vargas, 2004b: 18)².

Sin embargo, las implicaciones del concepto de innovación varían de una escuela económica a otra. En general, el cambio tecnológico ha sido considerado como la fuente de crecimiento para los clásicos. Para Schumpeter y su visión del empresario innovador, este es el motor de expansión del sistema económico y para la teoría neoclásica como el factor que incide sobre la productividad multifactorial. Siguiendo esta línea, la teoría económica parte de los planteamientos de la tradición neoclásica, donde el progreso técnico se asocia a

¹ Sin embargo, es imprescindible en primera instancia rescatar que los términos innovación e invención son distintos. Para Pulido (2005), inventar supone avanzar en el conocimiento, tal como puede hacer un investigador en un laboratorio mientras que innovar exige añadir a cualquier invento una capacidad para ser utilizado, cubriendo así necesidades efectivas de la sociedad a través del mercado. Sin transformación del invento en un nuevo producto o servicio, en una nueva tecnología productiva u organizativa y su aceptación por los usuarios potenciales, no existe innovación.

² Como se analizará en el capítulo 3, éste planteamiento es relevante en la estructura del sector servicios, donde la innovación por procesos tiene mayor significancia que la innovación por productos.

la productividad total de los factores (PTF) o productividad multifactorial y su relación con el crecimiento económico (Solow, 1956; Swan, 1956; Harrod 1949) y simultáneamente a los trabajos de Hirschman (1996).

Sin embargo, su concepción exógena del cambio técnico es controvertida por la denominada teoría endógena del cambio técnico (Romer, 1986 y 1990; Mankiw, Romer y Weil, 1992; Grossman y Helpman (1991). A partir estos planteamientos, Lucas (1980) y Romer (1990) formalizan modelos de crecimiento económico desde la perspectiva del Capital Humano y el desarrollo científico. Los principales modelos propuestos se formalizan a través de un sector productor de bienes y servicios y otro productor de conocimiento³.

Con ello, y los desarrollos de la teoría endógena del crecimiento, el escenario de innovación se ha nutrido de trabajos de corte institucional como los de Tebaldi y Elmslie (2007), Engerman y Sokoloff (1997), Acemoglu y otros (2001) y (2004), Easterly y Levine (2003), donde se evalúa la influencia de las instituciones en el desempeño económico, constatando los efectos de éstas en la innovación y el crecimiento económico. Una de estas versiones desarrolla un modelo dinámico que refleja las interacciones entre las instituciones, la innovación, el nivel y crecimiento del ingreso, siguiendo una estructura tecnológica propuesta por Tebaldi y Elmslie (2007) del siguiente tipo:

$$Y = H_Y^\beta \int_0^{f(A,T)} x(i)^\alpha di. \quad (1)$$

$$\forall \alpha: 0 < \alpha < 1$$

$$\forall \beta: 0 < \beta < 1$$

$$\alpha + \beta = 1$$

Donde: H_Y : Denota el capital humano incorporado al sector; $x(i)$: Insumos intermedios; A : representa el conocimiento; T : Refiere a las instituciones; i : Son los índices de la variedad de inputs del sector; t : es modelada como una variable continua que se asume como la calidad institucional⁴. Este tipo de tecnologías parten de que A , sólo se incrementa si hay nuevos inventos en el input de intermediación comparado con los input existentes. T es asumido como el incremento en la calidad institucional y de los esfuerzos por mejorar los

³ Desde la perspectiva neoclásica y del crecimiento endógeno, la acumulación de capital es la variable que dinamiza el cambio técnico, lo que a su vez repercute en el incremento de la productividad total de factores y ésta, en el crecimiento. Esto resulta de considerar el conocimiento y la tecnología como un bien público, dado este carácter este bien es fácilmente transferible.

⁴ siguiendo a Sala-i-Martin (2002), las instituciones pueden referirse a una variable hipotética agregativa para la cuál se consideran los siguientes aspectos:

- A) La entrada en vigor de la Ley: de derechos de propiedad, la existencia de un sistema legal activo, y la independencia del sistema judicial
- B) Las instituciones Políticas: democracia, estabilidad política, representantes públicos escogidos por, el voto y la existencia de organizaciones de la clase
- C) La estructura del Mercado: libertad económica, las regulaciones antimonopolistas, sistema bancario moderno, sistema del crédito activo.
- D) La Transparencia de la Administración Pública: corrupción y burocracia
- E) El contexto Sociocultural: Práctica religiosa, espíritu de empresa y lazos sociales.

derechos de propiedad y contratos. La ecuación 1 es una modificación de la función de producción propuesta por Romer (1990), sin embargo, este planteamiento deja de lado los condicionantes institucionales del proceso de adopción de nuevas tecnologías.

No obstante, las implicaciones de este tipo de modelos suele ser bastante controvertidas, así, siguiendo a Hall (1988) quien considera que la innovación, en el sentido de la productividad, no puede concebirse como el “*residuo de Solow*” debido a que en condiciones de competencia imperfecta la función de innovación difiere a la relacionada con este residuo en dos sentidos: por un lado la dificultad de probar la sustituibilidad de factores en el corto plazo, y por otro, la no normalidad de los datos con los cuales se instrumentan los modelos. A partir de esto, se desarrolla la integral y se halla el vector unitario que relaciona la productividad:

$$\left[Y - \left[H_Y^\beta x i^{\alpha+1} \right]_0^{F(A,T)} \right] = \theta \quad (2)$$

donde; θ es el indicador de progreso técnico. Por lo tanto solo cuando el precio es igual al costo marginal o condición de normalidad y elasticidades de sustitución constantes, el “*residuo de Solow*” es equivalente al cambio técnico y al incremento en productividad. Así se justifica que el concepto de innovación no se identifica con el de productividad multifactorial desarrollado por las posturas neoclásicas⁵.

Se puede argumentar que, de alguna manera, todos estos trabajos abrevan de alguna forma los desarrollos de Schumpeter (1943), quien postula que el desarrollo económico está motivado por la innovación, por medio de un proceso económico en el cuál las nuevas tecnologías desplazan a las antiguas, proceso denominado “*destrucción creativa*”. También, Schumpeter (1943) asimila que las innovaciones radicales originan los grandes cambios del mundo mientras que las progresivas alimentan de manera continua el proceso de cambio.

Las diferentes variantes de una u otra de estas posibilidades expresan la base de lo planteado por los teóricos reseñados anteriormente. En efecto, las posibilidades del cambio técnico se expresaran en *input* de producción, o cambio en la composición factorial, lo que permite justificar que, los desarrollos teóricos mencionados no identifican los determinantes al interior de la función de innovación, esta última expresada como una función probabilística de inversión en innovación.

Bajo este referente, y dilucidando lo que puede estar ocurriendo al interior de la función de inversión y no como una condición exógena en la función de producción, es necesario recalcar los diferentes enfoques y concepciones en torno a la cuestión de la difusión y

⁵ Siguiendo esta línea, los supuestos de los desarrollos de Solow (1956), serán reconocidos como excesivamente simplificadores sobre el papel del cambio tecnológico, como determinante del crecimiento, desde la consideración de esta como factor exógeno (Stiglitz y Charlton. 2007). De otro lado, los desarrollos en torno al cambio técnico y su endogenización en el crecimiento económico representa un avance frente a la visión exógena, por cuanto reconoce la naturaleza acumulativa y la no neutralidad del progreso tecnológico en el contexto de la función de producción. Sin embargo, ambos modelos consideran que el conocimiento incorporado en las nuevas tecnologías tiene características de bien público (Griliches, 1986; Aghion y Howitt, 1992 y 1998; Barro y Sala-i-Martin, 2003). En ese contexto, el conocimiento generado por la investigación básica, aplicada y las actividades tecnológicas, es accesible con relativa facilidad y bajos costos, por otros (Pavitt, 1997).

creación del conocimiento. Arrow (1959) postula el carácter público del conocimiento debido a problemas de apropiabilidad, lo cual es resultado de diversos factores entre ellos la imperfección de las patentes como mecanismo de protección frente a los nuevos descubrimientos. En ese sentido, las empresas invierten en innovación haciendo uso del conocimiento existente a un menor costo.

Sin embargo, existen componentes teóricos que se escapan a las tendencias antes mencionadas. Algunos enfoques señalan que la decisión de invertir en innovación depende de los beneficios que pueda obtener la empresa en un marco de incertidumbre. Así, la inversión en innovación en una empresa tiene como determinantes los costos y beneficios que la innovación genere entre los grupos que constituyen la empresa y finalmente, de los incentivos y compensaciones que se implementen con su introducción (Liebestain 1969; 600-623)⁶.

Asimismo, los procesos de inversión en innovación se incorporan a curvas de aprendizaje completamente diferenciables de una firma a otra, dado que el conocimiento tecnológico se construye en la empresa a partir de lo que se sabe, y a través del uso de las tecnologías adquiridas (*learning by using*), de la experiencia productiva (*learning by doing*) y la solución de problemas (*learning by solving*). De esta forma se despliegan rutinas que asimilan la forma normal de hacer las cosas en la firma, dando lugar a inercias que inciden en el desarrollo futuro de sus innovaciones y configurando trayectorias específicas de conocimiento que son particulares a cada firma (Pavitt, 1997; Nelson y Sampat, 2001).

Por consiguiente, el carácter específico de la acumulación de conocimiento de una firma, hace que el escenario de aplicación de una inversión en innovación dependa del desarrollo de actividades y capacidades tecnológicas, que para convertir la función de innovación en óptima, se requieren modificaciones y adaptaciones que conllevan aprendizajes y desarrollos en la estructura dinámica de las empresas. A su vez, el carácter acumulativo, se refleja en la búsqueda y selección de tecnologías y se hace a partir de lo que ya se sabe (Pavitt, 1997).

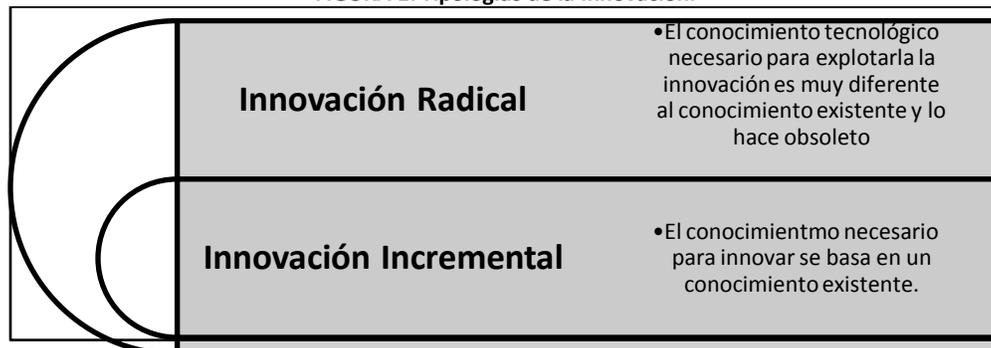
Por lo tanto, los conocimientos previos se convierten de determinantes de la función de inversión en innovación de la firma, la búsqueda y selección de las tecnologías que se van a adquirir. Esto requiere, en algunas versiones (Lall, 1992), de la acumulación previa de capacidades tecnológicas. Lo cual implica que el desarrollo de capacidades para incorporar esas tecnologías (expresadas en las prácticas de vigilancia, valoración, selección, transferencia y negociación de las tecnologías) son variables que pueden generar procesos de innovación incrementales de carácter adaptativo (Malaver, 2002; Malaver y Vargas, 2004a y 2004b).

Desde esta perspectiva, el conocimiento se convierte en el principal determinante del tipo de innovación, puesto que el conocimiento sustenta la capacidad de la compañía para

⁶ Bajo este contexto, un primer problema al tomar como referente la medición de los costos y beneficios de la innovación, se enfoca en torno a la incertidumbre generada por la adopción de nuevas tecnologías, hecho que puede rezagar el proceso de innovación como tal. Con ello, el ritmo de innovación de las empresas depende (aún en un escenario de reducción de costos), del ritmo de obsolescencia tecnológica (Rosemberg, 1976: 86).

invertir en innovación, por tanto un cambio en el conocimiento implica un cambio en la capacidad de la compañía para realizar innovaciones (Afuah, 1999). Este tipo de cambios pueden ser presentados a partir del carácter específico de la innovación. En primer lugar, siguiendo la figura 1, se encuentran las innovaciones radicales⁷ seguidas de las innovaciones incrementales.

FIGURA 1: Tipologías de la Innovación.



Elaboración propia.

Con esto se concluye que, con el fin de analizar la función de inversión en innovación, tecnología y conocimiento se encuentran en el objetivo y variables determinantes: La disyuntiva presentada entre la acumulación de capital, o la acumulación de capacidades, en la vieja estructura de dos factores separados y aparentemente excluyentes. En cuanto a las variables determinantes: para la teoría neoclásica, en lo macro —olvidando la heterogeneidad de la tecnología— (Wad, 1995); la teoría evolutiva, en lo microeconómico y en lo meso-económico, donde juegan un rol importante el reconocimiento de la especificidad y diferencias del desarrollo tecnológico a nivel de las empresas, las tecnologías, los sectores y las distintas relaciones e iteraciones que en la función de innovación pueden surgir (Pavitt, 1984 y 1997).

Así, desde el punto de vista meso-económico para Kim y Nelson (2000), existen tres etapas del desarrollo tecnológico en las empresas como lo expresa la figura 2.

FIGURA 2: Etapas del desarrollo innovador. Fuente Kim y Nelson (2000)



Elaboración Propia.

⁷ Tales innovaciones son destructoras de conocimientos en términos de Tushman y Anderson (1986).

Con ello, el énfasis dado por la perspectiva evolucionista, se centra en los procesos de innovación que son en esencia de naturaleza iterativa (Kline y Rosenberg, 1986). En ese sentido, los procesos de innovación tienen altos componentes de informalidad y de conocimientos tácitos creados a partir de las experiencias previas y por los agentes participantes de las mismas y que le anteponen un carácter idiosincrático⁸. Dichas trayectorias generan aprendizajes que dan lugar a procesos de innovación de complejidad ascendente (Lall, 1992; Kim y Nelson, 2000). En cuanto a la inversión en innovación, para efectos de aclaratorios, cabe mencionar que su valor estratégico para la función de inversión está determinado por el grado de contribución a la generación de capacidades únicas y distintivas que se traducen en ventajas competitivas para las empresas⁹.

Por lo tanto, desde esta perspectiva, la innovación atrapa a lo construido desde y como conocimiento científico. Entre ellos se destaca, en primer lugar, el papel del conocimiento como un hecho no necesariamente exógeno y las mayores implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología¹⁰. Con ello, se abre el espectro de la producción a otras instancias sociales, entendiéndolas a estas desde una perspectiva evolutiva, en el sentido del beneficio obtenido por las empresas, en la medida en que la educación se desarrolle en un ambiente de alta producción científica y los nuevos conocimientos sean adoptados.

Sin embargo, trabajos como los de Landau (1991), en referencia al progreso técnico, señala que, para que se produzca innovación, no es suficiente la investigación científica, dado que se deja de lado la importancia de otros componentes sociales e institucionales de mucha importancia, que impactan la comercialización, la valoración de las empresas y las perspectivas de inversión¹¹. Bajo esta postura, el escenario de innovación no sólo está compuesto por el problema de los productos o servicios sino que impregna todos los espacios de la sociedad. Así, el medio ambiente de la innovación se convierte en un determinante endógeno de la función de inversión en innovación, en especial para el sector servicios. De hecho, autores como Thomas (1993) afirman que la capacidad de las empresas para innovar está en función de su medio ambiente. Este escenario depende de las condiciones del mercado, así como de las formas en que se desarrolle el mercadeo, la empatía y grado de conocimiento en referencia a la cultura a la cual se le destinan los productos y/o servicios. En síntesis, del tipo de liderazgo social y productivo que construyan las empresas, así como de la institucionalidad como marco regulatorio, la tipología de los contratos que conforman la empresa, van a ser variables importantes para la toma de decisiones sobre inversión en innovación.

⁸ Por lo tanto, cabe justificar los análisis en torno a la innovación desde Arrow (1959), Dasgupta y Stiglitz (1980a, 1980b), mantienen un supuesto un tanto alejado de la realidad. Se supone que la inversión en innovación es un proceso absolutamente específico de las empresas que lo desarrollan, o lo que es lo mismo, que no existe derramamiento de conocimientos, o que el costo de imitar es igual al de innovar, eliminando la posibilidad de que las empresas compitan entre sí para alcanzar nuevas invenciones (Freeman, 1998).

⁹ Ver capítulo II sobre competitividad y determinantes de la inversión en innovación.

¹⁰ Aquí juega un rol fundamental el papel del Estado, las Universidades y las empresas como agentes portadores de conocimiento e información útil para los procesos de inversión en innovación o lo que se conoce como el modelo de "triple Hélice" del profesor Henry Etzkowitz. Con ello, es interesante apreciar cómo en los países de la OCDE la relación universidad-empresa es bastante más estrecha que en los países del "tercer mundo". Lo cual explica en parte los avances en construcción tecnológica y soluciones científicas.

¹¹ Procedimientos tales como el *joint ventures* y *mergers*, las políticas de estímulo a la producción de innovaciones, o las asociaciones públicas y privadas interesadas en estos temas, entre otras.

En este sentido, los desarrollos teóricos recientes (apoyados en la evidencia empírica) acercan a la perspectiva evolutiva a una consideración mucho más amplia sobre el proceso innovador. Por ello, a partir de este escenario teórico, se desarrollará el principal componente, el cuál se reconoce que el conocimiento tecnológico es específico a la firma, e incluso a los productos y procesos, a su vez, se construye y acumula gradualmente generando trayectorias particulares de avance técnico y es determinado por los agentes que participan en el proceso, por lo que el ambiente referido en este sentido es el del tipo de cualificación de la mano de obra en la empresa (Nelson y Winter, 1982; Pavitt, 1997; Dosi, 1988a, 1988b y 1997).

CAPITULO II

EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN EN LA EMPRESA

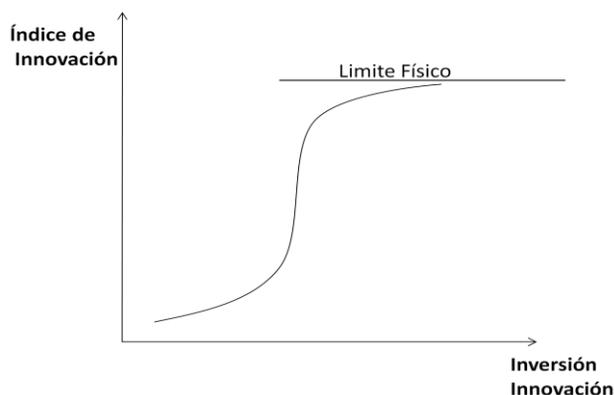
Este capítulo presenta los referentes teóricos principales de este trabajo, en la primera parte se presenta una aproximación a las decisiones de inversión según la teoría neoschumpeteriana, en la segunda parte, se presenta un modelo teórico que presenta las implicaciones de los *spillovers* (derrames) de innovación, como eje fundamental de la teoría evolucionista. En el tercer acápite se presenta las principales evidencias cuantitativas sobre las decisiones de invertir para que en la última parte del capítulo se aborde el modelo propuesto para sus correspondientes estimaciones, que serán descritas en el capítulo 3.

2.1 FUNCIONES DE APRENDIZAJE SOCIAL Y LA DECISIÓN DE INVERTIR EN INNOVACIÓN

La teoría de la innovación vista desde el la esfera de las decisiones prevé escenarios teóricos a partir de la teoría de juegos, entre varias de las formas que se usan para acercarse a su valoración. Uno de estos planteamientos se acerca a las nociones de Manski (2006). Éste trata de configurar un modelo de toma de decisiones dependiendo a la experiencia y nivel de conocimientos de los individuos.

En ese sentido, las decisiones sobre el nivel de inversión en innovación por parte de los que toman decisiones en torno a la innovación al interior de las empresas (según la literatura se traduce como “*decisionmarkers*”), dependen del ciclo de vida de la innovación, que se puede asimilar una curva que tiene como forma una “S”¹², la cual se asemeja a un sigmoide, como se presenta en la gráfica 1.

GRAFICA 1: Inversión Innovación. Reinterpretación Curva S de Foster.



Fuente: Foster (1986)

Su semejanza al sigmoide, implica que las decisiones de innovar probabilísticamente pueden tener un límite superior, en el cual esta se desarrolla en los términos presentados

¹² Foster (1986) afirma que, el índice de progreso técnico (Índice innovación, según gráfica 1) es una función de la cantidad de esfuerzo invertido.

atrás en relación con los cambios en los procesos o los productos, o un límite inferior en el cual la innovación no se concreta y por lo tanto no se amplían o conquistan competitivamente los mercados.

Al principio, un incremento moderado, seguido de un crecimiento rápido y finalmente el proceso converge al valor límite (Griliches, 1957), presentando la ruta crítica de la innovación, como una ruta no lineal. Por consiguiente, la apuesta de la innovación, si bien puede mejorar procesos a partir de los *commodities* o de los derivados, su potencialidad se centra principalmente en dos funciones: por un lado la generación de conocimiento en el sentido de construcción de productos y la construcción-reconstrucción de información de mercados, en el sentido usado con mayor fuerza por el factor financiero y sus modernas propuestas de generación de riqueza. De esta manera, es comprensible que la dinámica de las decisiones sobre la adopción de innovaciones pueda ser de tipo no-monótono o cualquiera de las posibilidades caóticas. Por lo tanto, la adopción de una innovación depende de cómo los *decisionmakers*, creen que debe sostenerse el proceso de innovación y cómo estas creencias, en el sentido de esperanzas matemáticas, cambian en el tiempo (Manski, 2006)¹³. En cualquier caso, su estructura es no lineal y puede presentar comportamientos de puntos de silla o los expresados en la economía compleja (Fernández, 1994, Dechert y Hommes, 2000).

Para ello y siguiendo los planteamientos de Bowles (2005), se puede asumir un proceso de innovación estudiando la dinámica del proceso de acumulación de información por parte de las firmas, este proceso es formalizado por Manski (2006) de la siguiente forma:

$$\text{Max} \left[\int U_j[c, y(c)] dP_T[y(c)] \right] \quad (3)$$

Donde:

U_j : Denota la función de utilidad que cada *decisionmaker* usa para evaluar sus acciones. La utilidad $U_j[c, y(c)]$ está asociada con una acción c el cual depende de los resultados $y(c)$.

c : Es el conjunto de decisiones.

$y(c)$: Representa el espacio de las decisiones.

$P_T[y(c)]$: Medida de probabilidad aleatoria.

Esté modelo, plantea que hay plena observabilidad de las acciones del pasado y sus respectivos resultados por lo que $T \geq 1$, es decir, los *decisionmakers* de cada cohorte, aprenden acerca de sus propias distribuciones de probabilidad, por la observación de

¹³ Se puede entender el problema de las decisiones recurriendo a las elegantes formulaciones matemáticas de Thom (1975) y sus teorías de las singularidades, o Prigogine y Stengers (1984) y los sistemas disipativos.

experiencias pasadas¹⁴. A su vez, existe un nivel aceptable de estacionariedad de las distribuciones de probabilidad $P_T[y(c)]$ del conjunto del sector.

Esta última condición, tiene implicaciones importantes dado que, expresa el grado en el cuál la innovación en relación con una empresa determinada, puede tener una suerte de “*steady state*” a lo largo de una trayectoria dinámica y fundamenta la existencia de una ruta crítica de la misma, o en lenguaje de la competitividad, desde la perspectiva de la teoría de juegos: ser líder o estar cercano al conjunto de probabilidades ciertas, como solución al modelo a través de rendimientos crecientes. Así, el nivel de estacionariedad puede implicar la probabilidad de que la firma se haya adherido a un conjunto normal de competencia (escenario de las ventajas comparativas) expresadas como de probabilidades con media cero y varianza constante.

Por esta razón, la toma de decisión sobre la adopción de una innovación, esta insertada en una función de aprendizaje social donde el *decisionmaker*, es un miembro de algún grupo de referencia notable y predice que, si él fuera a escoger una acción dada con respecto a la inversión en innovación, él experimentaría un resultado deducido al azar de la distribución de resultados en este grupo. Esta idea se formaliza asumiendo que el agente j , se ve como un miembro de cohorte J_T , y predice que su resultado bajo cada acción $c \in C$ es descrita por $P_T[y(c)]$.

De esta manera, a través del análisis teórico de la dinámica de aprendizaje social, se muestra que el proceso de innovación es complejo porque la dinámica del aprendizaje y las propiedades de la información forman el flujo de interacciones entre los agentes que llevan a una toma de decisiones.

Manski (2006), bajo simulaciones cuantitativas encuentra que el comportamiento de los *decisionmakers*, tiene fuertes efectos cuantitativos en la proporción de adopción de la innovación y en el estado terminal del proceso del aprendizaje¹⁵. De otro lado, el problema de la adopción de innovación depende de las preferencias adheridas a cada firma con respecto al proceso de innovación. Este tipo de planteamientos matemáticos tratan de capturar las preferencias de las firmas a ser líderes en innovación o replicar un proceso de imitación.

La intuición detrás de esta formalización, es que las firmas innovadoras generan beneficios sociales que exceden los beneficios privados convencionales, dado que, los innovadores llevan información para que las firmas imitadoras copien. Sin embargo, el nivel de equilibrio de los innovadores es menor al óptimo social. De acuerdo con Bowles (2005) el modelamiento de la evolución cultural de las preferencias, da una luz sobre la estructura de innovación en las firmas. Por lo tanto, en el proceso de innovación hay una transmisión vertical, oblicua y horizontal del conocimiento, la primera adherida de las firmas

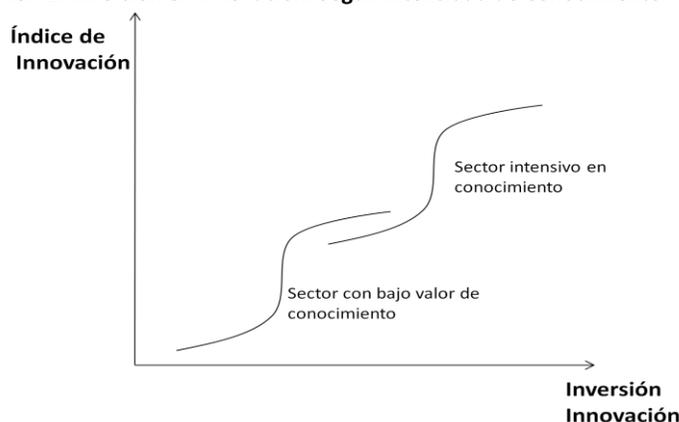
¹⁴ Es relevante señalar que se espera que los *decisionmakers* tengan expectativas racionales y elijan en un escenario que maximice la utilidad esperada. Sin embargo, los supuestos añadidos al modelo reflejan que los *decisionmakers* no tienen expectativas racionales estrictas.

¹⁵ Para acercarse a otro tipo de evidencias cuantitativas a nivel del ambiente organizacional de las empresas para el comportamiento innovador se propone observar los estudios de Scott y Bruce (1994).

innovadoras, la segunda de la experiencia previa y la tercera al interior de cada estrato de la firma.

En efecto, se puede presentar a la educación como la variable fundamental de la construcción de los procesos de innovación, al mejorar las posibilidades del capital humano, intelectual y social. Se destaca la educación superior en su capacidad de generar conocimiento nuevo y los soportes para la construcción de empresas innovadoras. Las actividades de Investigación y Desarrollo (I&D)¹⁶ y el diseño creativo de capital intangible son el norte desde esta concepción teórica y supone la existencia de incentivos para los distintos proyectos de inversión de los empresarios, que permita la expansión innovadora de las empresas y una tasa de retorno suficientemente atractiva para que se produzca la inversión. A partir de allí, según la gráfica 2, se puede justificar desarrollos incrementales de las inversiones en innovación en especial para sectores que requieren alto grado de información y conocimiento como el sector servicios.

GRAFICA 2: Inversión en innovación. Según intensidad de Conocimiento.



Elaboración propia: Reinterpretación de las curvas de Afuah (1999)

Desde esta perspectiva, el problema se reduciría al método de elección por parte de los *decisionmakers*, en el sentido de la inversión en innovación, haciendo énfasis en la información, el nivel de investigación, la elección y el conocimiento organizacional. Por lo tanto, la economía evolutiva explora y encuentra cómo el cambio de la tecnología, los *spillovers* y la dinámica organizacional de las economías hacen que las empresas difieran unas de otras incluyendo las estrategias de innovación que son asumidas por los empresarios.

¹⁶ La noción de Investigación y Desarrollo (I&D) se conceptualiza como el conjunto de actividades orientadas a crear nuevos productos o procesos con el propósito de tener aplicabilidad en un mercado específico.

2.2 COMPETITIVIDAD Y DECISIONES DE INVERTIR EN INNOVACIÓN: UN MODELO HEURÍSTICO

El punto de partida para establecer la importancia de la toma de decisiones sobre la inversión en innovación en las firmas, se encuentra que éste, no es sólo un problema económico, sino que a su vez, incorpora un contenido difuso de frente a la evolución y crecimiento de las firmas, como se presento en la sección anterior. Así, desde los planteamientos de Bowles (2005), la innovación no puede ser atrapada en indicadores lineales, para ello, se requieren expresiones matemáticas que reflejen la dimensión holística- cultural del proceso, que en su expresión de control pueda ser asimilada a partir de una decisión, la cual puede expresarse a partir de criterios dinámicos.

Por consiguiente, es posible encontrar un sistema que establezca el problema de inversión en innovación a través de los escenarios de productividad o competitividad de las firmas. Bajo este marco analítico, se enfatiza que el conocimiento es, en la actual etapa de la globalización, la variable de mayor relevancia para acceder a los mercados más dinámicos, traducido este como innovación y rutinas¹⁷. La información y el conocimiento son los ejes fundamentales, dado que la composición factorial del sector servicios esta expresada en su mayor porcentaje en el capital humano.

Desde esta forma de ver la competitividad, en especial para el sector servicios, el conocimiento es el principal factor, pero no de orden lineal, sino de orden complejo superior y cada avance significativo implicará redefiniciones trascendentes en muchos espacios de la estructura productiva de lo urbano¹⁸, de los sectores productivos y la sociedad misma. Con ello, se quiere expresar que el eje fundamental de la competitividad, se encuentra en el capital humano haciendo de la misma un proyecto sostenible (Henderson y Cockburn, 1994) en el sentido de la innovación permanente (Schumpeter, 1950).

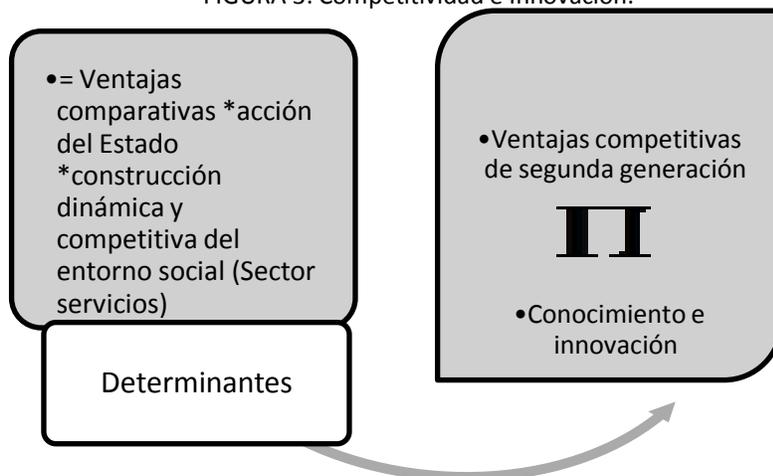
La figura 3, presenta lo formulado hasta aquí, haciendo énfasis en que las ventajas competitivas y la acción del Estado se comportan exponencialmente al relacionarse con la innovación. Esta es la base de la economía de la información, el conocimiento y su característica de rendimientos crecientes (en términos de probabilidad, representa una productoria, π). Ahora bien, a partir de las definiciones de lo urbano y los espacios sociales en los cuales, la relación fundamental de productividad es la derivada de la intercepción de las capacidades de los individuos, y no de estos en su potencialidad de cambio de los bienes de origen primario propios de la economía industrial, es que puede pensarse la innovación como probabilidad concretada en el rango y dominio social. Es decir, que innovación, como cultura, la hay a lo largo de toda la sociedad por la innata curiosidad de los individuos. El problema es, si los mecanismos de la sociedad (institucionales, de mercado y de no-

¹⁷ Nelson y Winter (1982) al comprender a la empresa como una jerarquía de actividades regladas de manera contractual, definen "rutinas", como las maneras y normas de comportamiento laboral, social, en el cuál se tejen los procesos de producción y a su vez, definen las características de las empresas desde los procesos. Las rutinas son resultado de la evolución cultural y definen un proceso social a partir del desarrollo de la I&D.

¹⁸ Se hace referencia a lo urbano como cultura en tanto que, a partir de esta en una relación dinámica con el territorio, se colonizan los espacios que se denominan genéricamente ciudades. En este sentido la innovación no es reto solo de grandes ciudades, sino de las culturas y a partir de las cuales se finca la actual fase de la globalización. Por ello la innovación y la competitividad requiere de tener bases regionales y capacidades de competir en los mercados de mayor tamaño o en los mercados propios con firmas globales.

mercado) posibilitan y potencian su construcción o antes bien la detienen. Esta es la hipótesis central: que esto no se produce innovación de manera significativa y que sus mecanismos institucionales tampoco coadyuvan de manera trascendental en las ciudades y contribuyen a justificar su estado de desarrollo.

FIGURA 3: Competitividad e Innovación.



Elaboración Propia.

Sin embargo, existen varias consideraciones sobre el problema, primero ¿cómo se pueden presentar las funciones que expresen lo enunciado, a su vez, cómo se puede probar que las decisiones son asimilables a la mejor probabilidad, es decir que tienen un impacto diferenciado?.

Redefiniendo los planteamientos de Sanabria (2007), en la cual existen n sectores¹⁹, que tienen una media en el sentido de su capacidad y potencialidad de generación de escenarios de innovación. Bajo este supuesto, se restringe el planteamiento a que el mercado está compuesto de dos sectores de innovación *FI*: Firmas innovadoras y *FS*: Firmas seguidoras y, se supone también que sólo existe uno u otro rol, es decir, que no se tiene en cuenta firmas tradicionales o no interesadas en acceder a estas etapas²⁰.

Desde esta noción, se busca interpretar u explicar el impacto evolutivo de la existencia de un sector que es líder en innovación y el segundo que está sujeto a unas ordenes

¹⁹ Se pueden identificar a partir de sectores bien sean industriales o del sector servicios. Sin que se afecte los planteamientos del modelo.

²⁰ En referencia a este supuesto, es fácilmente demostrable si se asume que las características definidas de innovadora y seguidora, se cumple los requisitos paretianos de "power law" y por tanto su universo de estudio se restringe de manera significativa.

económicas y culturales que, frente a la dinámica de innovación presentan rezagos con referencia al anterior. Sin embargo, bajo los planteamientos de Griliches (1992), Freeman (1982), Manski (2005) ambos grupos reciben influencias a través de los *spillovers* de innovación, como se presento en apartados anteriores.

Se asume de forma seguida que, las firmas seguidoras (*FS*), inducen problemas de productividad y competitividad, pero que a su vez este grupo de empresas le es funcional a las firmas innovadoras (*FI*), en tanto le permite concentrar una proporción amplia del mercado. Ambos grupos pueden tener un tipo de funcionalidad, lo cual evidenciaría una característica definitoria de sus relaciones en el mercado. Este planteamiento implica que, como consecuencia de la divergencia en términos de innovación de un sector y otro, cada uno tendrá una productividad diferenciada, lo cual llevaría a que la política de innovación, ciencia y tecnología tenga que ser redefinida de acuerdo a los diferentes niveles de inversiones por tamaño de empresa. Este diferencial, es el que va a permitir el óptimo y a su vez la difusión de los cambios en innovaciones.

Desde este punto, se puede definir η como el coeficiente de inversión en innovación y Ω como el tamaño de tanto de las firmas innovadoras como seguidoras. De otro lado se define S , como la propensión a innovar; g , como los niveles de inversión en innovación, Z define la inversión pública en ciencia y tecnología. Con esto, se puede establecer una inequación a las cuales se asocia la productividad de las empresas expresada a partir de unas tasas de crecimiento, que se pueden definir como U , siendo U_p una media de referencia. Bajo estas perspectivas, se puede reformular el modelo planteado por Nelson (1994), en torno a la difusión de la innovación desde el marco evolucionista. A la manera como lo desarrolla Sanabria (2007), se presentarán los *spillovers* a partir de las firmas innovadores y su influencia sobre las firmas seguidoras. Esto se define en el siguiente modelo:

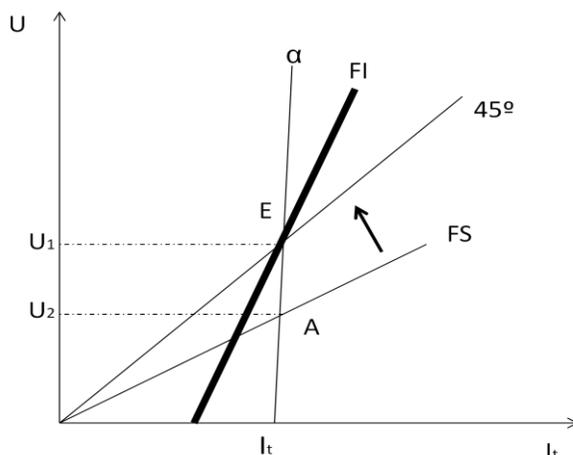
$$\left\{ \left[(g_{FS}, g_{FI}), \left(\frac{Z_{FI}}{S_{FI}}, \frac{Z_{FS}}{S_{FS}} \right) \right] \left[\frac{S_{FS} S_{FI}, (\Omega_{FI}) \eta}{(S_{FS}, S_{FI})} \right] \right\} > U_I \equiv U_{FI} > U_{FS}$$

$$\left[(g_{FS}, g_{FI}) > \left(\frac{Z_{FI}}{S_{FI}}, \frac{Z_{FS}}{S_{FS}} \right) \right] \equiv U_{FI} > U_{FS}$$

$$[(g_{FS}, g_{FI}) > S^{-1}(Z_{FI}, Z_{FS})] \equiv U_{FI} > U_{FS}$$

$$(g_{FS}, g_{FI}) > Z[(S_{FS}, S_{FI}), (S_{FS}, S_{FI})^{-1}] \equiv U_{FI} > U_{FS} \quad (4)$$

GRAFICA 3: Equilibrios en innovación y Crecimiento en Productividad -Firma Líder y Seguidora.



Elaboración propia.

En este sentido, a partir de los planteamientos de líder- seguidor (Bowles, 2005), y suponiendo que los efectos de los *spillovers* se componen de una firma innovadora y otra seguidora como se presenta en la gráfica 3, en los cuales I_t significa el grado de innovación y U_i el nivel de productividad, geométricamente, se puede representar que la firma innovadora, en razón a tener mayor pendiente, es más competitiva, lo cual expresa los puntos de corte E y A. Sin embargo, dado los *spillovers*, el efecto a mediano plazo es un nivel de innovación similar para los dos tipos de firma. Se puede suponer entonces que la producción en términos de los requerimientos de los mercados más dinámicos puede generar los estándares necesarios para desatar las fuerzas de las sociedades en busca de su desarrollo.

De este modo, estudiar el proceso la inversión en innovación sólo puede entenderse si se la sitúa dentro del medio ambiente²¹ en el que se desarrolla como se muestra en las figura 4, por lo tanto, es vital analizar el ecosistema de la innovación, que incluye los *inputs* o fuentes de la innovación; los *outputs* y sus correspondientes efectos sobre las empresas, la economía de una ciudad como Bogotá y la sociedad en su conjunto; los condicionantes políticos y la infraestructura sectorial sobre las que se asienta ese proceso de inversión²². De este modo, los incentivos de inversión en innovación del sector servicios están atados a la competencia interina de las firmas por mantener los canales de mercado ya establecidos y la necesidad de mantener relaciones de complementariedad con sectores como el manufacturero.

Por lo tanto, se concluye que, una de los principales determinantes del proceso innovador, va a estar reflejado en que las firmas, de acuerdo con Nonaka, Toyama y Nogata (2000),

²¹ En el capítulo 1, se mencionó que autores como Thomas (1989), Porter (1990), Afuah (1999) afirman que la capacidad de una empresa para innovar esta en función de su medio ambiente. Evidencia econométrica como la de Sternberg (2001), sugiere que los factores externos e internos de las firmas tienen impactos diferenciados sobre el nivel de inversión en innovación

²² Para Sternberg (2001), aquí entra a jugar relevancia la proximidad social de los agentes innovadores, los incentivos para la cooperación en I&D, las redes de innovación, el desarrollo de la demanda y el mercado.

deben crear sus propias ventajas competitivas en repuesta a las necesidades del mercado, donde la capacidad de crear y utilizar conocimientos es el origen más importante de éstas.

FIGURA 4: Factores internos y externos del comportamiento innovador de la firma.



Adaptación a los planteamientos de Sternberg (2001)

Así, los conocimientos y las destrezas de los agentes que participan en el proceso de innovación dan una ventaja competitiva a una empresa porque es a través de este juego de conocimientos y destrezas que ella puede innovar en sus productos, procesos y servicios, o mejorar los ya existentes eficientemente y/o eficazmente.

2.3 PRINCIPALES DESARROLLOS CUANTITATIVOS EN TORNO A LA INVERSION EN INNOVACION²³

Resumiendo los dos apartados definidos anteriormente, se vislumbra que, los escenarios de decisión de inversión en innovación están atados a un medio ambiente donde su expresión fáctica se refleja en el conocimiento, este último reflejado en las rutinas y comportamientos de los agentes en un escenario cultural, así, se establece que uno de los determinantes para el modelo de inversión es el capital conocimiento como expresión de cualificación de los trabajadores en cada una de las empresas. Sin embargo, es necesario destacar los trabajos, modelos y evidencias empíricas en torno al esfuerzo innovador.

Por consiguiente, para efectos de presentación de este apartado, se visualizan dos focos tensores específicos sobre los modelos de determinantes, a nivel sectorial y a nivel específico de las firmas.

²³ El objetivo de este apartado es presentar de manera muy somera las principales mediciones en torno a los determinantes de inversión en Innovación. Para mayor detalle de las especificaciones econométricas que se presentan a continuación, se sugiere al lector ir directamente a la literatura referencia, dado que no es un objetivo profundizar sobre las mismas.

2.3.1 Modelo a nivel sectorial

Los principales autores que han trabajado en torno a la inversión en innovación a nivel sectorial, están presentados en la tabla 1. Se puede visualizar que un primer foco tensor tiene que ver con estudios sectoriales que relacionan el papel de la innovación en las empresas manufactureras.

TABLA 1: Algunos trabajos importantes sobre la innovación

Trabajo (año)	Características de la metodología	Escenario
(Aitken y Harrison, 1999); (Van Pottelsberghe y Lichtenberg, 2001); (Kinoshita, 2000).	<ul style="list-style-type: none"> Estimaciones econométricas donde el <i>output</i> de innovación depende de la Inversión extranjera a través de transferencia de tecnología y la competencia (Efectos Inducidos). Allí se destaca los impactos positivos crecientes del grado de competencia sobre innovación. 	<u>Varios</u>
Frenz y Letto (2007)	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de regresión que determinan la propensión a innovar en el Reino Unido. Las variables determinantes son las patentes, sostenibilidad de la innovación y variables control que determinan el ambiente sectorial de los procesos de I&D. 	<u>Internacional:</u> Reino Unido. Macroeconómico
Gutiérrez (2007)	<ul style="list-style-type: none"> Modelo con una estructura <i>logit</i> a partir de variables dependientes como los nuevos productos, nuevos procesos de producción y las mejora en los productos existentes, el estudio concluye que los determinantes de la inversión en innovación más significativos son los esfuerzos en generación y adaptación tecnológica, la adquisición de maquinaria y equipo y la formación de capital humano. 	<u>Sectorial</u> <u>Internacional:</u> Países de América Central. Macroeconómico
Crespi (1998)	<ul style="list-style-type: none"> Estimaciones a través de un modelo de máxima verosimilitud que explora los determinantes de la inversión en la industria chilena. Concluye que, tanto factores específicos a la firma como a la industria son relevantes para las decisiones de invertir en innovación. Entre los primeros se destaca el grado de madurez de las plantas y las decisiones pasadas de inversión; los segundos, la estructura de mercado. A su vez, el patrón de acumulación de conocimiento difiere según la escala 	<u>Sectorial:</u> Industria manufacturera Chile.

Elaboración propia.

De otro lado, la disponibilidad de información (encuestas, análisis estilizados de datos y series de tiempo) en países desarrollados, ha permitido una evidencia empírica tal y como lo muestran los trabajos de corte internacional que detallan el papel de la Investigación y Desarrollo en la empresa multinacional.

Con respecto a los tópicos de la productividad y la innovación, algunos trabajos han pretendido explicar el comportamiento sectorial de las empresas a nivel macroeconómico. Por ejemplo, en un trabajo para Canadá (Mohnen y Ten Raa, 2000), realizan una descomposición subsectorial de los servicios y los clasifican en los sectores con mayores perspectivas de mejorar sus niveles de productividad; también es importante mencionar el estudio de Kaiser (2002), el cual analiza los efectos y consecuencias de la asociatividad y *clusters* para los procesos de innovación en Alemania. De igual forma, hay diversas sugerencias de políticas para promover la productividad del sector de servicios en Singapur

(Mahadevan, 2000), a través de las mejoras en la eficiencia técnica, el acceso a mejor tecnología y mediante estrategias de *learning by doing*.

Finalmente, realizando una evaluación de los trabajos más recientes sobre el sector servicios, en su mayoría, abordan temas sobre mercados específicos, con una mayor extensión teórica o la aplicación de procedimientos econométricos. Sin embargo como se anotó anteriormente, no se logra identificar el desarrollo de un debate teórico sobre los aspectos en torno a la inversión en innovación en el sector. Un tema importante se centra en los análisis de estructuras de mercados, en el cual se realizan análisis comparativos con el sector industrial. El segundo tópico trata de analizar la productividad y el desarrollo, así como cuestiones en torno a la tercerización y al análisis de beneficios del sector. En el primer grupo de trabajos, de corte comparativo, sobresale el trabajo de (Goddard y Wilson, 1996) en torno a las utilidades de las empresas manufactureras y de servicios del Reino Unido, trabajo en el cual también se presentan algunas consideraciones sobre la distribución del tamaño de las firmas.

2.3.2 Modelos a nivel específico de la firma

Este tipo de trabajos tratan de observar los determinantes de acuerdo a las características financieras y de mercado, el impacto de diversas variables sobre los procesos de inversión en innovación.

En lo que refiere al tamaño de las empresas, el trabajo de Lichtenberg y Seigal (1991), hallan evidencia de que éste, es significativo para el proceso de innovación, sin embargo, cabe aclarar que este trabajo se centra para la manufactura en Estados Unidos. Con ello, concluyen que las grandes empresas tienen mayor ventaja para invertir con respecto a las empresas de capa media y baja. Esto llevaría a plantear la cuestión de si el tamaño de las empresas tiene evidencia en el sector servicios, lo cual lleve a suponer que la innovación se comporta bajo una distribución Pareto como lo supone Sanabria y Vélez (2008) y no como una “*normal gaussiana*” que es la base del planteamiento de la *Cobb-Douglas* que usa Solow, como se referenció en la primera parte de este capítulo.

Finalmente, diversos trabajos a nivel empírico han tratado de capturar el efecto *Spillover* a nivel de la innovación, así Raut (1995), usando transformaciones de Cochrane-Orcutt, procesa datos a nivel micro y encuentra que en general, para las empresas innovadoras la I&D no es muy significativa en virtud de la competencia; pero, para el conjunto del sector (para este caso el nivel industrial), los *spillovers* si son importantes de tener en cuenta. Con ello se consolida las opciones de explicación del proceso innovador desde una perspectiva amplia que incorpora fenómenos más allá de la optimización de tipo neoclásico (Sanabria y Vélez, 2008).

TABLA 2: Trabajos de los determinantes de la innovación. Modelos a nivel específico de la firma
Trabajo (año) **Características de la metodología**

Howe y McFetridge (1976),	<ul style="list-style-type: none"> formalizan la medición de los determinantes de la inversión en I&D a partir de dos tipos de estimaciones, de un lado un modelo <i>cross section</i> y de series de tiempo para la industria canadiense Concluyen que los principales determinantes, en general, son asimilables a la estructura de financiamiento, de un lado, el flujo de caja (<i>Cash Flow</i>) y las entradas por ventas corrientes, así como los incentivos del gobierno.
Cohen y otros (1987), , Himmelberg y Petersen (1994)	<ul style="list-style-type: none"> Bajo un modelo de unidad de negocios, plantean a través de regresiones lineales y modelos tipo <i>TOBIT</i>, el impacto de la unidad de negocios y de los efectos sectoriales sobre la intensidad de la inversión en R&D. Se centran al interior de la firma, en cuanto a las condiciones de financiamiento interno, sustentando la hipótesis de Schumpeter, de que el financiamiento interno es un determinante de la inversión en I&D <p>Bajo las estimaciones, a través de OLS, encuentran que el financiamiento interno tiene una alta significancia estadística para incrementar la inversión en innovación este trabajo encuentra que hay evidencia significativa pero la elasticidad de la inversión en I&D es más baja que la elasticidad de la inversión convencional o física. Esto es debido, en parte, a los ajustes de la decisión de invertir debido a los choques en los <i>Cash Flows</i> de las empresas. Esto llevaría a refutar los planteamientos de Arrow (1959), el cuál argumentaba que los problemas de riesgo moral impedían que las firmas pequeñas invirtieran en proyectos riesgosos como la innovación.</p>
Perry (2007), DeFerranti y otros, 2003; 37	<ul style="list-style-type: none"> Concluye que, a mayor acumulación de conocimientos es más fácil y barato desarrollar nuevos procesos de innovación y conocimiento. Constata que la innovación que realizan las empresas depende de diversas instituciones (Derechos de Propiedad y contrato, regulaciones sobre el presupuesto) y la estabilidad macroeconómica, así como el grado de competencia (apertura, mercados internos), las habilidades de los trabajadores, ingenieros y científicos del sector así como las instituciones y políticas específicas relacionadas con el proceso de innovación (instituciones de investigación, subsidios e incentivos tributarios). A su vez se explora las relaciones entre las empresas y los centros de investigación y la flexibilidad en el mercado de capitales y laboral.
Langebaek y Vázquez (2007)	<ul style="list-style-type: none"> La estimación se llevó a cabo mediante un modelo tipo <i>Tobit</i>, allí, llegan a la conclusión de que el tamaño de las empresas, la participación del capital extranjero y la capacitación de la mano de obra son variables significativas para determinar la inversión en innovación. Este trabajo es el único que trata de hallar evidencia de los determinantes de inversión en innovación en Colombia. contrastando de las hipótesis neoschumpeterianas, sin embargo, solo es aplicado para el sector manufacturero.

Elaboración propia.

Con este último referente, y los apartados expuestos anteriormente, se puede observar, la abundancia de literatura sobre los efectos de la innovación en el crecimiento (a nivel de la firma y macro sectorial) que a su vez se destaca con trabajos dirigidos hacia los determinantes de la inversión en innovación para el sector manufacturero, hecho que contrasta con la escasez de trabajos sobre los factores que inciden en la innovación en el sector servicios. Este hecho, es concluyente para la relevancia de estudios dirigidos a Bogotá, puesto que según este análisis no se encuentran estudios, que indaguen, a nivel

local sobre la inversión en innovación con énfasis al sector servicios. Para finalizar este capítulo, se propone en el siguiente apartado realizar la especificación econométrica del modelo adoptado para realizar la comprobación empírica, ésta última se presentará en el capítulo 3.

2.4 MODELO DE DETERMINANTES DE INVERSIÓN EN INNOVACIÓN: ESQUEMA METODOLÓGICO

2.4.1 Especificación Econométrica

Con el fin de acercar el modelo a los determinantes de la inversión en innovación, se utiliza el estimador de regresión por cuantiles desarrollado por Koenker y Basset (1978). Debido a la heterogeneidad de la muestra, y la naturaleza del problema heterocedasticidad, el modelo econométrico que se utilizará es el más apropiado²⁴. En este caso, la regresión por cuantiles es un método semi-paramétrico dado que no supone una forma de distribución de probabilidad para la parte aleatoria del modelo μ . Así para la parte de parámetros fijos del modelo $(\beta_0 X_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)$ se supone una forma paramétrica. Los cuantiles condicionales $Q_y(\tau|X)$ son la inversa de la función de distribución acumulada condicional de la variable de respuesta:

$$F_y^{-1}(\tau|X) \quad (5)$$

donde $\tau \in (0, 1)$ representa los diferentes cuantiles.²⁵ Así, suponiendo que la muestra de una alguna población es:

$$(y_i, x_i), \forall i = 1, 2, 3, \dots, n$$

donde x_i es un vector de regresores de tamaño $(k * 1)$ y que el cuantil θ de la distribución condicional de y_i es lineal en x_i , el modelo de regresión condicional cuantílica se define como:

$$y_i = x_i' \beta_\theta + \mu_{\theta i}$$

$$y \quad Quant_\theta(y_i|x_i) \equiv \inf \{y : F_i(y|x) \geq \theta\} = x_i' \beta_\theta \quad (6)$$

$$\text{por lo que:} \quad Quant_\theta(\mu_{\theta i}|x_i) = 0$$

donde $Quant_\theta(y_i|x_i) = 0$ es el θ avo cuantil de y_i , condicional del vector de regresores x_i ; β_θ es el vector de parámetros que van a ser estimados para los diferentes valores de θ en $(0,1)$; μ_θ es el término de error que supone una función continua y diferenciable, $F_{\mu_\theta}(\cdot|x)$ y una función de densidad $f_{\mu_\theta}(\cdot|x)$ y $F_i(\cdot|x)$ es la función de distribución condicional²⁶.

²⁴ El objetivo de la regresión cuantílica es dividir a la población en quintiles, deciles, o cualquier tipo de distribución por estratos, los percentiles u fractiles se refieren al caso general (Koenker y Hallock, 2001). En contraste con los mínimos cuadrados ordinarios que llevan a una medida de tendencia central, la regresión cuantílica utiliza la distribución completa del *input* de la innovación condicional a las variables explicativas, por lo tanto, debido a la heterogeneidad de la muestra, la variable dependiente podría no estar idénticamente distribuidas en las empresas del sector, por lo que se podrían esperar diferencias significativas en los parámetros estimados para la pendiente de los diferentes cuantiles.

²⁵ Por ejemplo, $\tau = 0.5 \therefore Q_y(0.50|X)$ es el percentil 50 de la distribución de "y" condicional a los valores de "X". En otros términos, el 50% de los valores de "y" son iguales o menores a la función especificada de "X".

²⁶ Si θ varía de 0 a 1, se puede obtener la distribución completa de "y", condicional a "x".

El estimador que se obtiene a partir del modelo expresado en (6) es:

$$\text{Min} \sum_i^n \rho_\theta(y_i - X'_i \beta_\theta)$$

$$\text{donde } \rho_\theta(\mu) = \begin{cases} \theta\mu & \text{si } \mu \geq 0 \\ (\theta - 1)\mu & \text{si } \mu < 0 \end{cases}$$

Este estimador no tiene una forma explícita y el problema de minimización se puede resolver mediante técnicas de programación lineal.

Para realizar las estimaciones econométricas pertinentes, se plantea el siguiente modelo heurístico, en el cuál, se incorporan aquellos factores explicativos más relevantes en la función de inversión en innovación, como una aproximación al esfuerzo innovador en el sector servicios en Bogotá. El modelo de corte transversal, utiliza datos microeconómicos "al nivel de la empresa" en los periodos 2004 y 2005, tomados de la Primera Encuesta de Innovación Tecnológica en el sector servicios llevada a cabo por el Departamento Nacional de Estadística (DANE), el Instituto Colombiano de la Ciencia (COLCIENCIAS) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP)²⁷. Así, la especificación se adapta a la siguiente forma funcional que pretende ser estimado a partir de los datos encontrados²⁸:

$$\hat{r}_{qj} = \left(x_i^{\beta'_\theta} z_i^{\gamma'} \mu_{qi} \right)$$

$$\hat{r}_{qj} = \alpha + \beta'_\theta x_i + \gamma' z_i + \mu_{qi}$$

$$\text{del cual: } \text{Quant}_\theta(\hat{r}_i | x_i, z_i) = \alpha + \beta'_\theta x_i + \gamma' z_i \quad (7)$$

$$E[\mu_{qi}] = 0$$

Donde:

- La variable determinada \hat{r}_{qj} en el cuantíl θ , se considera la inversión en innovación por trabajador bajo indicadores de insumo asociados a los gastos en las diferentes formas de innovación (j representa cada una estas variables), este tipo de variables están especificadas en la figura 6.²⁹

²⁷ A ellos se agradece el suministro de esta valiosa e inédita información, pero como resulta de rigor en estos casos, los errores y/o omisiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

²⁸ Cabe aclarar en este punto, cómo se describió en el apartado anterior, en el ámbito colombiano son pocos los trabajos que abordan los determinantes de la dinámica de la inversión en innovación. En parte este problema se debe a la dificultad en contar con una base de datos relativamente comprensiva en sus tres dimensiones (temporal, sectorial y representativa de los diferentes tamaños de empresa).

²⁹ Pueden tomarse indicadores de producto como patentes, registros de propiedad o ventas asociadas a los gastos en innovación. Sin embargo, existen problemas asociados a estos indicadores, tales como el problema de apropiabilidad, dado que las patentes son utilizadas solo en algunos sectores donde los productos son difíciles de imitar. De otro lado existe el problema de la capacidad de reflejar el valor económico pues no todas las patentes terminan en aplicaciones comerciales. Del mismo modo, existe una dificultad de registro de la innovación dado que los empresarios deben probar la novedad de sus innovaciones. Otro factor es el de la exclusividad, de esta manera, el derecho de explotar exclusivamente la idea sin beneficio a terceros, las empresas extranjeras podrían adquirir este derecho sin que hayan

FIGURA 5: Variables asociadas al esfuerzo innovador.

<p>Tecnología incorporada al capital: Compra de maquinaria y equipo con desempeño tecnológico mejorado</p> <p>$r_{q,1}$</p>	<p>Técno-logías de Gestion: Adquisición de conocimientos orientados a ordenar, disponer, graduar el uso de los recursos productivos: ISO, <i>Just Time</i>, Planeación Estratégica</p> <p>$r_{q,2}$</p>	<p>Actividades asociadas a la innovación en Mercado</p> <p>$r_{q,3}$</p>
<p>Propiedad intelectual y Tecnología Transversales: Introducción de conceptos, ideas, métodos como resultado de actividad investigativa por fuera de la empresa: Patentes, Licencias, <i>Software</i>, consultorías.</p> <p>$r_{q,4}$</p>	<p>Proyectos de Investigación y Desarrollo (I&D): Trabajo creativo asociado al incremento del acervo de conocimientos y nuevas aplicaciones.</p> <p>$r_{q,5}$</p>	<p>Formación y capacitación Tecnológica: Relacionada con tecnologías centrales en el proceso productivo de la empresa.</p> <p>$r_{q,6}$</p>

Elaboración Propia

La ecuación planteada en (7) pretende estimar los efectos de los determinantes de la inversión en innovación por tamaño de empresa, tratando de identificar la evidencia empírica a partir de planteamientos como los de Schumpeter (1942) y Rowley (1973), el cuál evidencian rendimientos crecientes a escala en el proceso innovador. De otro lado, Tushman y Anderson (1986) y Tirole (1988) observan que las empresas nuevas tienen mayor esfuerzo innovador. Sin embargo, para Kamien y Schwartz (1930), Cohen (1995), aún la evidencia cuantitativa se queda corta en torno a este planteamiento.

- Para este caso, los vectores x_i y z_i incluyen los diferentes determinantes y que varían para cada firma, para el modelo planteado se utilizarán en la estimación las variables incluidas en la tabla 3.

realizado algún esfuerzo innovador en el territorio. Finalmente, la mayor parte de las innovaciones corresponden a los conocimientos existentes.

TABLA 3: Variables determinantes del modelo de Inversión en Innovación.

Variable: Vectores y z_i	Descripción	Base Teórica
<p>Capital conocimiento</p> <p>x_i</p>	<p>Se espera que la absorción tecnológica aumente con el grado de cualificación de los trabajadores</p> <p>Donde:</p> <p>x_1 = Índice Representativo de educación Básica primaria y secundaria en la población ocupada³⁰. Refleja un nivel bajo de educación.</p> <p>x_2 = Índice Representativo de educación Profesional, técnica y tecnológica en la población ocupada³¹. Refleja un nivel medio de educación.</p> <p>x_3 = Índice Representativo de educación a nivel de posgrado en la población ocupada³². Refleja un nivel alto de educación.</p>	<p>Teoría Neoschumpeteriana las diferentes bases de conocimiento generan diversidad de crecimientos de las empresas</p> <p>Se puede identificar existen externalidades de conocimiento "<i>Knowledge Spillovers</i>" que pueden influir sobre las decisiones de innovación de las empresas.</p>
<p>Tipo de Propiedad de las Empresas.</p> <p>z_i</p>	<p>Proporcionada por la encuesta siendo el 75% el capital de empresas estipuladas del orden nacional. Y un porcentaje 25% de capital extranjero.</p> <p>z_1 = Índice de inversión por empresa de Capital Nacional³³</p> <p>z_2 = índice de inversión por empresas de Capital extranjero³⁴</p>	<p>Dados los canales de transferencia tecnológica dentro y fuera de la firma (<i>intra firm</i> y <i>extra firm</i>), se espera que las empresas extranjeras tengan canales de transferencia tecnológica diferentes a las empresas nacionales</p> <p>Se espera que la existencia de capital exterior explique en forma positiva la transmisión tecnológica del sector. Esto depende de las casas matrices y el acceso a los mercados internacionales de capitales.</p>
<p>Variables no Incluidas por Sesgo de Especificación</p> <p>μ_{qi}</p>	<p>Debido a la falta información suficiente para realizar cruces de información y para ampliar el vector de variables explicativas.</p> <p>Factores meso-económicos: Reflejada por la institucionalidad del sector, las elasticidad precio de la demanda, reglamentaciones y contratos establecidos, acceso e identificación de tecnologías de talla mundial y la apropiabilidad de las innovaciones por parte de las firmas (Katz, 2000).</p>	<p>Sofisticación y estructura del mercado, (Lall, 1992).</p> <p>Estructura de gobierno corporativo. Lagenbaek y Vázquez (2007)</p> <p>Gestión de conocimiento en las empresas. (Teece 1986).</p>

Elaboración Propia

³⁰ Este índice se construye a partir del número de ocupados con educación primaria y secundaria por empresa, sobre el total de la clasificación CIIU de cuatro dígitos.

³¹ Este índice se construye a partir del número de ocupados con educación profesional, técnica y tecnológica por empresa, sobre el total de la clasificación CIIU cuatro dígitos

³² Este índice se construye a partir del número de ocupados con especialización, maestría, Phd y doctorado por empresa, sobre el total de la clasificación CIIU por cuatro dígitos.

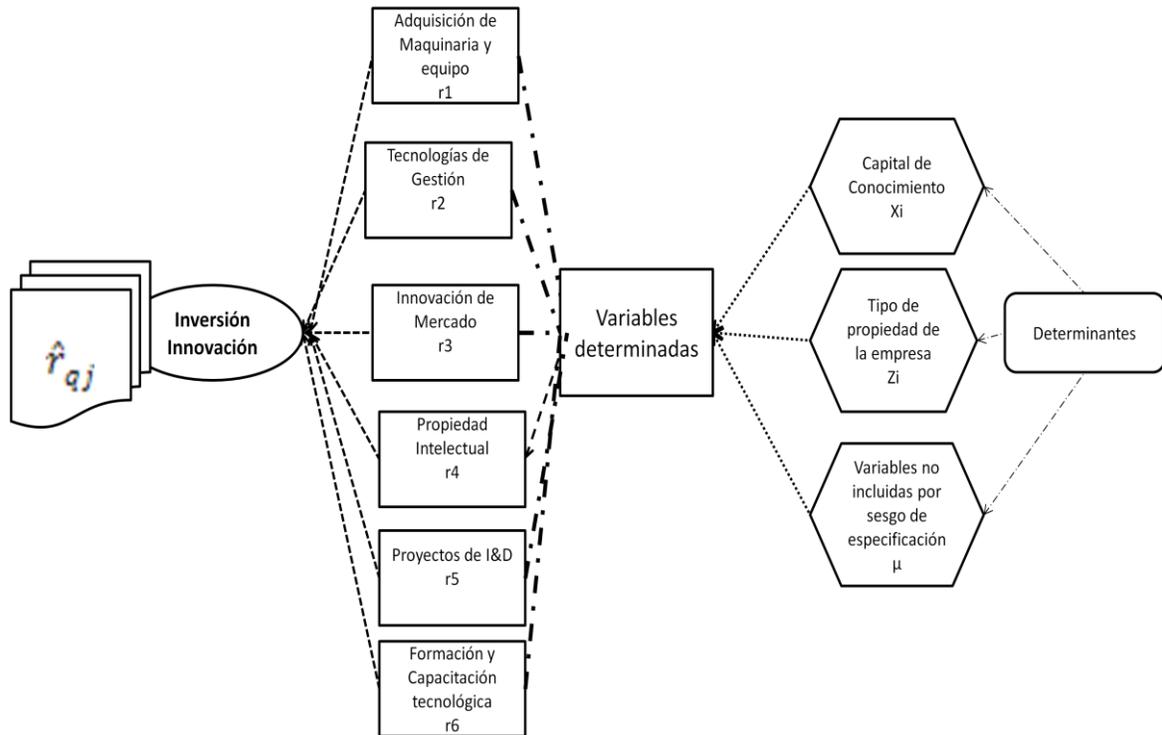
³³ Se construye a partir de monto de inversión en innovación por empresa para empresas de capital mayor a 75% en propiedad de nacionales.

³⁴ Se construye a partir de monto de inversión en innovación por empresa para empresas de capital mayor a 25% en propiedad de extranjeros.

2.4.2 Consideraciones sobre el modelo

La Figura 6 muestra un esquema de la estructura conceptual del modelo. Se considera, por tanto, seis tipos de estimaciones de acuerdo al tipo de innovación. Los cuantiles a estimar son 0.10 y 0.3 tratando de reflejar los impactos en las pequeñas empresas, 0.5 para las medianas empresas y finalmente 0.8 – 0.9 para las grandes empresas.

FIGURA 6: Determinantes de la Inversión En innovación. Modelo Conceptual.



Elaboración Propia.

Las variables incluidas en el modelo, tienen que ver con los recursos y esfuerzos tecnológicos de las empresas así como las capacidades tecnológicas. Para este caso, el análisis del modelo se centra en las capacidades de las empresas del sector servicios para incorporar tecnologías, el impacto de su ambiente cultural a partir de los grados de cualificación de los trabajadores y el tipo de propiedad de las empresas (Capital nacional o extranjero).

CAPÍTULO III

SECTOR SERVICIOS E INNOVACIÓN EN BOGOTÁ: DEFINICIONES, HECHOS ESTILIZADOS Y ESTIMACIONES ECONOMETRICAS

Para entender el proceso innovador en el sector servicios se requiere de dos precisiones: la primera relacionada con el concepto y naturaleza del sector servicios y la otra respecto las implicaciones teóricas, en relación a la innovación, que de allí se derivan. Así, en este apartado, se abordará en primer lugar, un análisis en torno a la naturaleza del sector servicios y sus implicaciones sobre el proceso de innovación. En la segunda parte, se presentará el entorno de innovación en Bogotá y el comportamiento del sector servicios a través de los principales hechos estilizados analizados a la luz de la encuesta de innovación y desarrollo tecnológico del sector. En la tercera parte se realiza la modelización y se presentan los resultados arrojados por las estimaciones econométricas.

3.1 NATURALEZA DEL SECTOR SERVICIOS E IMPLICACIONES EN EL PROCESO DE INNOVACIÓN

La economía de los servicios es objeto de grandes interrogantes relativos a la caracterización y funcionamiento de sus mercados, su composición o estructura sectorial, de su productividad factorial y a su interdependencia con el resto de la economía. La importancia estriba en que la composición factorial en el sector servicios es muy diferente a la del sector industrial, se basa en la reconceptualización de la economía real, de las transacciones de bienes a través de los mercados convencionales. De este modo, el sector servicios se muestra principalmente, desde la emergencia de la economía financiera, donde juegan un papel preponderante las nuevas tecnologías de información y comunicaciones, con actividades y mercados propios, sostenidos con elevadas y extraordinarias tasas de acumulación con base en innovación y desarrollo científico (activos intangibles) producto de la economía del conocimiento (Castell, 2001)

De este modo, la composición factorial de la economía, pasa de tener relaciones hombre-capital tecnológico a relaciones hombre- hombre, esta últimas, propias del sector servicios. Así, al interior del sector sus relaciones de productividad, pasan de tener una estructura trabajo-capital, cuya expresión orgánica se materializa en el sentido del sector manufacturero, a relaciones hombre- hombre, en las cuales lo fundamental es la capacidad construida en los individuos y que hace referencia al capital intelectual y su entorno organizado como capital social³⁵.

A partir de esta composición factorial, la definición de la naturaleza del sector servicios se torna bastante compleja, por lo tanto, siguiendo a Fuchs (1968), se considera que los servicios son intangibles, invisibles, y perecederos y que deben producirse y consumirse simultáneamente³⁶. En cambio, los bienes son tangibles, visibles y almacenables y, no se

³⁵ En estos dos tipos de capital se presenta a manera de resumen otras expresiones sociales.

³⁶ Puede ponerse en tela de juicio la forma de caracterizar los servicios como "bienes inmateriales", porque algunos servicios tienen algunos elementos tangibles (por ejemplo, el informe impreso de un consultor o un programa de

requiere que exista una interacción directa entre los productores y los consumidores, por lo tanto la función de producción se presenta difusa.³⁷ De otro lado, y mostrando la complejidad al interior de las composiciones factoriales del sector servicios, Hill (1977) define los servicios como el cambio que experimentan las condiciones de una persona, o de un bien perteneciente a alguna unidad económica, por efecto de la actividad desarrollada por una otra unidad económica, previa aprobación de la primera persona o unidad económica.

Siguiendo otros trabajos como los de Katouzian (1970), Harley y otros (1975), en lugar de elaborar una definición sistemática, simplemente hace una lista de las actividades que deberían considerarse entre los servicios, en tanto que otros aplican un criterio residual consistente en clasificar en los servicios todas las actividades no incluidas en los sectores primario y secundario. De acuerdo a estos criterios, los servicios suelen clasificarse con arreglo a su función o su valor intrínseco para los consumidores o proveedores, o a ambos criterios³⁸. Para este trabajo de grado, se adopta la topología del sector servicios relacionada con la primera encuesta de Innovación y Desarrollo tecnológico del sector servicios (Ver anexo 4).

TABLA 4: Comparativo entre sector servicios y manufactura

Variable	Manufactura	Servicios
Características de la Función de Producción	<ul style="list-style-type: none"> - Producción a Gran escala - Estandarizada “<i>Commodities</i>” - Rendimientos decrecientes - Economías de Escala - Bajo grado de conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Intangibles - Productos altamente diferenciados. - Rendimientos crecientes - Alto grado de conocimiento.
Tipo de innovación	<ul style="list-style-type: none"> - Producto - Fuente de ideas en el canal de comercialización y demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> - Organizacional - Fuente de ideas en todo el rango de la cadena de valor.
Escenario macroeconómico	<ul style="list-style-type: none"> - Adherido al ciclo económico 	<ul style="list-style-type: none"> - Volátil y ponderado por el sector financiero.

Elaboración Propia.

De otro lado, realizando un comparativo entre las características del sector servicios y la manufactura, se justifica, de acuerdo a la Tabla 3, que al entender el proceso de inversión en innovación en el sector servicios, se debe señalar que la innovación analizada desde el este sector es un concepto más amplio que el cambio tecnológico, al cual engloba. Ello debido a que la innovación, en sentido estricto, se refiere a la hipótesis de creación de nuevos productos o procesos (Posner, 1961). Sin embargo, estos cambios son sólo una pequeña fracción de lo que se entiende por innovación. La innovación tiene también

computación en DVD), visibilidad (por ejemplo, corte del cabello u obras de teatro), son almacenables (por ejemplo, los sistemas de contestadoras telefónicas automáticas) y puede no ser imprescindible el contacto directo entre productores y consumidores (por ejemplo, los cajeros bancarios automáticos). La transitoriedad tampoco constituye un criterio claro para distinguir entre los bienes y los servicios, como lo demuestra el caso de los helados (un bien) y los efectos duraderos de la cirugía (un servicio).

³⁷ En el sentido de no linealidad y de atrapamiento del fenómenos a través del algebra paraconsistente (Thom, 1975)

³⁸ Por ejemplo, puede distinguirse entre : i) los servicios comerciales (privados) y servicios no comerciales (públicos); ii) usos intermedios y usos finales; iii) en relación con aquéllos puede distinguirse entre servicios de distribución (comercio al por mayor y menor, transporte, almacenamiento y comunicaciones) y servicios de producción (financieros, comerciales y profesionales); y respecto de los segundos entre los servicios sociales (de salud, educación, sanitarios) y servicios personales (para el hogar, de esparcimiento y culturales, de hoteles y restaurantes).

efectos, además sobre productos, sobre los procesos no industriales (amplia gama de servicios) e incluso sobre las formas de gestión (Pulido, 2005)³⁹.

Esta es una de las diferencias vinculadas en la innovación que se realiza en el sector manufacturero y en el de servicios, en éste último, la influencia del ámbito organizacional tiene mayor relevancia que en la innovación vía productos (Nijssen y otros 2006: 242), este hecho se debe a los servicios están “basados en conocimiento” por lo que la calidad de los mismos depende de la habilidad de implementar y organizar las competencias requeridas para llevarlo a cabo, por lo tanto el diseño de sistemas organizacionales y la innovación en ésta área es muy importante (Gallouj y Weinstein, 1997: 545). Por innovación de tipo organizacional se tienen aspectos como las relaciones intra e interfirmas, el trabajo en equipo, el capital social, y en general, el hecho de que las empresas que abordan la innovación en el sector servicios tienen especial interés en el ámbito de la cadena de valor respectiva (Salter, Tether, et al., 2006: 28)

Por tanto, al abordar el escenario de innovación el sector servicios, se trata de adentrarse en las cuestiones en torno a los fenómenos asociados a la globalización, los escenarios de volatilidad, incertidumbre y riesgo, el papel de la tecnología, la difuminación de las fronteras, las nuevas necesidades de gestión basadas en el conocimiento, el acceso directo cliente-oferente a través de los canales tecnológicos y de redes, es decir, una compleja amalgama de factores y relaciones intra-sectoriales. Un ejemplo de ello, es que en la actualidad, las empresas manufactureras asumen funciones de prestación de servicios y así mismo, las empresas de servicios se apropian de funciones adheridas a la manufactura (Salter y Tether, 2006). A su vez, diversas actividades de servicios, producen sus propios sistemas técnicos ya sea por si mismas o dentro de una relación de poder favorable a ellas (Gallouj, 2002). Esta cercanía entre sectores, permite un enriquecimiento en función de inversión en innovación; por ejemplo, las actividades manufactureras pueden adaptar el desarrollo de modelos interactivos de innovación de las firmas del sector servicios y las distintas formas de innovación en el sector servicios pueden aplicarse a las actividades de manufactura (Gallouj, 2002: 151-152).

3.2 ECONOMÍA DE BOGOTÁ Y SECTOR SERVICIOS: HECHOS ESTILIZADOS

3.2.1 Escenario Macroeconómico

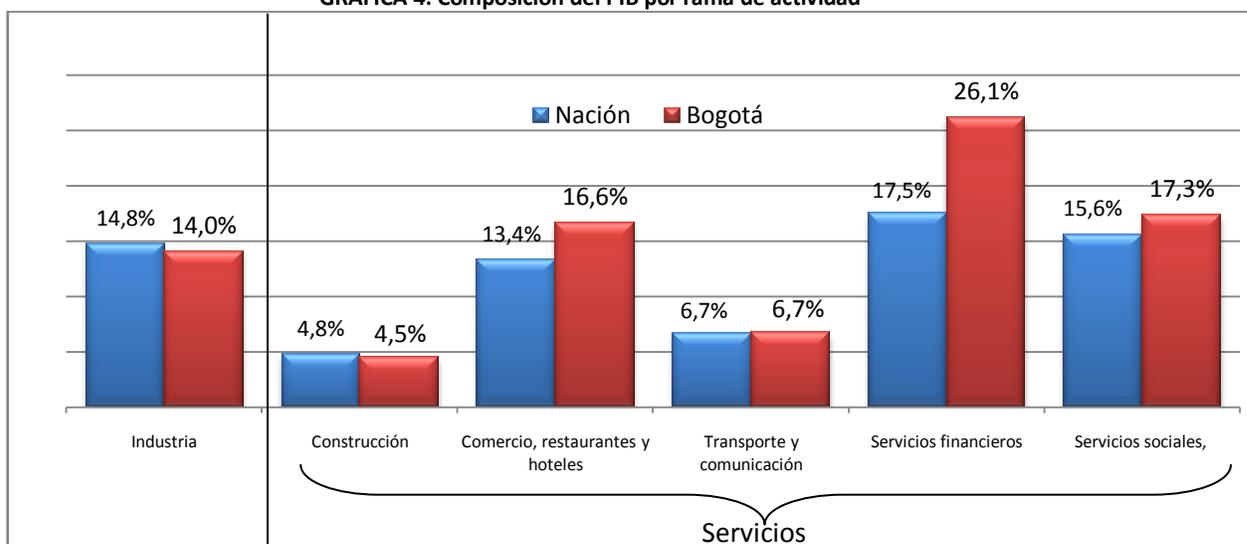
En este apartado se describe de manera general el comportamiento competitivo, tecnológico e innovador del sector servicios en Bogotá, a partir del análisis de los resultados de la primera encuesta de desarrollo tecnológico e innovación en Colombia. Para ello, se

³⁹ De hecho resulta sorprendente según cifras de Bureau Economics Analysis (2002), que incluso en economías como EE.UU, el peso económico de las actividades industriales manufactureras con relación al resto de sectores económicos y la proporción que se dedica a I&D en cada uno de esos grandes campos tenga grandes brechas. Quien aporta menos del 20% del PIB recibe más del 60% de los esfuerzos en I+D; los sectores no manufactureros (principalmente servicios) generan más de cuatro dólares por cada uno de las manufacturas y reciben menos del 40% de los gastos en I+D.

caracterizan los escenarios de innovación de la ciudad y su interrelación con el agregado para Colombia, se reconocen los principales recursos y esfuerzos tecnológicos realizados, las principales actividades de innovación.

Bogotá, en las últimas dos décadas se ha convertido en el principal centro económico del país, alcanzando avances importantes en sus infraestructuras física y social, que le permitieron acumular importantes fortalezas competitivas. De participar con aproximadamente el 15,4% del PIB nacional en 1960, pasó a 21,0% en 1990, 22,8% en el 2000 y 26% en 2006 (Se sugiere ver anexo 3)⁴⁰. Como resultado, Bogotá se consolidó como el principal centro empresarial del país y la región más atractiva para localizar y desarrollar actividades productivas. Es también el centro de servicios del país con los mayores niveles de inversión.

GRAFICA 4: Composición del PIB por rama de actividad



Elaboración propia Fuente: DANE, Cuentas Regionales Departamentales 2008.

Bajo la Categoría “Servicios” se han agrupado 18 diversas ramas de actividad económica. No obstante la amplia desagregación, más del 45% del total de Servicios es aportado por dos ramas específicas: Los llamados Servicios financieros e Inmobiliarios, cuyo aporte es del 27%, y el comercio con 17%. Finalmente, los Servicios de Transporte presentan un aporte promedio del 7% entre 1990-2005 (Ver Gráfica 4).

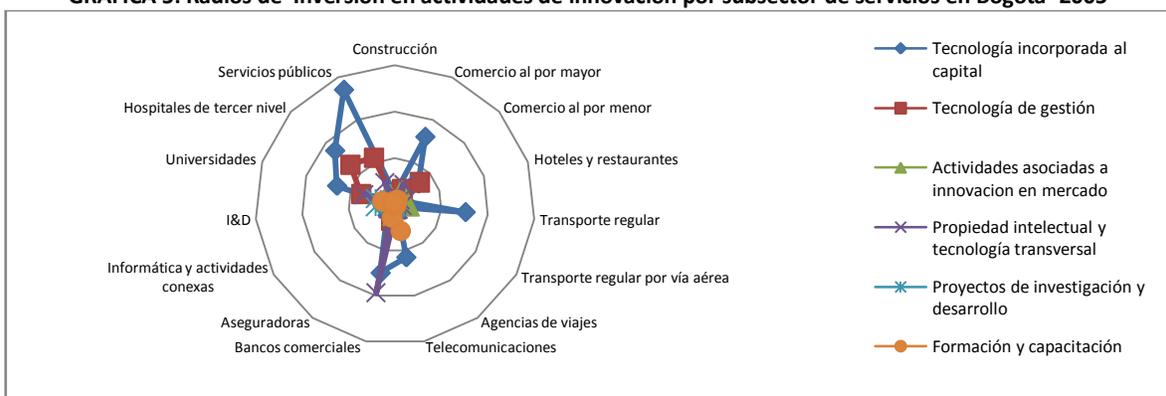
3.2.2 Entorno de Innovación y características de la firma

- a) **Variables Determinadas:** Un análisis del tipo de inversión de las empresas de acuerdo a las variables determinadas adoptadas por el modelo, se encuentra que en Bogotá en 2004 y 2005, el grupo de mayor participación es el de Tecnologías incorporadas al capital (51% de participación en 2004 y 47% en 2005), seguido de

⁴⁰ Comparando la ciudad con las principales economías de Latinoamérica, durante el año 2007 Bogotá fue la octava ciudad entre las principales economías de América Latina con mayor valor de PIB, incluso ha mejorado con respecto a 2006 y 2007. Sin embargo, Bogotá se mantiene en el término medio de la tabla. Se sugiere ver el Anexo 2.

las tecnologías de gestión y propiedad intelectual, ambas con participaciones del 17%. En cuanto a los proyectos de I&D, tan sólo se invierte un 4% del total de inversión⁴¹. De esta manera, de acuerdo a la gráfica 5, el radio de inversión más dinámico corresponde a las tecnologías incorporadas al capital, le sigue la inversión en tecnologías de gestión y propiedad intelectual y tecnología transversal.

GRAFICA 5: Radios de Inversión en actividades de innovación por subsector de servicios en Bogotá- 2005



Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).

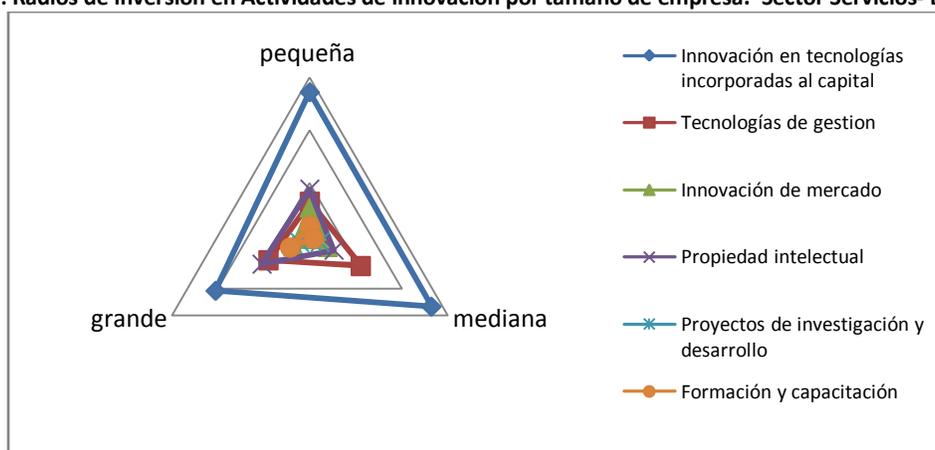
Así, los sectores con menor dinámica, es decir con menor radio en inversión en innovación, son los de proyectos de I&D y la formación y capacitación dentro de las empresas. Este hecho es relevante, en la medida que, la acumulación de capital resulte insuficiente para explicar el ritmo y dirección del ámbito técnico, incluso cuando éste es adoptado. De esta manera, la sola compra de bienes de capital como determinante de la inversión en innovación es considerada insuficiente para garantizar la transferencia de la tecnología, su asimilación, adaptación y desarrollo (Pavitt, 1997).

Esto muestra que, la heterogeneidad es una de las características más relevantes del sector servicios, se manifiesta en la contemporaneidad de actividades intensivas en mano de obra y de carácter informal, con otras cuyo desarrollo exige altas inversiones en tecnología (Maya y Ortiz, 2003).

De este modo, de acuerdo los radios de inversión presentados en la gráfica 6, se muestra que estos, son mayores para las inversiones adheridas a las tecnologías incorporadas al capital (este hecho guarda coherencia con los radio de subsectores en la Gráfica 5), así, para las pequeñas empresas este monto es cercano al 54% del total de sus inversiones, para la mediana es de 53% y para la empresa grande es de 41%.

⁴¹ Al realizar el análisis por subsectores, se encuentra que exceptuando al subsector de agencias de viaje y bancos, que tiene mayor participación en propiedad intelectual un 48% y 45% de las inversiones respectivamente. Para el sector de actividades de I&D, como es de suponerse, su portafolio de inversión en innovación se concentra en proyectos de I&D con un 68%. En cuanto al sector de las universidades, su inversión se concentra en un 36% en la adquisición de tecnologías incorporadas al capital, 21% en tecnologías de gestión, 19% en propiedad intelectual y 11% en actividades de I&D. (VER ANEXO 4 Y 5)

GRAFICA 6: Radios de inversión en Actividades de innovación por tamaño de empresa. Sector Servicios- Bogotá -2005



Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).

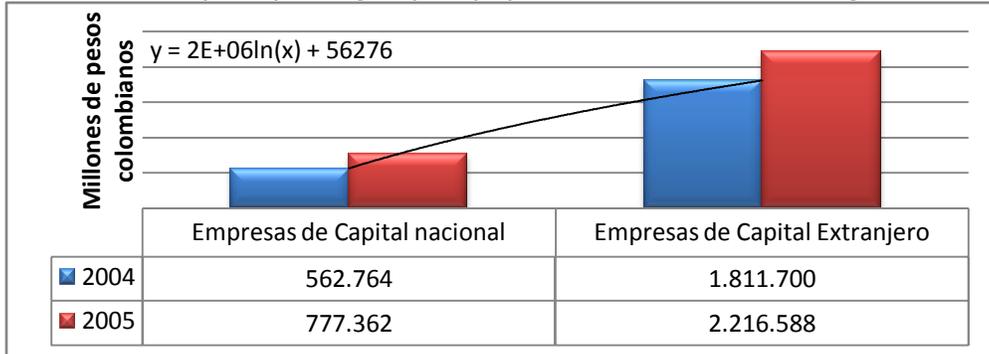
De otro lado, en la pequeña empresa el radio de inversión en proyectos de I&D es cercano a cero. Mientras que para la mediana y gran empresa, representa entre un 4,4 y 4,3% del monto total de inversión respectivamente. Esto indica que, por la estructura de este tipo de inversión y los riesgos adheridos a la misma, las medianas y grandes empresas del sector servicios en Bogotá, tienen una mejor estructura para encarar este tipo de proyectos. Este hecho refleja la mejor diversificación de su estructura de inversión en innovación por tamaño de empresa.

b) Tipo de Propiedad (capital) de la empresa: Al observar el esfuerzo innovador según el tipo de propiedad de la empresa, se encuentra que las empresas de propiedad extranjera⁴² tienen un mayor esfuerzo innovador que las empresas de propiedad nacional⁴³. De esta manera, la Gráfica 7 muestra que, en Bogotá, las empresas de capital nacional, es decir, 1520 empresas (93,53% del total de empresas investigadas), tuvieron inversiones promedio (por empresa) en 2004 y 2005 de \$562.764 y \$777.362 millones de pesos respectivamente. Asimismo, las empresas con capital extranjero mayor al 25%, que ascienden a 105 (6,47% del total de las empresas investigadas) registraron valores promedio de inversión en actividades de desarrollo e innovación tecnológica de \$1.811,7 millones de pesos en 2004 y de \$2.216,46 millones de pesos en 2005.

⁴² Empresas cuyo capital es mayor al 25%.

⁴³ Empresas cuyo capital nacional es mayor a 75%.

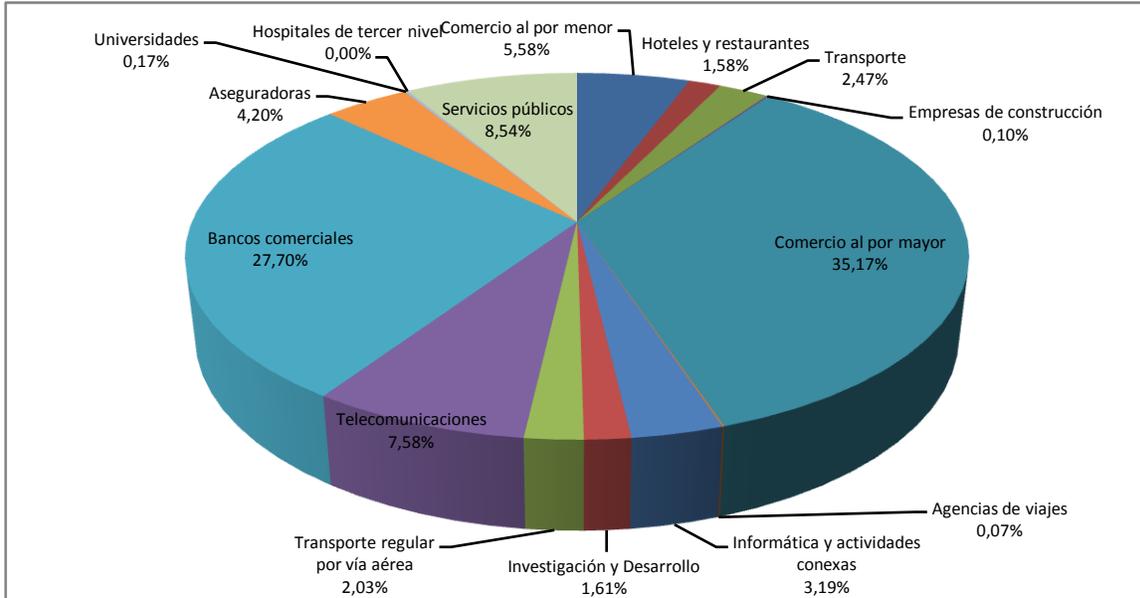
GRAFICA 7: Inversión por empresa según tipo de propiedad en el sector servicios de Bogotá (2004-2005)



Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).

En la gráfica 8, se observa que del total de inversión en innovación realizada por empresas extranjeras, el 35,1% corresponde a subsector de comercio al por mayor, le sigue el subsector de bancos comerciales con un 27% de inversión y 8,54% para el subsector de servicios públicos domiciliarios. Las universidades y Hospitales registran un monto de inversión muy bajo cercano al 0%.

GRAFICA 8: Composición inversión en innovación por subsector según propiedad extranjera- Sector Servicios Bogotá - 2005

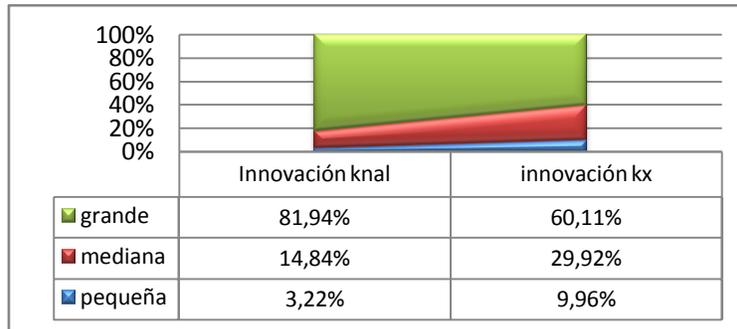


Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).

Esto implica que los canales de transferencia tecnológica dentro y fuera de la firma (*intra firm* y *extra firm*) son puntos fundamentales para tener en cuenta a la hora de encontrar los factores determinantes del esfuerzo innovador en la medida que las empresas extranjeras tienen canales de transferencia tecnológica diferentes a las empresas nacionales⁴⁴.

⁴⁴ Esto depende de las casas matrices y el acceso a los mercados internacionales de capitales. Se espera que la existencia de capital exterior explique en forma positiva la transmisión tecnológica del sector.

GRAFICA 9: Proporción de innovación por empresa según tipo de propiedad y tamaño de empresa. Sector Servicios Bogotá 2005.



Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).

Al analizar la proporción del total de innovación por empresa realizado por las empresas de capital nacional y extranjero, la gráfica 9, indica que el esfuerzo innovador de las empresas tanto de capital nacional como extranjero se concentra en las empresas grandes y medianas. Esto muestra una estructura de concentración del esfuerzo innovador en las empresas de mayor tamaño.

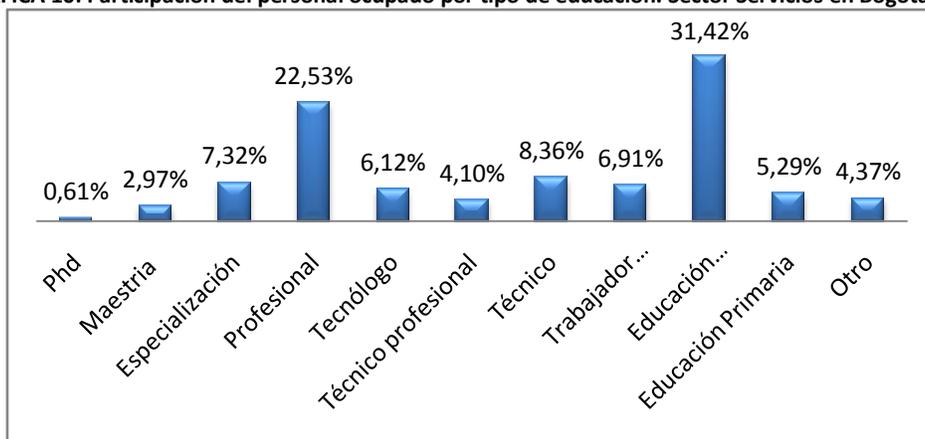
c) Capital conocimiento

Observando el comportamiento de la variable ocupados⁴⁵ por nivel educativo en Bogotá, en el 2005 el personal ocupado se distribuye de acuerdo a la gráfica 10: el 33,43% tienen un nivel profesional o postgrado (especialización, maestría, doctorado); el 31,42% cuenta con educación secundaria completa, esto denota que el sector tiene un alto componente de nivel terciario, comparado con el sector industrial donde el 60% tienen educación secundaria⁴⁶. Ahora bien, el 8,36% con educación técnica; 6,91% son trabajadores calificados; 6,12% son tecnólogos; el 5,29% completaron la primaria; 4,10% son técnicos profesionales; y 4,37% tienen otro nivel educativo no especificado.

⁴⁵ En el anexo 4 se observa que el sector que tiene mayor porcentaje de ocupados corresponde al subsector de las universidades con un 17% del total de ocupados.

⁴⁶ Este dato se corrobora en la Seguridad EDIT- sector industrial. DANE (2005).

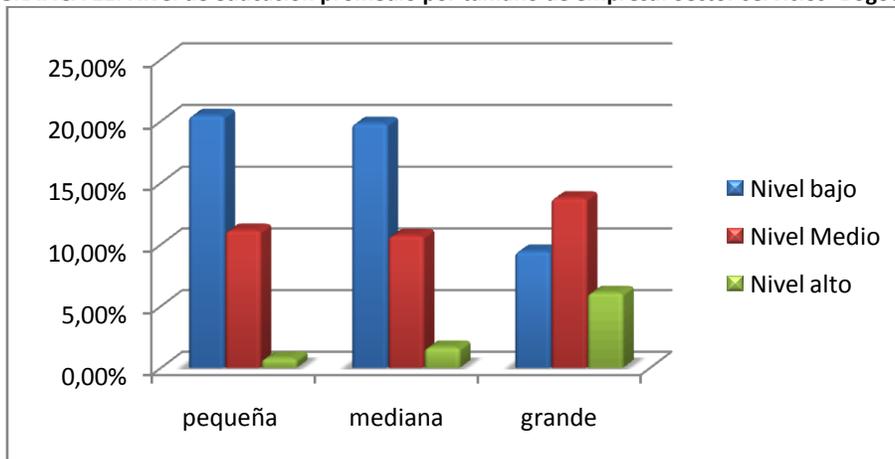
GRAFICA 10: Participación del personal ocupado por tipo de educación. Sector Servicios en Bogotá-2005



Elaboración propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006)

Un análisis del nivel de educación promedio por tamaño de empresa, se destaca que el porcentaje más alto para las empresas pequeña y mediana corresponde al nivel de educación bajo, en tanto que, para la empresa grande, el nivel de educación de mayor ponderación es el medio. De otro lado, para las PYMES el nivel alto esta entre cero y uno, mientras que este nivel representa un 6% en las empresas de tamaño grande (Ver gráfica 11).

GRÁFICA 11: Nivel de educación promedio por tamaño de empresa. Sector servicios -Bogotá.



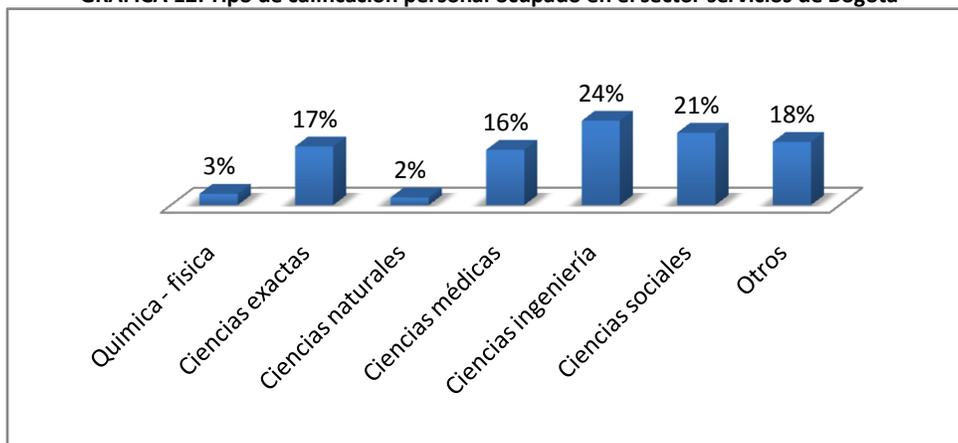
Elaboración propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006)

Este panorama muestra que las PYMES del sector no están interesadas en utilizar personal calificado, por lo que aún su estructura laboral esta concentra en niveles de educación bajos, lo cuál colocaría una talanquera para el logro de mejores niveles de innovación por empresa.

Finalmente, la gráfica 12 denota que el sector servicios está compuesto principalmente por ingenieros y por trabajadores del área de ciencias sociales, lo cuál tiene una importancia relativa, en la medida que se requiere de las ciencias sociales para administrar el tipo de

recursos añadidos al sector y de ingenieros dado que el sector tiene un alto componente de transferencia tecnológica.

GRAFICA 12: Tipo de calificación personal ocupado en el sector servicios de Bogotá



Elaboración propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).

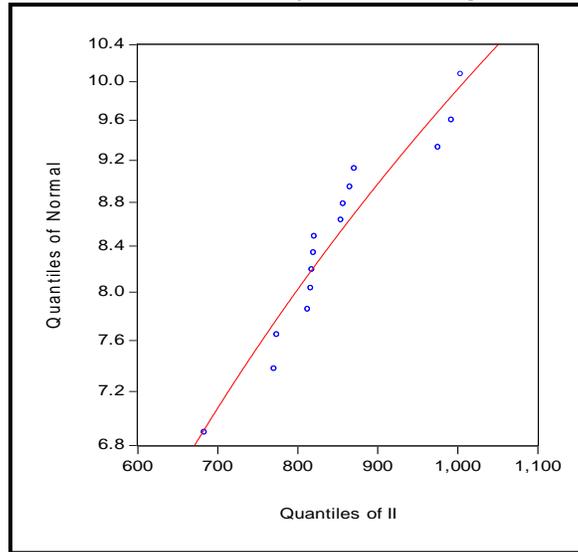
3.3 ESTIMACIONES ECONOMÉTRICAS Y RESULTADOS

a) Sobre la variable tamaño de empresa

Los hallazgos empíricos preliminares, permiten apreciar en la gráfica 13 una relación "creciente" entre el monto de inversión en innovación por empresa y el tamaño de empresa, lo cual estaría reflejando un modelo de regresión cuantílica, que es óptimo en la medida que existe un nivel de censuramiento de la muestra. Esto indica que la distribución posee coeficientes distintos, como si fuera una función continua a trozos, dado que hay diversas medias y varianzas condicionadas por los cuantiles. Este comportamiento se adapta para cada una de las formas de innovación o variables determinadas adoptadas en este trabajo.

Este hecho, corrobora que el nivel de inversión en innovación en el sector servicios se incrementa con el tamaño de la empresa. En este sentido, el valor presente de la inversión en innovación puede razonarse como una función creciente del número de unidades sobre las cuáles se afectará la innovación, esto llevaría a inferir que las empresas grandes tendrán una mayor probabilidad de invertir en innovación.

GRAFICA 13: Inversión en Innovación por Cuantiles. Bogotá- Sector Servicios



Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006)

Sobre esta variable Schumpeter⁴⁷ comparte dos visiones, en primer lugar señala que las pequeñas compañías emprendedoras tienen mayor propensión a innovar. Posteriormente sugiere que las grandes compañías, tienen la producción y otros activos complementarios que son necesarios para comercializar una innovación, con ello, poseen las dimensiones en tamaño para explotar las economías de escala que predominan en la I&D, son más diversificadas y, por tanto, están dispuestas a correr la clase de riesgos inherentes en proyectos de I&D, tienen mejor acceso a capital que las pequeñas compañías y, como monopolistas, no tienen competidores dispuestos a imitar sus innovaciones, por consiguiente, su probabilidad de invertir es mayor.

Por lo tanto, las empresas con una escala de producción mayor tienen mayores niveles de inversión en innovación⁴⁸. De otro lado, dados los riesgos acometidos con la innovación, Rowley (1973) postula que a mayor tamaño mayor esfuerzo innovador. Este efecto se produce debido a la naturaleza de riesgo inherente a las actividades de innovación, por ello, las empresas deben diversificar su portafolio de inversiones de tal manera que se produzca un criterio de compensación entre unos y otros procesos. Así, dado el riesgo planteado en las inversiones sobre innovación, las empresas grandes tienen mayores grados de libertad que las PYMES para diversificar su portafolio.

b) Sobre los modelos de inversión

A través de la formulación econométrica desarrollada en la ecuación 7, se tiene la siguiente especificación:

⁴⁷ Las dos posiciones se evidencian en los trabajos de Schumpeter (1943) y (1950).

⁴⁸ Dichos rendimientos a escala se deben tanto a los elevados costos fijos de cierto tipo de infraestructura, laboratorios, departamentos de mercadeo, plantas piloto, como a la presencia de externalidades pecuniarias (Acceso que tienen las empresas más grandes a insumos y materiales a costos más bajos), por lo que se justifica que las empresas grandes optimizan su infraestructura lo que les permite obtener los beneficios de la innovación de forma más acelerada.

TABLA 5: Determinantes de la Inversión en Innovación en Adquisición Tecnologías Incorporadas al capital. Bogotá-sector Servicios.

$Quant_{\theta}(\hat{r}_1 x_1) = \alpha + \beta'_{\theta}x_1 + \beta'_{\theta}x_2 + \gamma'z_1$					
Modelo 1: $Quant_{(10,30,50,80,90)}$					
\hat{r}_1 : Inversión en tecnologías incorporadas al capital					
x_1 : Nivel de educación Bajo (Primaria y secundaria)					
x_2 : Nivel de educación Medio (Profesional y tecnologías)					
z_1 : Empresas de propiedad nacional					
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q= 0.1	X1	0.060655	4.610931	0.013155	0.9897
	X2	1.974856	5.583533	0.353693	0.7297
	Z1*	0.646222	0.276169	2.339956	0.0374
Q= 0.3	X1	1.588747	4.726440	0.336140	0.7426
	X2	7.128300	6.122590	1.164262	0.2669
	Z1*	0.551988	0.287357	1.920914	0.0788
Q= 0.5	X1	0.966173	5.171078	0.186842	0.8549
	X2	7.143971	7.293220	0.979536	0.3467
	Z1*	0.586019	0.320366	1.829218	0.0923
Q= 0.8	X1	7.090805	4.964947	1.428173	0.1787
	X2	10.90994	11.91592	0.915576	0.3779
	Z1	0.297441	0.347922	0.854908	0.4093
Q= 0.9	X1	3.497041	5.434659	0.643470	0.5320
	X2	5.434987	12.67612	0.428758	0.6757
	Z1	0.568260	0.377487	1.505374	0.1581

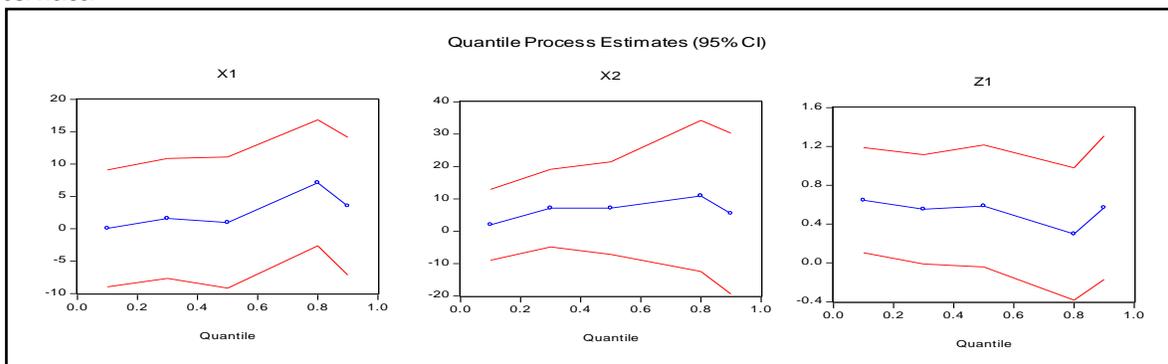
Cálculos propios. Estimaciones a partir del programa econométrico Eviews 6.

*Estadísticamente Significativa al 95%.

Para el primer modelo (Tabla 5), la única variable que resulta significativa es la de capital nacional, sin embargo esta es significativa para las empresas pequeñas y medianas⁴⁹. A su vez, el impacto de esta variable decrece a medida que aumenta el tamaño de empresa. Esto permite constatar que los coeficientes arrojados por cuantiles, tienen el signo esperado. Por lo tanto, la inversión en innovación del tipo de maquinaria y equipo se incrementa de acuerdo con las empresas de capital nacional y el nivel de educación bajo y medio de los trabajadores.

⁴⁹ Este hecho se constata a partir de los cuantiles significativos, es decir, 0.1 – 0.3 – 0.5.

GRAFICA 14: Impacto de los coeficientes sobre los cuantiles de inversión en maquinaria y equipo. Bogotá- Sector servicios.



Elaboración Propia.

Por lo tanto, al observar el proceso de los coeficientes a partir de la gráfica 14, se encuentra que la elasticidad en las variables capital conocimiento, x_1 : o Nivel de educación Bajo (ponderado por Primaria y secundaria) y, x_2 : Nivel de educación Medio (Profesional y tecnologías), el coeficiente u elasticidad sobre la inversión en maquinaria y equipo, aumenta a medida que aumenta el tamaño de empresa.

No obstante, a partir de esta estimación, se observa que el nivel de educación primaria y secundaria tiene un marcado impacto sobre los niveles de innovación de las empresas pequeñas y medianas. A su vez, el nivel de educación superior profesional es el que mayor impacto tiene sobre los niveles de inversión en innovación. Ese hecho refleja que, el proceso de innovación tiene mayores niveles de innovación, a medida que las empresas cuentan con mano de obra mejor cualificada.

TABLA 6: Determinantes de la Inversión en Innovación en Tecnologías de Gestión. Bogotá- Sector Servicios.

Modelo 2: $Quant_{(10,30,50,80,90)}$ $Quant_{\theta}(\hat{r}_2 x_i, z_i) = \alpha + \beta'_{\theta}x_1 + \gamma'z_1$					
\hat{r}_2 : Inversión en tecnologías de gestión					
x_1 : Nivel de educación Bajo (Primaria y secundaria) z_1 : Empresas de propiedad nacional					
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q= 0.1	X1*	10.89382	4.054536	2.686823	0.0187
	Z1*	0.932247	0.029404	31.70463	0.0000
Q= 0.3	X1*	17.34811	4.290695	4.043194	0.0014
	Z1*	0.900098	0.045980	19.57598	0.0000
Q= 0.5	X1*	15.00091	4.327392	3.466501	0.0042
	Z1*	0.961716	0.072034	13.35084	0.0000
Q= 0.8	X1**	8.182091	4.290343	1.907095	0.0788
	Z1*	1.140720	0.080811	14.11582	0.0000
Q= 0.9	X1*	9.455789	3.317410	2.850353	0.0136
	Z1*	1.169885	0.062881	18.60481	0.0000

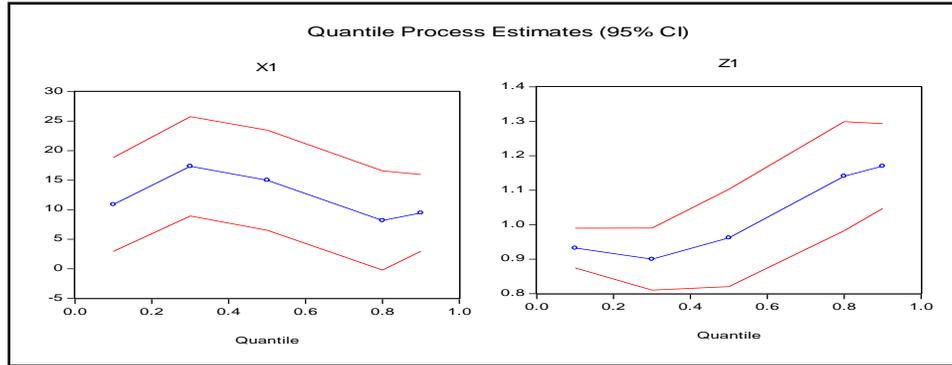
Cálculos propios, a partir del programa econométrico Eviews 6.

*Estadísticamente Significativa al 5% de significancia **Estadísticamente Significativa 10% significancia

Para la variable de inversión en tecnologías de gestión (Tabla 6), las variables Nivel de Educación Bajo y Empresas de capital nacional son estadísticamente significativas y presentan signo esperado. Así, ante un incremento de las empresas con capital nacional en 1%, el impacto en innovación es positivo y se siente en mayor medida sobre las empresas de mayor tamaño (ver gráfica 15). En cuanto a la variable de educación de nivel bajo, se estima que su impacto en innovación de gestión es menor para las empresas más grandes. Esto puede ser explicado por la estructura cualitativa de los trabajadores de este tipo de empresa, en las cuales la mayoría son de educación de nivel medio, lo mientras que en las PYMES, la estructura de cualificación de los trabajadores es baja.

Cabe anotar que en el de servicios, el tipo de innovación en tecnologías de gestión es más importante que en la innovación en productos (Nijssen, Hillebrand, et al., 2006: 242). Ello debido a que en servicios “basados en conocimiento” la calidad de los mismos depende de la habilidad de implementar y organizar la tecnologías que van de la mano de las inercias organizacionales. Aunque este tipo de innovación es el segundo en ponderación de todo el portafolio de inversión, es debatible que el nivel de educación medio y alto no sean estadísticamente significativos. Quizá, esto se explique por el deficiente grado de cualificación de los trabajadores a lo largo de la distribución de ocupados por empresa.

GRAFICA 15: Impacto de los coeficientes sobre los cuantiles de inversión en tecnologías de gestión.



Elaboración propia

Para el modelo que determina las variables significativas del tipo de innovación de mercado (Modelo 3), la única variable significativa corresponde al tipo de propiedad extranjera (Tabla 7). Este resultado es importante en la medida que la tasa de fracaso de este tipo de innovaciones es muy alta debido a la poca aceptación que tienen en el mercado. Este hecho puede ser explicado dadas las exigencias del mercado para este tipo de empresas, y porque la dinámica del canal de de clientes es muy distinta.

TABLA 7: Determinantes inversión en Innovación de mercado. Bogotá, sector Servicios.

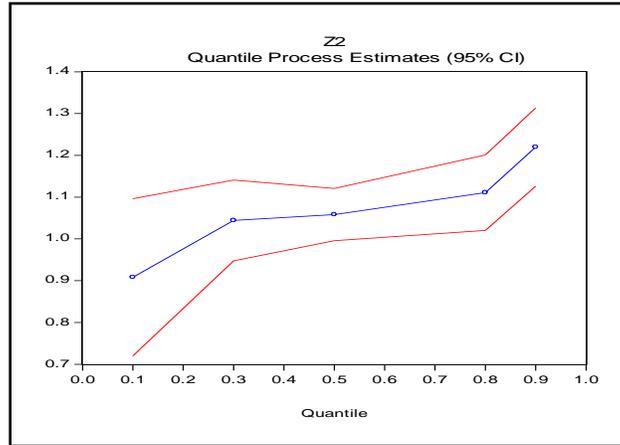
Modelo 3: $Quant_{(10,30,50,80,90)}(\hat{r}_3 z_2) = \alpha + \gamma'z_2$					
\hat{r}_3 : Innovación de Mercado					
z_2 : Empresas de capital extranjero					
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q= 0.1	Z2*	0.908060	0.096035	9.455509	0.0000
Q= 0.3	Z2*	1.044181	0.049285	21.18656	0.0000
Q= 0.5	Z2*	1.058260	0.031925	33.14843	0.0000
Q= 0.8	Z2*	1.110651	0.046158	24.06194	0.0000
Q= 0.9	Z2*	1.219954	0.047757	25.54486	0.0000

Cálculos propios, a partir del programa econométrico Eviews 6.

*Estadísticamente Significativa al 5% de significancia

De igual forma, al analizar el impacto de la propiedad extranjera sobre los distintos cuantiles (Gráfica 16), se observa que esta variable tiene un mayor impacto sobre los cuantiles superiores, es decir, las empresas de mayor tamaño. Esto implica que las empresas de carácter extranjero y de gran tamaño sean más proclives al riesgo esto debido a que en este tipo de innovaciones, tomar una mala decisión tiene dos costos muy importantes para las empresa, tanto de índole financiera (reflejado en las hojas de balance e indicadores financieros de las empresas), y los costo de oportunidad de no optimizar de forma correcta los recursos de inversión.

GRAFICA 16: Impacto de los coeficientes sobre los cuantiles de inversión en innovación de Mercado. Bogotá- Sector Servicios.



Elaboración propia.

TABLA 8: Determinantes inversión en Innovación en propiedad Intelectual. Bogotá, sector Servicios.

Modelo 4: $Quant_{(10,30,50,80,90)}(\hat{r}_4 z_1) = \alpha + \gamma'z_1$					
\hat{r}_4 : Innovación en propiedad intelectual					
z_1 : Empresas de capital Nacional					
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q= 0.1	Z1*	1.024241	0.035301	29.01417	0.0000
Q= 0.3	Z1*	1.107309	0.042949	25.78174	0.0000
Q= 0.5	Z1*	1.170118	0.029596	39.53665	0.0000
Q= 0.8	Z1*	1.223523	0.038565	31.72590	0.0000
Q= 0.9	Z1*	1.285077	0.081667	15.73548	0.0000

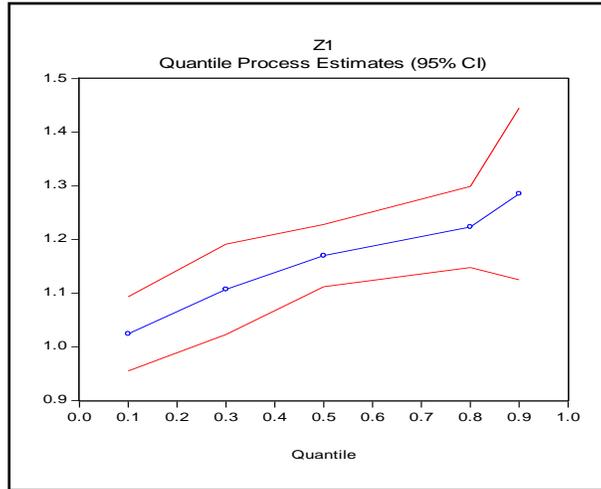
Cálculos propios, a partir del programa econométrico Eviews 6.

*Estadísticamente Significativa al 5% de significancia

Para el modelo que trata de encontrar los determinantes de la inversión en innovación añadida a la propiedad intelectual, la única variable significativa arrojada por las estimaciones corresponde a las empresas con propiedad nacional (Tabla 8). Este hecho es consistente dado que la Encuesta de Desarrollo del Sector Servicios, muestra que las empresas dedicadas a informática y las universidades son las que más solicitudes realizaron entre 2004 y 2005⁵⁰, este hecho contrastado en que estos sectores, aunque son de tamaño grande, tienen muy pocas empresas de propiedad extranjera como se visualizó en los hechos estilizados.

⁵⁰ Las empresas dedicadas a informática y las universidades realizaron: 49 y 48, solicitudes de propiedad intelectual (Dane, 2006).

GRAFICA 17: Impacto de los coeficientes sobre los cuantiles de Inversión en propiedad Intelectual. Bogotá, Sector Servicios.



Elaboración propia.

De otro lado, al observar el impacto sobre este tipo de inversión, se encuentra que aunque para todos los cuantiles el coeficiente es positivo, las empresas de propiedad nacional y que tienen mayor tamaño reflejan un mayor impacto sobre este tipo de innovación. Esto debido a que realizar un proyecto de propiedad intelectual requiere de un fuerte músculo financiero que pueda sostener este tipo de proyectos.

TABLA 9: Determinantes de la Inversión en Innovación en Proyecto de Investigación y Desarrollo. Bogotá- Sector Servicios.

Modelo 5: $Quant_{(10,30,50,80,90)}$					
$Quant_{\theta}(\hat{r}_5 x_3) = \alpha + \beta'_{\theta}x_3$					
\hat{r}_5 : Proyectos de Investigación y Desarrollo					
x_3 : Nivel de educación alto.					
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q= 0.1	x3	0.000000	71.65808	0.000000	1.0000
Q= 0.3	x3	117.7971	95.46992	1.233866	0.2376
Q= 0.5	x3	162.1810	144.6379	1.121290	0.2810
Q= 0.8	x3*	494.3875	212.0853	2.331079	0.0352
Q= 0.9	x3*	639.0931	278.4774	2.294955	0.0377

Cálculos propios, a partir del programa econométrico Eviews 6.

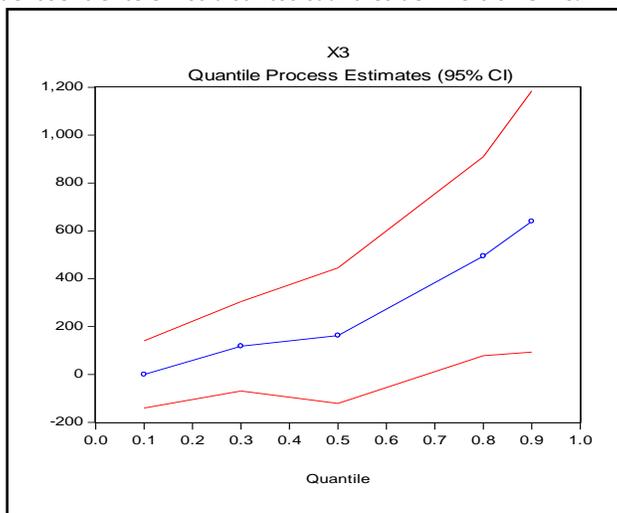
*Estadísticamente Significativa al 5% de significancia.

De acuerdo a la tabla 9, el modelo de determinantes de la innovación vía proyectos de I&D arroja resultados muy importantes y concluyentes. Primero, la única variable significativa es el nivel de educación alto. Segundo, éste sólo es significativo para los cuantiles

superiores (ver gráfica 18). Esto muestra que, para que se lleven a cabo proyectos de I&D se requiere de una niveles de educación en la mano de obra que sostenga un alto contenido científico. Para ello, como se presento en los hechos estilizados, las empresas grandes son las de mejor posicionamiento en este escenario, dado que el 6% de sus trabajadores tienen nivel de cualificación alto, en contraste con el 1% de las PYMES.

De hecho, se destaca que el 74,38% del personal ocupado de empresas grandes como las universidades poseen educación superior o postgrado, siendo estás subsector que mayor proporción de PhD tiene en su personal. A su vez, en el subsector de los bancos comerciales, también de empresas grandes, la participación del nivel de posgrados llega a 43,0%. De otro lado el subsector de Investigación y desarrollo, que invierte un 60% innovaciones adheridas a proyectos de I&D, concentra un 27,47% su ocupados en un nivel de posgrados⁵¹.

GRAFICA 18: Impacto del coeficiente en los distintos cuantiles de inversión en I&D. Bogotá- Sector Servicios.



Elaboración propia.

⁵¹ Se sugiere ver el anexo 5.

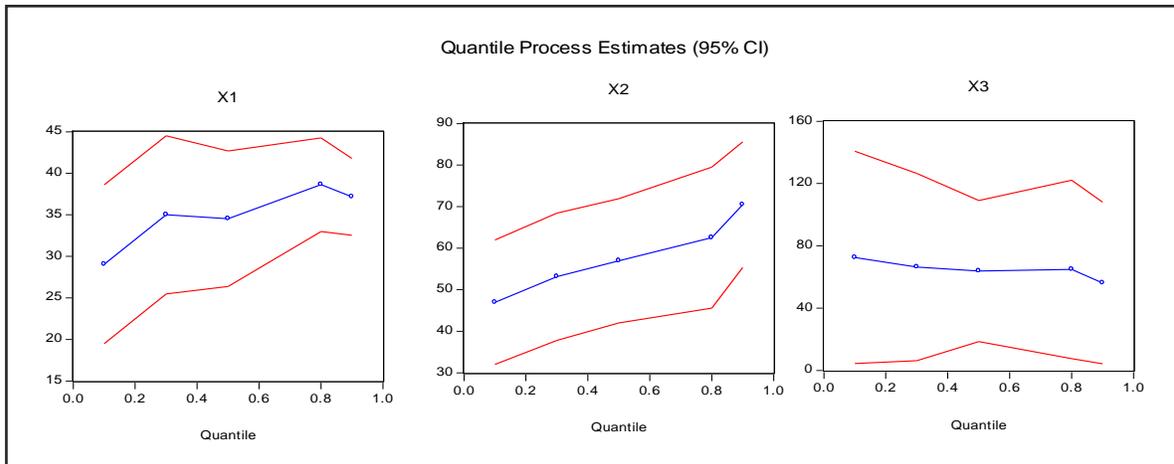
TABLA 10: Determinantes de la Inversión en Innovación en Capacitación Tecnológica. Bogotá- Sector Servicios.

Modelo 6: $Quant_{(10,30,50,80,90)}$					
$Quant_{\theta}(\hat{r}_6 x_i) = \alpha + \beta'_{\theta}x_1 + \beta'_{\theta}x_2 + \beta'_{\theta}x_3$					
\hat{r}_6 : Inversión en capacitación tecnológica					
x_1 : Nivel de educación Bajo (Primaria y secundaria)					
x_2 : Nivel de educación medio (Profesional y tecnológico)					
x_3 : Nivel de educación alto. (Posgrados)					
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q= 0.1	X1*	29.05627	4.877197	5.957576	0.0001
	X2*	46.97699	7.657488	6.134778	0.0001
	X3**	72.55889	34.78271	2.086062	0.0590
Q= 0.3	X1*	34.99354	4.851657	7.212698	0.0000
	X2*	53.12454	7.815402	6.797417	0.0000
	X3	66.29429	30.67724	2.161025	0.0516
Q= 0.5	X1*	34.52718	4.166119	8.287612	0.0000
	X2*	56.95076	7.637997	7.456242	0.0000
	X3*	63.85197	23.10955	2.763011	0.0172
Q= 0.8	X1**	38.62211	2.879817	13.41131	0.0000
	X2*	62.54786	8.669455	7.214740	0.0000
	X3*	64.83171	29.24439	2.216894	0.0467
Q= 0.9	X1*	37.16133	2.357370	15.76389	0.0000
	X2*	70.45200	7.711743	9.135678	0.0000
	X3**	56.18322	26.47946	2.121766	0.0554

Elaboración Propia, a partir del programa econométrico Eviews 6.

*Estadísticamente Significativa al 5% de significancia **Estadísticamente Significativa 10% significancia

GRAFICA 19: Impacto de los coeficientes sobre los cuantiles de inversión en capacitación tecnológica. Bogotá- sector servicios.



Elaboración propia.

Para los procesos de inversión en capacitación y desarrollo tecnológico (Tabla 10), las variables estadísticamente significativas corresponden a los tres niveles promedio de educación. Sin embargo, para el nivel bajo y medio, el impacto es mayor a medida que se

incrementa el tamaño de empresa. Este tipo de inversiones agregan cualificación a los empleados de la empresa, por ello su importancia relativa sobre los niveles bajo y medio (Gráfica 6).

Para el modelo Panel (Tabla 10), los resultados resumen lo expuesto hasta aquí. Primero, el nivel de educación medio y las empresas de propiedad extranjera son las variables que impactan de manera significativa a total de inversión del sector servicios en Bogotá. Segundo, el impacto de la cualificación promedio de los trabajadores sobre el nivel de inversión es mayor para las empresas grandes. Tercero, este impacto tiene una relación creciente con el tamaño de las empresas (Gráfica 20). Con esto se comprueba la hipótesis de que una mejor cualificación de los trabajadores impacta de manera elástica la innovación, sin embargo este impacto es directamente proporcional al tamaño de las empresas. De forma seguida, como se comprobó en los hechos estilizados, las empresas de capital extranjero invierten un monto mayor que las empresas de capital nacional, lo cual muestra que el coeficiente asociado a las primeras sea estadísticamente significativo.

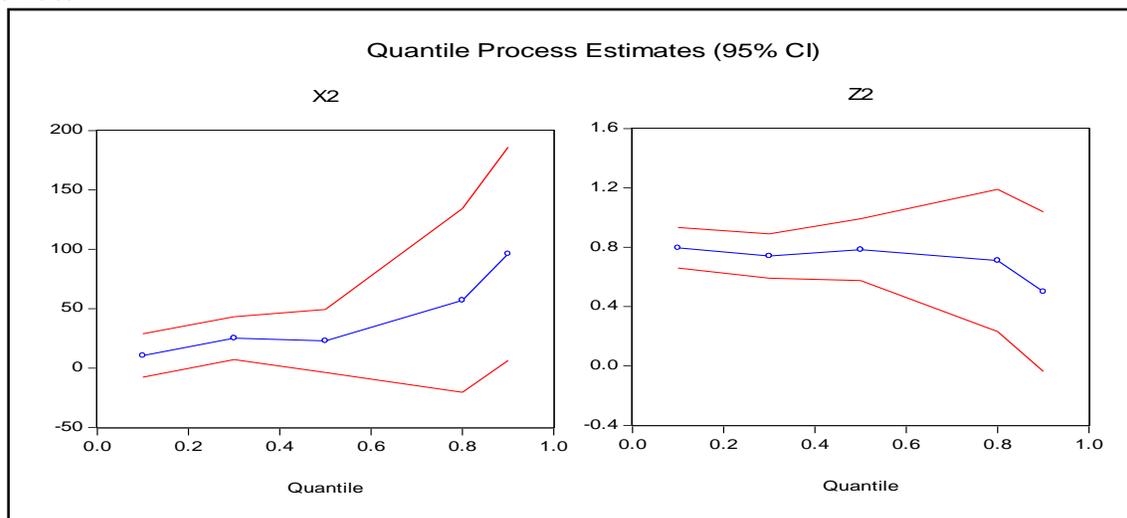
TABLA 11: Determinantes de la Inversión en Innovación Modelo Agregado. Bogotá- Sector Servicios.

Modelo Agregado: $Quant_{(10,30,50,80,90)} \sum_{j=1}^6 (\hat{r}_j x_i, z_i) = \alpha + \beta'_{\theta} x_2 + \gamma' z_2$					
\hat{r}_p : Inversión por empresa en Bogotá					
x_2 : Nivel de educación medio (profesional y tecnólogos)					
z_2 : Empresas de propiedad extranjera					
		Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Q= 0.1	X2	10.57978	9.331996	1.133710	0.2774
	Z2*	0.796503	0.069881	11.39799	0.0000
Q= 0.3	X2*	25.18612	9.232391	2.728017	0.0172
	Z2*	0.741064	0.076366	9.704148	0.0000
Q= 0.5	X2	22.84428	13.51444	1.690360	0.1148
	Z2*	0.783756	0.106011	7.393149	0.0000
Q= 0.8	X2	56.94736	39.45276	1.443431	0.1726
	Z2*	0.710535	0.244755	2.903048	0.0123
Q= 0.9	X2*	96.18510	45.84362	2.098113	0.0560
	Z2*	0.500683	0.274157	1.826266	0.0909

Cálculos propios, a partir del programa econométrico Eviews 6.

*Estadísticamente Significativa al 5% de significancia **Estadísticamente Significativa 10% significancia

GRAFICA 20: Impactos de los coeficientes sobre los cuantiles de inversión en innovación (agregada). Bogotá- Sector servicios.



Elaboración Propia.

3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Desde el punto de vista teórico abordado en este trabajo, se corrobora que, el proceso de innovación imbrica una serie de relaciones e iteraciones entre los agentes partícipes del mismo, a su vez, el ambiente cultural cuya expresión fiel se corrobora en el capital conocimiento de las empresas. Es decir, el grado de cualificación de los agentes que participan en el proceso de innovación es uno de los determinantes más importantes del proceso de inversión en innovación. De otro lado, al analizar esta variable al interior de las firmas, se concluye que el sector servicios tiene una buena distribución de educación de nivel medio, sin embargo, las PYMES del sector cuentan en su gran mayoría con un nivel bajo de educación en su planta laboral, lo cual podría evidenciar su bajo nivel de inversión en innovación con respecto a los cuantiles más altos, correspondientes a las grandes empresas.

Con base en las estimaciones econométricas abordadas, se permite corroborar que el escenario de innovación en Bogotá se destaca por los bajos niveles de inversión en proyectos de I&D, y la importancia de la maquinaria y equipo como principal fuente de innovación de las empresas del sector servicios. Sin embargo, los impactos de las variables capital conocimiento (Educación) y el tipo de capital o propiedad de la empresa tienen impactos esperados sobre las decisiones de inversión, aunque, su significancia estadística varía de acuerdo al tamaño de la empresa y el tipo de inversión en innovación.

Por lo tanto, al explorar la variable tamaño de empresa, se puede suponer que la oportunidad tecnológica en el sector servicios está correlacionada con el tamaño de la unidad productiva, toda vez que a mayor tamaño mayor es la complejidad de los procesos

productivos existentes y mayores son las alternativas de desarrollo. También en estos casos el grado de diversificación productiva puede ser importante.

En cuanto a los distintos efectos y estimaciones arrojadas por los modelos, se concluye que:

1. La presencia de modelos de acumulación de conocimiento en las empresas del sector servicios en Bogotá, por ejemplo, para las pequeñas empresas, que crean conocimiento básicamente a partir de la adaptación a sus condiciones de las inversiones en maquinaria. En este cuantíl las variables relacionadas con el capital conocimiento aunque presenta signos esperados, no son estadísticamente significativos.
2. Sin embargo, el capital conocimiento, tiene un impacto positivo sobre los diversos cuantiles, aunque el nivel de cualificación es mucho mayor para los cuantiles superiores, es decir, para las empresas grandes. Esto indica que todo el rango de empresas (PYMES y Grandes) incrementan su nivel de inversión en innovación a medida que tiene mejores niveles de cualificación de mano de obra.
3. Las empresas de capital nacional tienen un impacto positivo sobre la adquisición de maquinaria y equipo, la inversión en tecnologías de gestión y propiedad intelectual. Mientras que las empresas de propiedad extranjera, tienen impacto positivo sobre las innovaciones de mercado, y en los proyectos de I&D. A nivel de panel, el tipo de propiedad de las empresas no es estadísticamente significativo.
4. Se ha logrado corroborar que la inversión en proyectos de I&D responde significativamente a niveles altos de conocimiento por parte de los trabajadores, lo cual demuestra la importancia de la hipótesis neoschumpeteriana sobre el escenario de innovación. Esto señala porque el subsector de las universidades y de actividades de investigación y desarrollo poseen altos niveles de inversión en este tipo, a su vez, su planta trabajadora posee los mayores niveles de cualificación en relación a los demás subsectores del sector.

RECOMENDACIONES

El proceso de inversión en innovación no solo depende de la cualificación de los trabajadores o el capital conocimiento de las empresas, sino que además de este tipo de relaciones, las empresas están inmersas en un escenario de *spillovers* de conocimiento, dado que unas aprenden de otras. Por ello, el objetivo de analizar las implicaciones, que este tipo de fenómenos tienen desde el punto de vista de la competitividad sistémica. Para ello, se requiere de estimaciones que visualicen un proceso de distribución que cumple con la “ley de Pareto”, donde las firmas innovadoras controlan una fracción alta de la inversión en innovación.

En consecuencia, para próximos trabajos de investigación se sugiere desarrollar el sistema de inecuaciones planteadas en el capítulo dos, para tal caso, se recomienda el uso de la “ley de potencias” o desde los métodos propuestos por la econofísica donde se asumen distribuciones no normales. Este tipo de estimaciones son usadas para describir eventos en los cuáles una variable aleatoria alcanza valores altos con poca frecuencia, mientras que los valores bajos son mucho más comunes.

En cuanto a la corroboración para el caso del sector servicios, de la hipótesis de Schumpeter con respecto al tamaño de empresa. Éste fenómeno, llevaría a plantear la existencia de un escenario de innovación que tiene efectos diversos para las PYMES y Grandes empresas. Esto, tendría serias implicaciones para la política de innovación y reestructuración productiva de la ciudad, dado que, bajo este escenario, se requiere de políticas diferenciadas que dependan del tamaño de la empresa y del nivel de productividad de las mismas.

Ahora bien, el análisis de la variable capital conocimiento como escenario factible del ambiente innovador, sugiere que las PYMES incentiven la cualificación de la mano obra, en la medida, que esta les permite obtener mayores niveles de inversión en innovación. Sobre todo si se corrobora que un alto escenario de conocimiento científico incentiva la I&D de las empresas. Para ello, se requiere, como se presento en el capítulo 2 de una acción concertada del Estado, las instituciones y universidades para incentivar la producción de conocimiento de alto valor agregado, como vía para incrementar los niveles de innovación y productividad de las empresas (este tipo de funcionalidad puede ser presentado a partir de las relaciones principal y agente). Esto es concluyente a nivel de otros trabajos, por ejemplo Sanabria y Vélez (2009) encuentran que los problemas de las relaciones biunívocas entre el sistema educativo y la estructura productiva de la ciudad, visto desde el problema de la calidad de la educación, muestra que esta no responde a los requerimientos de conocimiento de la actual fase de globalización. Esto, en parte, es una talanquera que refleja los bajos niveles de innovación.

En consecuencia, sobre el ambiente de innovación se recomienda introducir en el modelo el efecto de las instituciones, así como los incentivos para los desarrollo de proyectos de I&D, las redes y *clusters* de innovación. Con ello se tendría un proceso de innovación mucho más amplio que permita visualizar no sólo el escenario al interior de la firma sino al exterior de la misma.

No obstante, también se recomienda abordar en una próxima investigación, los efectos sectoriales, las condiciones de financiamiento a nivel interno (*Cash Flows*, nivel de apalancamiento, utilidades e ingresos operacionales) y externo (Acceso a los canales de Crédito, e incluso el acceso a los mercados de capitales). De este modo se corroboraría con mejor robustez, la hipótesis del tamaño de empresa en relación al esfuerzo innovador.

Para ello, no es superfluo recordarlo, es importante que las mediciones sobre el desarrollo tecnológico del sector se realicen de manera continua. Este tipo de mediciones son de vital importancia, pues en gran medida la no disponibilidad de información, suele ser el principal obstáculo para la constatación empírica y cuantitativa de los fenómenos económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acemoglu, D, Simon, J. y Robinson, J. (2001). "The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical investigation," *American Economic Review*. 91(5): 1367-1401.

_____. (2004). "Institutions as the Fundamental Cause of Long-Run Growth," *NBER*. Working Paper 10481.

Afuah, A. M. (1999). *La dinámica de la Innovación organizacional*. University of Michigan Business School.

Aghion, P. y Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*. 60 (2). 323-351.

Aitken, B.J. y A.E. Harrison (1999). *Do Domestic Firms Benefits from direct Foreign Investment? Evidence from Venezuela*. *American Economic Review*. 89 (3). 605-618.

Arrow, K. (1959). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. The RAND Corporation.

Barro y Sala-I-Martin. (2003). *Economic growth* (2da ed.). Cambridge: The MIT Press.

Bowles, S. (2005). *Microeconomics: Behavior, Institutions, and Evolution*. Princeton University Press.

Bureau of Economic Analysis. (2000). Research and Development in Industry. National Science Foundation.

Cámara de Comercio Bogotá (2006) "Observatorio económico de Bogotá". CCB, No. 14.

Castell, M. (2001). *Galaxia Internet*. Barcelona: Plaza y Janes.

Chernozhukov, V. y Han Hong. (2002). "Three-Step Censored Quantile Regression and Extramarital Affairs" *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 97, No. 459 (Sep., 2002). pp. 872- 882

Chiang, A. (1992). *Elements of Dynamic Optimization*. Singapore: McGrawHill

Cohen, W., Levin, R. y Mowery, D. (1987). "Firm Size and R & D Intensity: A Re-Examination". *The Journal of Industrial Economics*. 35. (4): 543-565.

Cohen, W. (1995). "Empirical studies of innovative activity". *Handbook of economics of innovation and Technological change*. Blackwell. UK.

Comisión Europea (1995). *Libro verde de la innovación*. Paris.

Crepon, B., Duguet, E. y Mairesse, J. (1998). "Research, Innovation, and productivity: An Econometric Analysis at the firm level". Cambridge: *National Bureau of Economic Research*. Working Paper 6696.

Dasgupta, P. Y Stiglitz, J. (1980a), "Industrial structure and the nature of innovative activity". *Economic Journal*. (90): 266-293.

_____. (1980b), "Uncertainty, industrial structure and the speed of R&D". *Bell Journal of Economics*. 11, (1): 1-28.

Dechert, W. y C. Hommes (2000) "Complex nonlinear and computational Methods". *Journal of Economic Dynamic & Control*. 24. pp. 651-662

De Ferranti, D., Perry, G., Gill, I., Guasch, L., Schady, N., Maloney, W. y Páramo, C (2003). *Cerrando la Brecha en Educación y Tecnología*. Alfaomega. Banco Mundial.

Dosi, G. (1988a). The nature of the innovative process. En: G. Dosi, C. Freeman. R. Nelson, G. Silverberg y L. Soete (Eds.). *Technical change and economic theory*. London: Francis Pinter.

_____. (1988b). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*. 26. 1120-1171.

_____. (1997). Opportunities, incentives and the collective patterns of technological change. *Economic Journal*. 107. 1530-1547.

Departamento Nacional de Estadísticas Nacionales (DANE). 2005. *Innovación y Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera Colombia 2003 – 2004*. Segunda Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica –EDIT II-

_____. 2006. *Primera Encuesta De Desarrollo E Innovación Tecnológica En El Sector Servicios – EDITS I-*

Easterly, W. y Levine, R. (2003). "Tropics, Germs, and Crops: How Endowments Influence Economic Development," *Journal of Monetary Economics*. 50: 3-39.

Echavarría, J. (1990). "*Cambio Técnico, Inversión, y Reestructuración Industrial en Colombia*". Coyuntura Económica.

Engerman, S. y Sokoloff, K. (1997). "Factor Endowments, Institutions and Differential Paths of Growth among New World Economies: A View from Economic Historians of the United States." En: *Institutions, innovation and growth*. Tebaldi, E. y Elmslie, B. (2007).

Fitzenberger, B. (1997). *Computational Aspects of Censored Quantile Regression*. Lecture Notes-Monograph Series. Vol. 31. L_1 -Statistical Procedures and Related Topics. pp. 171-186

- Fernández, A. (1994) "Economía de la complejidad". Madrid: McGrawHill.
- Foster, R. (1986). *Innovation: The attacker's Advantage*. Nueva York: Summit Books. En: Afuah (1999). La dinámica de la Innovación organizacional. University of Michigan Bussiness School.
- Freeman, C. (1982). *The economics of Industrial Innovation*. Mit Press.
- Frenz, M. Leeto, G. (2007). "Does Multinationality Affect the Propensity to Innovate? An Analysis of the Third UK Community Innovation Survey". *International Review of Applied Economics*. 21. (1): 99–117.
- Fuchs, V. (1968). *The Service Economy*. Nueva York: Oficina Nacional de Investigaciones Económica (NBER). General Series. 87.
- Gallouj, F. (2002). "Innovation in services and the attendant old and new myths". *Journal of Socio-Economics* 31: 137-154.
- _____. y, O. Weinstein (1997). "Innovation in services". *Research Policy* 26: 537-556.
- Goddard, J.A. y Wilson, J.O.S. (1996). Persistence of Profits for UK Manufacturing and Service Sector Firms. *The Service Industrial Journal*. 16. (2): 13.
- Griliches, Z. (1957). "Híbrido Corn: An Exploration in the Economics of Technological change". En: Manski, C. (2006). *Social learning and the Adoption of innovations*. The Economy as an Evolving System III. Editado por Lawrence E. Blume y Steven N. Durlauf. Oxford University Press.
- _____. (1986). Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970s. *American Economic Review*. 76(1). 141-154.
- _____. (1992) "The Search for R&D Spillovers." *Scandinavian Journal of Economics*. Supplement. 29-47.
- _____. (1994) "Productivity, R&D, and the Data Constraint." *American Economic Review*. 84. 1-23.
- _____. (1998) "R&D and Productivity: The Unfinished Business," in Griliches, R&D and Productivity: The Econometric Evidence, Chicago: University of Chicago Press, 1998.
- _____. (2000) R&D, Education and Productivity. Cambridge, MA: Harvard University Press. 2000.

Grossman, G. y Helpman, E. (1991). Quality ladders in the theory of growth. *Review of Economic Studies*. 58. 43-61.

Gutierrez, J. (2007) *Innovation within a Regional Trade Preference Program: the role of networks and non R&D inputs*. LACEA-LAMES Annual Meeting. School of Public Policy, George Mason University.

Hall, R. (1988). The Relation Between Price and Marginal Cost in the U.S Industry. *Journal of Political Economy*. 96.

Harley L. Browning y Joachim Singlemann. (1975). *The Emergence of a Service Society: Demographic and Sociological Aspects of the Sectoral Transformation of the Labor Force in the U.S.A.* Springfield: National Technical Information Service.

Harrod, R. (1949). *Toward a Dynamic Economics*. MacMillan.

Henderson, R y Cockburn I. (1994), "Measuring competence: Exploring Firm-Effects in Pharmaceutical Research". *Strategic Management Journal*. 15 (Winter Special Issue). 63-84.

Hill, T.P. (1977). "On goods and services". *Review of Income and Wealth*. 315-338.

Himmelberg, C. y Petersen, B. " R & D and Internal Finance: A Panel Study of Small Firms in High-Tech Industries" . *The Review of Economics and Statistics*. 76. (1): 38-51

Hirschman, A. (1996). *Tendencias autosubversivas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Howe, J.D. y McFetridge, D.G. (1976). " The Determinants of R & D Expenditures". *The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Economique*. 9. (1): 57-71

Kaiser, U. (2002). "An Empirical Test of Models Explaining Research Expenditures and Research Cooperation: Evidence for the German Service Sector International". *Journal of Industrial Organization*. 20. (6): 28

Kamien, M. I. y Schwartz, N. L. (1995). "Market Structure and innovation: A survey" En:

Katouzian, M. (1970). "The development of the services sector: A new approach", *Oxford Economic Papers*. 22. 362-382.

Kim, L. y Nelson, R. (2000). Introduction. En: Kim, L y Nelson, R. (eds.), *Technology, learning and innovation. Experiences of newly industrializing economies* (pp. 1-9). Cambridge: Cambridge University Press.

Kinoshita, Y. (2000). "R&D and Technology Spillovers via FDI: Innovation and Absorptive capacity". *William Davidson Institute*. WP 349.

- Kline, S y Rosenberg, N. (1986). An overview of Innovation. En: Landau, R y Rosenberg, N. (eds.), *The positive sum strategy* (pp 275-306). Washington: National Academy Press.
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World development*. 20 (2). 165-186.
- Koenker, R y Basset, G (1978). "Regression quantiles". *Econometrica*. 46. (1): 33-50
- Koenker, R y Hallock, K (2001). "*Quantile regression*". *Journal Economic perspectives*. 15 (4): 143 – 156.
- Landau, R. (1990) "Capital investment, key to competitiveness and growth". *Brookings Review* (verano).
- Langebaek A. y Vásquez E. (2007). "*Determinantes de la actividad innovadora en la industria manufacturera colombiana*". Bogotá: *Borradores de Economía*. Banco de la República. 433.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialisation. *World Development* 20 (2), 165-186.
- Lichtenberg, F. R. y Seigal, D. (1991). "The Impact of R&D Investment on Productivity - New Evidence Using Linked R&D-LRD Data." *Economic Inquiry*. 29(2) pp. 203-29.
- Liebestain (1969). "Organizational or functional Equilibria Efficiency and the rate of innovation". *The Quartely Journal of Economics*. 83. (4).
- Lucas R. (1980.) *Studies in Business Cycle Theory*.
- Mahadevan, R. Sources of Output Growth in Singapore's Service Sector. *Empirical Economics*. 25. 3. Agosto 2000. 21 p.
- Malaver, F. (2002). Dinamica y transformaciones de la industria colombiana. *Cuadernos de Economía*. (36). 267-317.
- _____. y Vargas, M. (2004a). Los procesos de innovación en América Latina: Aportes para su caracterización. *Revista Latinoamericana de Administración*. Cladea. (33). 5-33.
- _____. (2004b). Hacia una caracterización de los procesos de innovación en la industria colombiana: los resultados de un estudio de casos. *Cuadernos de administración*. 17 (28). 9-51.
- _____. (2006). *Capacidades tecnológicas, innovación y competitividad en la industria de Bogotá y Cundinamarca: Resultados de una encuesta de innovación*. Bogotá: Cámara de comercio de Bogotá y Observatorio colombiano de ciencia y tecnología.

Mankiw, G. (2000). *Macroeconomía*. Barcelona: Anthony Bosch.

_____. Romer, D., y Weil, D. (1992). "A contribution to the empirics of economic growth". *The Quarterly Journal of Economics*. 107 (2): 407-437.

Manski, C. (2006). *Social learning and the Adoption of innovations*. The Economy as an Evolving System III. Editado por Lawrence E. Blume y Steven N. Durlauf. Oxford University Press.

Maya, J. y Ortiz J. (2003). "Análisis de la varianza de los beneficios empresariales en el sector servicios en Colombia: 1995-2000". Medellín: *Ecós de Economía*. 17. 93 – 108.

Mohnen, P. y Raa, T. (2000). "A General Equilibrium Analysis of the Evolution of Canadian Service Productivity". *Structural Change and Economic Dynamics*. 11. (4). 16.

Nelson, R. (1994). "The theory of the Firm (II)". The Elgar companion to institutional and evolutionary economics. Editado por Geoffrey M. Hodgson, Warren J. Samuels, y Marc R. Tool, Andershot E. Elgar.

_____. y Sampat, B. (2001). Las instituciones como factor que regula el desempeño económico. *Economía Institucional*. (5). 17-51.

_____. y Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Nijssen, E. J., B. Hillebrand, et al. (2006). "Exploring product and service innovation similarities and differences." *Intern. J. of Research in Marketing*. 23: 241-251.

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*

Pavitt, K, 1984, "Sectorial Patterns of technical change: Towards a taxonomy and a Theory". *Research Policy*, 13: 343-373.

_____. (1997). Los objetivos de la política tecnológica. En González, M., López, J. y Luján, J. (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad* (pp 191-204). Barcelona: Ariel.

Perry, G. (2007). *Latin American Challenges*. LACEA LAMES. Bogotá: Anual Meeting. Universidad de los Andes.

Porter, M. (1990). *The competitive Advantage of Nations*. Nueva York: Free press. 780.

Posner, M. (1961). "International trade and technical change". *Oxford Economic Papers*, 13. (3): 323-343

Prigogine, I. y Stengers, I. (1984). "Order Out of Chaos: Man's New Dialog with Nature". New York: Bantam Books.

Pulido, A. (2005). La innovación en el Siglo XXI. Madrid: Centro de Predicción Económica. Series de Innovación. Vol 1.

Raut, L. K. (1995) "R&D Spillover and Productivity Growth: Evidence from Indian Private Firms". *Journal of development Economics*. 48: 1-23.

Romer, P. (1986). "Increasing returns and long run growth". *Journal of Political Economy*, (1986). 94. (5). 1002-1037.

_____. (1990). Endogenous technical Change." *Journal of Political Economy*. 98. 71-102.

Rosemberg. N. (1976). "On Technical Expectations". *Economic Journal*. 86, (343).

Rowley, C. K. (1973). Políticas Antitrust y Eficiencia Económica. MacMillan Vicens-Vives.

Sala-i-Martin, X. (2002). "15 Years of New Growth Economics: What Have We Learnt?" *Central Bank of Chile*. Working Paper 172. (2). 22

Salter, A. y B. Tether (2006). Innovation in Services.

Sanabria, N. (2006). "Complejidad y Desarrollo". *Revista Empresa y Universidad* Bogotá: 10. Universidad del Rosario.

_____. (2007). "El desarrollo y la Calidad de Vida". *Revista Equidad y Desarrollo*. Bogotá: 7. Universidad de la Salle

_____. y Vélez, J. (2008). "Balances de la Competitividad" Bogotá: *Economía y Desarrollo*. 2. Universidad Autónoma de Colombia.

_____. y Vélez, J. (2009). "Calidad de la Educación desde una Perspectiva funcional". Bogotá: *Economía y Empresa*: Universidad del Rosario.

Schumpeter, J. A. (1911). The Theory of Economic Development. Oxford University Press, 1961.

_____. (1943). *La teoría del desarrollo económico*. México D.F: Fondo de Cultura Económica.

_____. (1947). *The Creative Response in Economic History*. Journal of Economic History. (7). 149-159.

_____. (1950). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nueva Jork: 3ar ed. Harper.

Scott, S. y Bruce, R. (1994). "Determinants of Innovative Behavior: A Path Model of Individual Innovation in the Workplace". *The Academy of Management Journal*. 37. (3). 580-607.

Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*. 70 (1). 65-94.

Sternberg, R. (2001). "The Firm or the Region: What Determines the Innovation Behavior of European Firms?". *Economic Geography*. 77, (4). 364-382

Stiglitz, J. y Charlton, A. (2007) "Comercio justo para todos". Madrid: Taurus.

Swan, T. (1956). Economic growth and capital accumulation, *Economic Record*, 32 (2), 334-361.

Tebaldi, E. y Elmslie, B. (2007). "Institutions, innovation and growth". *Economics Seminar Series at the University of New Hampshire*.

Teece, D. J. (1986). "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and Public Policy". En: Afuah, A. M. (1999). La dinámica de la Innovación organizacional. University of Michigan Business School.

Thom, R. (1975). Structural Stability and Morphogenesis: An Outline Of A General Theory Of Models. W. A. Benjamin, Reading. MA.

Thomas, L. G. (1993). "Implicit industrial policy: The triumph of Britain and the failure of France in global pharmaceuticals" Documento de Trabajo. School of Business. Emory University. En: Afuah, A. M. (1999). La dinámica de la Innovación organizacional. University of Michigan Business School.

Tirole, J. (1988). "The Theory of Industrial Organization". En: Afuah, A. M. (1999). La dinámica de la Innovación organizacional. University of Michigan Business School.

Tushman, M. y P. Anderson. (1986). "Technological discontinuities and organizational environments". *Administrative Science Quarterly* . 31: 439-65.

Van Pottelsberghe de la Potterie y Lichtenberg. (2001) *Does Foreign Direct Investment Transfer Technology Across Borders?* The Review of Economics and Statistics. MIT Press. 83 (3). 490-497.

Wad, A. Las políticas científicas y tecnológicas. En: J. J. Salomon, F. Sagasti y C. Sachs (Comps.) (1995). *Una búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo*. México: Universidad de las Naciones Unidas y Fondo de Cultura Económica. 392-420).

Zudi Lu, Y. y Stander, J. (2003). "Quantile Regression: Applications and Current Research Areas". *The Statistician*. Vol. 52. No. 3. pp. 331-350.

ANEXO 1: ESPECIFICACION MATEMÁTICA DE LA REGRESION CUANTILICA

Un compresivo tratamiento sobre los modelos de regresión lineal y no lineal. La regresión cuantílica ofrece la oportunidad de una completa visión de la estadística y relación entre variables estocásticas. Justamente como la minimización de la suma de cuadrados nos permite estimar una variedad de modelos para funciones de media condicional, minimizar una simple versión asimétrica de los errores absolutos se puede estimar por funciones condicionales de cuantiles.

En el Modelo Clásico de Regresión Lineal (MCRL) generalmente la distribución que se asume es la normal. Sin embargo este supuesto puede ser violado, dado que la distribución puede ser asimétrica.

En el MCRL el objetivo es minimizar la suma de residuales al cuadrado y utilizar la media como estimador. La Regresión Cuantílica busca minimizar la suma de errores absolutos ponderados por pesos asimétricos y utiliza los cuantiles como estimadores.

La especificación propuesta por Koenker y Basset (1978), es la siguiente:

Dado un $\tau \in (0,1)$ y una variable aleatoria Y (Continua o Discreta) el τ –ésimo cuantil se define como:

$$Q(\tau) = \inf\{y: F(y) \geq \tau\}$$

Donde F es la función de distribución de Y .

Si se tiene una muestra con observaciones independientes $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$, es posible encontrar una estimación de la función de distribución por medio de la distribución empírica de la muestra definida como el cociente entre el número de observaciones inferiores o iguales al valor de interés y el número de las observaciones:

$$\hat{F}(y) = \frac{Num(Y_i \leq y)}{n}$$

Del mismo modo, es posible definir una estimación de los cuantiles por medio de la distribución empírica:

$$\hat{Q}(\tau) = \inf\{y: \hat{F}(y) \geq \tau\}$$

Esta expresión es equivalente a

$$\hat{Q}(\tau) = \operatorname{argmin}_{\varepsilon_\tau \in \mathbb{R}} \left\{ \sum_{y_i \geq \varepsilon_\tau} \tau |y_i - \varepsilon_\tau| + \sum_{y_i < \varepsilon_\tau} (1 - \tau) |y_i - \varepsilon_\tau| \right\}$$

Otra forma de encontrar $\hat{Q}(\tau)$ es activando una función de chequeo que se define como:

$$\rho_\tau(r) = r(\tau - I(r < 0)), \quad 0 < \tau < 1$$

Donde: $I(r) = \begin{cases} 1 & \text{si } r < 0; \\ 0 & \text{si } r \geq 0. \end{cases}$

De este modo el problema (3) correspondiente al cálculo del τ –ésimo cuantil queda reformulado así:

$$\hat{Q}(\tau) = \underset{\varepsilon_\tau \in \mathbb{R}}{\operatorname{argmin}} \sum_i \rho_\tau(y_i - \varepsilon_\tau)$$

Dados m vectores $x^1, x^2, \dots, x^m \in \mathbb{R}^n$, que representan las variables determinantes y m valores reales y_1, y_2, \dots, y_m , que representan la variable determinada. El problema general de regresión es encontrar un vector $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_{n-1}, \beta_n)' \in \mathbb{R}^n$.

Si se asume que $y_i - \beta'x^i = u_i$, $i = 1, 2, \dots, n$ y que el valor esperado condicional de u_i con respecto a las observaciones es cero:

$$[E(u_i|x^i) = 0]$$

Entonces la media condicional de y_i con respecto a x^i es:

$$E(y_i|x^i) = \beta'x^i$$

La solución al problema de optimización está dada por:

$$\beta = (X'X)^{-1}X'y$$

Donde $X = [x^1 \ x^2 \ \dots \ x^m]'$ y $y = [y_1, y_2, \dots, y_m]$.

Suponiendo que $y_i = \beta_\tau'x^i + u_{i,\tau}$ y además que el valor esperado condicional no necesariamente sea cero, pero el τ –ésimo cuantil de la perturbación con respecto a las variables determinantes es cero $Q_{\tau(u_{i,\tau}|x^i)}=0$ entonces τ –ésimo cuantil de y_i con respecto a las variables determinantes se escribe como:

$$Q_{\tau(y_i|x^i)} = \beta_\tau'x^i$$

La estimación del vector β_τ se encuentra por medio de:

$$\widehat{\beta}_\tau = \underset{\beta_\tau \in \mathbb{R}}{\operatorname{argmin}} \left\{ \sum_{\beta_\tau'x^i} \tau|y_i - \beta_\tau'x^i| + \sum_{y_i < \beta_\tau'x^i} (1 - \tau)|y_i - \beta_\tau'x^i| \right\}$$

Bajo un problema de optimización, es equivalente a:

$$\widehat{\beta}_\tau = \underset{\beta_\tau \in \mathbb{R}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^m \rho_\tau(y_i - \beta_\tau'x^i)$$

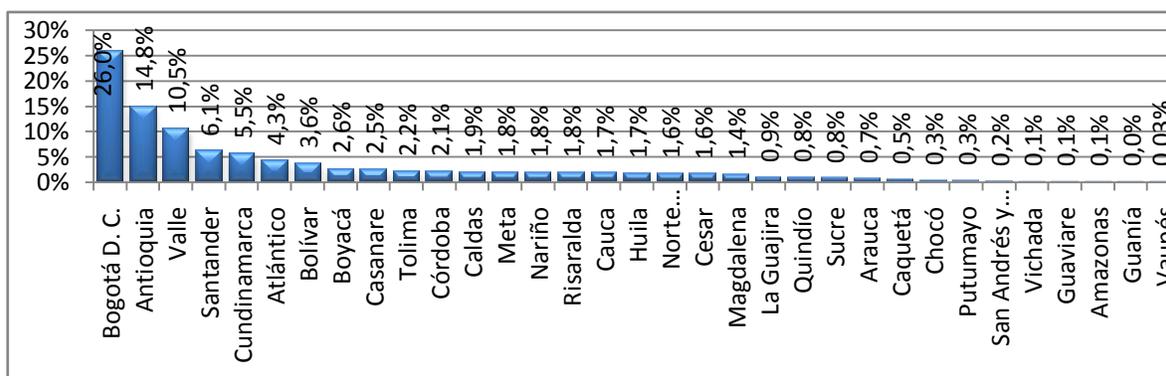
Donde ρ_τ es la función de chequeo y τ es un valor entre $(0,1)$.

Entre las aplicaciones de este tipo de metodologías, Zudi Lu y Stander (2003) muestran las aplicaciones de este tipo de metodologías en el área de la salud, el análisis económico de variables laborales y financiero en el análisis de series de tiempo y metodologías VAR. A su vez, se evidencian aplicaciones para el modelamiento de problemas de economía ambiental entre otros.

En cuanto a los aspectos computacionales los trabajos de Fitzenberger (1997) y Chernozhukov y Han Hong (2002), dan luces sobre los procesos de simulación y la discusión de la utilización de los algoritmos con muestras censuradas.

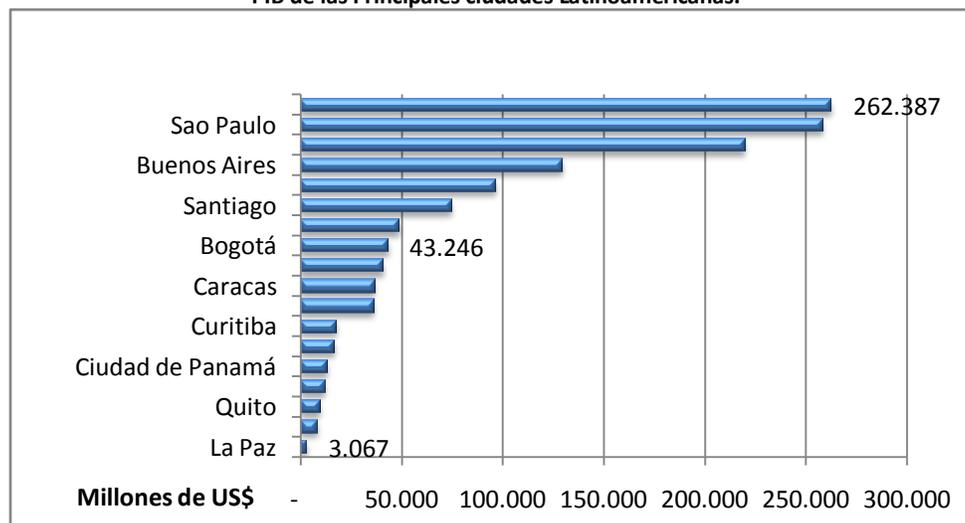
ANEXO 2: ECONOMIA DE BOGOTA: PRODUCTO INTERNO BRUTO

Participación departamental en el PIB de Colombia 2007 (a precios constantes de 2000)



Elaboración Propia. Fuente: Dane 2008, cuentas económicas regionales

PIB de las Principales ciudades Latinoamericanas.



Fuente: América Economía 2008

ANEXO 3: TOPOLOGÍA SERVICIOS. EDIT DANE- (2006)

Subsector	Descripción
Construcción	Empresas dedicadas al diseño e implementación de edificaciones, construcción de obras civiles y su acondicionamiento
Comercio al por mayor	Empresas dedicadas a la compra-venta de mercancías a minoristas, usuarios industriales, comerciales, institucionales o profesionales; o a otros mayoristas
Comercio al por menor	Empresas dedicadas a la reventa al público en general de productos nuevos para su consumo y uso personal o domestico.
Hoteles y Restaurantes	Empresas dedicadas al suministro de alojamiento u hospedaje no permanente al público en general y empresas dedicadas a la preparación y expendio de comidas para el consumo inmediato.
Transporte colectivo regular de pasajeros por vía terrestre y transporte de carga por carretera	Empresas de transporte de pasajeros por vía terrestre que tienen rutas fijas y horarios preestablecidos y aquellas empresas de todo tipo de transporte regular y no regular de carga por carretera
Transporte regular por vía aérea	Empresas de pasajeros y carga por vía aérea.
Agencias de viajes	Empresas que brindan información, asesoramiento y planificación en materia de viajes, se dedican a la organización de viajes, alojamiento y transporte para viajeros y turistas y al suministro de tiquetes de viaje.
Telecomunicaciones (servicios telefónicos, transmisión de radio, televisión y transmisión por cable)	Empresas de servicios de telefonía fija, móvil e internet; servicios de red necesarios para la transmisión de programas de radio y televisión; servicios de transmisión por cable de programas de radio y televisión.
Bancos comerciales (Incluye Banco de la República)	Empresas de servicios de depósito de operaciones de compensación entre instituciones financieras, captación de recursos bajo la forma de depósitos a la vista o a término para su posterior colocación en forma de crédito.
Aseguradoras	Empresas dedicadas a los seguros generales, seguros de vida y planes de reaseguramiento.
Informática y actividades conexas	Empresas dedicadas a servicios de consultoría en equipo de informática, en el diseño de programas de informática, procesamiento de datos y actividades relacionadas con bases de datos.
Investigación y Desarrollo	Instituciones dedicadas a la investigación básica, experimental y teórica encaminada a adquirir nuevos conocimientos
Universidades	Instituciones de educación superior conducente a la obtención de un título universitario
Hospitales de tercer nivel	Centros de atención hospitalaria con personal de salud en el nivel de médico especialista y en el que se realizan procedimientos de alta complejidad médico quirúrgica.
Servicios Públicos Domiciliarios	Empresas dedicadas al suministro único o combinado de electricidad, gas natural, agua, alcantarillado, eliminación de desperdicios y aguas residuales.

Subsectores	No. Empresas Nacionales ⁵²	No. Empresas Bogotá
Comercio al por menor	535	198
Hoteles y restaurantes	497	184
Transporte	644	238
Empresas de construcción	211	78
Comercio al por mayor	1.369	507
Agencias de viajes	81	30
Informática y actividades conexas	141	52
Investigación y Desarrollo	52	19
Transporte regular por vía aérea	53	20
Telecomunicaciones	81	30
Bancos comerciales	37	14
Aseguradoras	34	13
Universidades	163	60
Hospitales de tercer nivel	197	73
Servicios públicos	298	110

ANEXO 4: ESTADÍSTICAS BÁSICAS ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN EN BOGOTÁ 2005-2006

Tipo de Inversión	2004				2.005				
	No. Empresas	Monto inversión	Media	Par %	No. Empresas	Monto inversión	Media	Par %	Var %
Tecnologías Incorporadas al Capital	812	537.122.750	35.808.183	51%	959	667.004.507	44.466.967	47%	24%
Tecnologías de Gestión	497	172.799.006	11.519.934	17%	574	265.448.463	17.696.564	19%	54%
Actividades Asociadas a innovación de Mercado	260	75.101.281	5.006.752	7%	319	112.144.177	7.476.278	8%	49%
Propiedad Intelectual y tecnología Transversal	717	175.326.034	11.688.402	17%	837	238.519.752	15.901.317	17%	36%
Proyectos de I&D	47	44.527.456	2.968.497	4%	55	53.354.722	3.556.981	4%	20%
Formación y capacitación	626	41.541.710	2.769.447	4%	736	78.822.477	5.254.832	6%	90%
Total	-	1.046.418.238	69.761.216	100%	-	1.415.294.098	94.352.940	100%	35%

Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).

⁵² El número de empresas para los dos años de la encuesta se mantiene fijo, lo cuál lleva a un sesgo de los datos dado que no se dispone de información de si existen empresas que decidieron dejar los negocios en un año, por lo que en el otro realizaron operaciones.

**PORCENTAJE DE INVERSIÓN EN ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN POR
SUBSECTOR. BOGOTÁ 2005-2006**

	Tecnologías Incorporadas al capital	Tec. de gestión	Innovación de mercado	Propiedad intelectual	Proyectos de I&D	Formación y capacitación	Σ
Construcción	65%	19%	1%	12%	0,01%	2%	100%
Comercio al por mayor	55%	13%	12%	16%	0,02%	4%	100%
Comercio al por menor	39%	42%	7%	9%	0,01%	2%	100%
Hoteles y restaurantes	55%	14%	16%	12%	0,00%	3%	100%
Transporte regular	69%	7%	15%	7%	0,13%	1%	100%
Transporte regular por vía aérea	61%	3%	0%	22%	0,00%	14%	100%
Agencias de viajes	32%	10%	9%	48%	0,00%	2%	100%
Telecomunicacione s	49%	4%	15%	5%	2,38%	24%	100%
Bancos comerciales	35%	8%	5%	45%	0,00%	7%	100%
Aseguradoras	50%	21%	2%	20%	0,00%	7%	100%
Informática y actividades conexas	41%	17%	7%	31%	0,96%	4%	100%
I&D	7%	14%	4%	5%	68,85%	2%	100%
Universidades	36%	21%	5%	19%	11,77%	8%	100%
Hospitales de tercer nivel	48%	36%	6%	4%	3,94%	2%	100%
Servicios públicos	58%	24%	5%	11%	0,20%	2%	100%

Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-
DANE (2006).

**ANEXO 5: TIPO DE EDUCACIÓN EN LOS OCUPADOS POR SUBSECTORES.
BOGOTÁ- 2005**

	Phd	Maestria	Especialización	Profesional	Tecnólogo	Técnico profesional	Técnico	Trabajador cualificado	Educación secundaria	Educación Primaria	Otro	Σ
Comercio al por menor	0,01%	0,04%	0,90%	11,33%	6,68%	2,89%	5,70%	5,81%	60,49%	4,16%	1,99%	100
Hoteles y restaurantes	0,01%	0,02%	0,43%	8,21%	5,23%	2,89%	6,99%	12,11%	50,05%	11,23%	2,82%	100
Transporte terrestre	0,03%	0,06%	0,87%	7,07%	4,16%	1,21%	4,80%	12,80%	54,87%	12,55%	1,58%	100
Empresas de construcción	0,05%	0,33%	1,76%	15,07%	3,33%	1,59%	5,48%	19,41%	22,21%	24,96%	5,81%	100
Comercio al por mayor	0,07%	0,19%	2,18%	21,14%	7,24%	4,18%	10,04%	7,95%	40,81%	5,01%	1,19%	100
Agencias de viajes	0,01%	0,04%	1,29%	16,60%	18,28%	3,69%	38,29%	4,63%	14,73%	0,74%	1,70%	100
Informática	0,10%	0,89%	5,74%	42,48%	11,20%	2,98%	13,91%	5,92%	15,26%	0,76%	0,77%	100
Investigación y Desarrollo	2,62%	10,45%	14,40%	26,31%	2,72%	5,37%	13,01%	5,28%	13,37%	6,47%	0,00%	100
Transporte vía aérea	0,00%	0,02%	1,31%	25,36%	4,28%	7,74%	31,65%	7,19%	21,37%	0,61%	0,45%	100
Telecomunicaciones	0,02%	0,57%	8,50%	28,72%	14,47%	6,68%	8,75%	4,49%	26,17%	0,37%	1,27%	100
Bancos comerciales	0,11%	1,13%	6,34%	35,39%	6,81%	8,01%	5,65%	4,13%	21,41%	0,25%	10,78%	100
Aseguradoras	0,01%	0,83%	7,07%	37,06%	8,39%	6,20%	9,70%	1,60%	18,42%	0,57%	10,16%	100
Universidades	3,05%	15,49%	24,47%	31,37%	2,90%	2,05%	2,74%	3,33%	8,36%	1,67%	4,56%	100
Hospitales de tercer nivel	0,50%	0,38%	9,61%	27,16%	7,50%	7,02%	19,56%	4,99%	13,84%	2,13%	7,31%	100
Servicios públicos	0,06%	1,08%	4,88%	20,25%	5,88%	2,94%	8,17%	9,25%	27,15%	17,15%	3,17%	100

Elaboración Propia. Fuente: Primera Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en el Sector Servicios –EDITS I-DANE (2006).