



Facultad de Economía y Empresa
Departamento de Matemática Económica, Financiera y Actuarial

Búsqueda de los factores que influyen en las decisiones de los
inversionistas del mercado de valores sobre empresas que reportan
un gasto en I+D

Tesis doctoral presentada por **Ángel Samaniego Alcántar** para optar al título de Doctor
por la Universidad de Barcelona

Director: **Dr. Samuel Mongrut Montalván**

Tutor: **Dr. Dídac Ramírez Sarrió**

Programa de Doctorado: Estudios Empresariales

Especialidad: Métodos Matemáticos para las Finanzas

Bienio: 2006-2008

Barcelona, julio de 2010

A Job, Ángel, Aarón y Bebé

CONTENIDO

PRÓLOGO.....	9
RESUMEN.....	13
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 Contexto.....	18
1.2 Preguntas de investigación.....	19
1.3 Relaciones entre los capítulos (trabajos de investigación)	23
CAPÍTULO 2 LA INNOVACIÓN: UN FACTOR DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO..	27
2.1 Crecimiento de la productividad a través de la innovación.....	28
2.2 Relaciones entre competencia, innovación y crecimiento	31
2.3 El concepto de innovación.....	35
2.4 Desempeño de la innovación	38
2.5 Impacto socio-económico en las inversiones públicas en I+D.....	61
2.6 Análisis microeconómico del desempeño de la innovación	65
2.7 Valoración económica de proyectos en I+D dentro de la empresa.....	73
2.7.1 Valoración de la incertidumbre	74

CONTENIDO

2.7.2 Tendencia de la tasa de descuento en proyectos de inversión	78
2.8 Conclusiones	82
CAPÍTULO 3 RELACIONES ENTRE DESEMPEÑO Y VALOR DE MERCADO	85
3.1 Introducción	86
3.2 Datos utilizados	90
3.3 Metodología de investigación	92
3.3.1 El criterio de decisión de Hurwicz y el sentir del inversionista	92
3.3.2 Reducción de la dimensión de las variables del modelo	93
3.3.3 Intervalo de incertidumbre de cada variable	97
3.3.4 Distancia de Hamming como criterio de valor de la razón financiera	98
3.3.5 Estudio de eventos y la valoración de los mercados financieros	99
3.3.6 Relaciones de valoración entre el mercado y razones financieras	102
3.3.7 Búsqueda del coeficiente de pesimismo relativo	102
3.4 Resultados empíricos del coeficiente de pesimismo relativo	104
3.5 Conclusiones y futuras líneas de investigación	107
CAPÍTULO 4 COMPORTAMIENTO DEL INVERSIONISTA A DIFERENTES NIVELES DE INVERSIÓN EN I+D	111
4.1 Introducción	112
4.2 Estudio de la literatura	113
4.2.1 Temas relacionados con la inversión en I+D	113
4.2.2 Temas relacionados con el comportamiento del inversionista ante eventos	116

4.3	Datos utilizados.....	121
4.3.1	La medición del I+D en la literatura.....	121
4.3.2	Propuesta de medición del I+D	124
4.4	Metodología de investigación.....	128
4.4.1	Modelo de Carhart.....	128
4.5	Resultados empíricos	131
4.6	Conclusiones.....	136

CAPÍTULO 5 RELACIONES ENTRE LA CREACIÓN DE VALOR Y LA INVERSIÓN EN

I+D: APROXIMACIÓN MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES 139

5.1	Introducción.....	140
5.2	Estudio de la literatura	141
5.3	Antecedentes de las Redes Neuronales Artificiales (RNA).....	149
5.4	Datos utilizados.....	151
5.5	Metodología de investigación.....	155
5.5.1	Introducción a las Redes Neuronales Artificiales (RNA)	155
5.5.2	Arquitectura de la RNA.....	156
5.5.3	Selección de la mejor arquitectura	158
5.6	Resultados empíricos	160
5.7	Conclusiones.....	164

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES FINALES 167

6.1	Conclusiones finales	167
-----	----------------------------	-----

CONTENIDO

6.2 Futuras líneas de investigación	172
---	-----

REFERENCIAS.....	175
------------------	-----

ÍNDICE.....	187
-------------	-----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1. RELACIONES ENTRE PREGUNTAS, HIPÓTESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN.....	21
FIGURA 1.2. RELACIONES ENTRE CAPÍTULOS.	25
FIGURA 2.1 FUENTES DE LAS DIFERENCIAS DE LOS INGRESOS REALES VS ESTADOS UNIDOS EN 2006.	39
FIGURA 2.2 TENDENCIAS DEL I+D, 1996-2006.....	41
FIGURA 2.3 GASTO DE LA EMPRESA EN I+D POR PAÍS: 1996, 2001 Y 2006.	42
FIGURA 2.4 GASTO DE LA EMPRESA EN I+D Y EL PORCENTAJE DE EMPRESAS CON MÁS DE 500 EMPLEADOS.....	44
FIGURA 2.5 GASTO DE LA EMPRESA EN I+D, EN RELACIONADOS CON EL SERVICIO Y MANUFACTURA: 1995 Y 2004.	45
FIGURA 2.6 FINANCIAMIENTO EN I+D POR EL GOBIERNO: 1996, 2001 Y 2006.	47
FIGURA 2.7 FINANCIAMIENTO DIRECTO E INDIRECTO DEL GOBIERNO EN I+D PARA EMPRESAS, 2005 (O EL ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE).....	48
FIGURA 2.8 GASTO EN I+D POR EMPRESAS EXTRANJERAS.	51
FIGURA 2.9 PATENTES DE ENERGÍA RENOVABLE, POR FUENTE DE ENERGÍA: 1990-2005.	52
FIGURA 2.10 EMPRESAS CON COLABORACIÓN EXTRANJERA EN LA GENERACIÓN DE INNOVACIÓN: 2002-2004 (O EL ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE).	53
FIGURA 2.11 INVERSIONES EN CAPITAL DE RIESGO, 2006.....	54
FIGURA 2.12 CRECIMIENTO ANUAL DE LAS PATENTES: 1997-2004.....	55
FIGURA 2.13 PATENTES CON CO-INVENTORES EXTRANJEROS: 2002-2004 Y 1992-1994.....	57
FIGURA 2.14 PERSONAL EN I+D, 2006.	59
FIGURA 2.15 CRECIMIENTO DEL PERSONAL EN I+D: 1996-2006.	60
FIGURA 2.16 PRESUPUESTO PÚBLICO EN I+D POR OBJETIVOS SOCIO-ECONÓMICOS: 1995 Y 2006.	64
FIGURA 2.17 PORCENTAJE DEL VOLUMEN DE VENTAS CON INNOVACIONES DE PRODUCTO: 2002-2004.	66
FIGURA 2.18 ESTATUS DE LA INNOVACIÓN: 2002-2004.	67
FIGURA 2.19 EMPRESAS QUE COLABORAN EN LA INNOVACIÓN: 2002-2004.....	69
FIGURA 2.20 EMPRESAS QUE COLABORAN EN LA INNOVACIÓN: 2002-2004.....	70
FIGURA 2.21 EMPRESAS CON UNA INNOVACIÓN EN PRODUCTO O EN SUS PROCESOS: 2002-2004.....	72
FIGURA 2.22 TIPOS DE INCERTIDUMBRE	76
FIGURA 2.23 RELACIÓN DE CONCEPTOS Y METODOLOGÍAS EN LA SELECCIÓN DE PROYECTOS EN I+D	77
FIGURA 2.24 VECTORES PRINCIPALES PARA MÉXICO: 1998-2007.....	79
FIGURA 2.25 VARIANZA ACUMULADA QUE EXPLICA CADA COMPONENTES PRINCIPALES, 515 OBSERVACIONES DINÁMICAMENTE UTILIZADAS.....	80
FIGURA 2.26 CONTRASTACIÓN GRÁFICA DEL MODELO DE RACHLIN, 2006.....	81
FIGURA 3.1. EL <i>CAR</i> DE LA EMPRESA ACCIONA DURANTE LOS PRIMEROS 3 MESES EN LOS 4 AÑOS ANALIZADOS (2000-2004).....	101

CONTENIDO

FIGURA 3.2. RENDIMIENTO DEL IBEX-35, DURANTE 2000 A 2004.....	106
FIGURA 4.1 COMPARATIVO DE LA MEDICIÓN DEL I+D.	123

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.1 RESUMEN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REPORTADOS EN LOS CAPÍTULOS 3, 4 Y 5.....	22
TABLA 2.1 OBJETIVOS DEL GASTO EN I+D.....	63
TABLA 3.1. RAZONES FINANCIERAS UTILIZADAS.....	91
TABLA 3.2. PASOS A SEGUIR DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.....	94
TABLA 3.3. RAZONES FINANCIERAS SELECCIONADAS POR ACP.....	95
TABLA 3.4. PORCENTAJE DE VARIANZA EXPLICADA DE CADA COMPONENTE EN CADA AÑO.....	96
TABLA 3.5. PROBABILIDAD DE ACIERTOS PARA CADA COEFICIENTE DE PESIMISMO RELATIVO.....	103
TABLA 3.6. PROBABILIDAD DE ACIERTOS DEL MODELO UTILIZANDO <i>CPR</i> ÓPTIMOS.....	105
TABLA 4.1 RELACIÓN DE LOS ARTÍCULOS CITADOS EN EL ESTUDIO DE LA LITERATURA.....	119
TABLA 4.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	126
TABLA 4.3. RENDIMIENTO ANORMAL PROMEDIO: MODELO CARHART, 2001-2006.....	133
TABLA 4.4. RENDIMIENTO ANORMAL PROMEDIO: EMPRESAS DE ALTA Y BAJA TECNOLOGÍA.....	135
TABLA 4.5 RELACIÓN DEL RENDIMIENTO ANORMAL DEBIDO AL GASTO EN I+D.....	138
TABLA 5.1 RELACIÓN DE LOS ARTÍCULOS CITADOS EN EL ESTUDIO DE LA LITERATURE.....	146
TABLA 5.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA.....	154
TABLA 5.3. MODELOS PARA LA PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO A CORTO PLAZO.....	162
TABLA 5.4. DERIVADAS PARCIALES DEL MODELO <i>META-LEARNING</i> EN LA PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO A CORTO PLAZO.....	163
TABLA 6.1. ENCUESTA DEL R^2 DE REGRESIONES DONDE LA VARIABLE DEPENDIENTE ES EL CRECIMIENTO DE LA EMPRESA.....	171

CONTENIDO

PRÓLOGO

Durante mis estudios de maestría me surgió la inquietud de buscar teorías y herramientas para la selección de proyectos de inversión en Investigación y Desarrollo (I+D), teniendo en mente la selección de nuevos proyectos dentro de la incubadora tecnológica empresarial en ITESO (Universidad donde laboro desde 2001). Además tenía claro cómo estos proyectos podían crear valor dentro de una economía. Fue entonces cuando tuve contacto con el Dr. Didac Ramírez, quién me brindó orientación sobre la definición y acotación de todas las preguntas que en ese entonces me motivaban a la investigación. Esto antes de iniciar los estudios de doctorado en la Universidad de Barcelona.

Fruto de esa orientación surgió un *working paper*, “La incertidumbre en los proyectos de I+D: un estudio de la literatura”, donde se presentan avances en la identificación de problemáticas y metodologías en la selección de proyectos en I+D donde prevalece información incierta.

Al inicio del doctorado en el curso “Metodología y técnicas de investigación en la empresa”, con el Dr. Joseph M. Argilés retomo el tema y lo utilizo como trabajo final en su curso, que posteriormente se publica (Samaniego, 2010). La aportación principal del estudio es la identificación y relación de conceptos y metodologías para el manejo de la incertidumbre dentro de un proyecto de inversión en I+D. Después del estudio tenía seis temas donde podía orientar mi investigación: decisión sobre los proyectos (toma en cuenta los siguientes temas), armado de portafolios de proyectos, selección de proyectos, tiempo óptimo para el inicio de proyectos, elección de estrategias de lanzamiento del producto y selección de administradores.

El tener una metodología para la selección de proyectos por parte de la empresa, no garantiza que la empresa obtenga financiamientos para dichos proyectos, la forma de

analizar un proyecto por personas externas a la empresa puede ser diferente, además cabe la posibilidad de incluir otras variables. Este cuestionamiento me llevó a indagar el comportamiento de inversionistas externos a la empresa frente a estos proyectos, ¿en qué se basan para invertir en empresas que realizan I+D?

En la materia “Elementos metodológicos para el tratamiento de la incertidumbre”, con el Dr. Jordi Bach inicié el estudio del comportamiento del inversionista, busqué cómo medir el nivel de optimismo o pesimismo del inversionista que participa en los mercados financieros, dando como resultado la publicación de un artículo (Samaniego, Ruiz y Bach; 2008).

Durante el periodo de investigación del doctorado bajo la conducción del Dr. Dídac Ramírez, continué estudiando el comportamiento del inversionista. Analicé el comportamiento del inversionista en el corto plazo, el cual puede comprar acciones, vender acciones o permanecer indiferente ante incrementos o decrementos del gasto en I+D de las empresas que cotizan en bolsa. Este trabajo de investigación es continuación de un trabajo final de la maestría con el Dr. Gonzalo Rubio. En su materia adquiero la metodología que aplico en la investigación del capítulo 4.

En la materia “Incertidumbre Financiera: análisis y tratamiento” con el Dr. Dídac Ramírez, adquiero las bases y la motivación para mejorar los resultados encontrados en el trabajo de investigación del capítulo 3, al aplicar las técnicas impartidas en su materia (capítulo 5).

El documento esta contenido parcialmente en tres artículos en revistas de investigación y en el capítulo de un libro:

1. En el libro: “Economía global: actualidad y tendencias” con el título “La innovación, un factor del crecimiento económico”. Coordinadores del proyecto, el Dr. Álvaro Pedroza y el Dr. Carlos Moslares. Co-edición de ITESO (Guadalajara, México) y la Facultad de Economía IQS-Universitat Ramon Llull (Barcelona, España), 2010.

2. En el artículo: “Coeficiente de pesimismo relativo”, con los co-autores Mtro. Gerardo Ruiz y el Dr. Jordi Bach, en la revista *Contaduría y Administración* 226 (4): 59-72, 2008. En este documento se encuentra con algunas modificaciones.

3. En el artículo: “La incertidumbre en los proyectos de I+D: un estudio de la literatura”. *Contaduría y Administración*, en prensa , 2010. En este documento se encuentra parcialmente.

4. En el artículo: “*Direction of interest rate movements and interest rate trends of mexican treasury securities*”, con los co-autores Dr. Carlos Omar Trejo y el Dr. Samuel Mongrut, en la revista *Journal of Internacional Finance and Economics* 9(2): 91-100, 2009. En este documento se encuentra parcialmente.

Este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin el apoyo de los profesores e investigadores mencionados anteriormente, de mi Director de tesis el Dr. Samuel Mongrut, al tutor Dr. Dídac Ramírez, Dr. David Ceballos Hornero, profesores, investigadores, árbitros anónimos, compañeros durante la maestría y doctorado que de forma directa o indirecta me ayudaron en mi formación como investigador y persona. A mi alma máter ITESO, a su Director General Académico Dr. Francisco Morfín, Mtra. Sara Ortiz, Mtra. Leonor Ahuja y a los integrantes de la Comisión de Investigación por creer en mi proyecto.

Quiero agradecer especialmente a mis padres y familia, Job, Ángel, Aarón e Ivett, por su apoyo, comprensión y sacrificios en esta aventura de 4 años.

Guadalajara, 2010.

RESUMEN

Objetivo general. Este trabajo empírico se enmarca en el campo de investigación que analiza la inversión en investigación y desarrollo (I+D) (ej. gastos de I+D en los estados financieros) y la respuesta, en el corto plazo, de los inversionistas ante la divulgación de tales inversiones (ej. rendimientos de acción). Tiene como objetivo avanzar en la comprensión de los factores que refuerzan la credibilidad del inversionista hacia inversiones en I+D. Si se avanza en la comprensión de estos factores se estará proveyendo no sólo a inversionistas sino a administradores, proveedores de créditos y a gestores de la política económica, de herramientas para tomar mejores decisiones. Esta investigación se limita a inversionistas bursátiles y la muestra esta compuesta por empresas que cotizan en Bolsa que reportan en los estados financieros el gasto en I+D.

Estado de la cuestión. La inversión en I+D pretende eventualmente generar riqueza en la economía, por ejemplo, Fagerberg, Mowery, Nelson (2005) han puesto de manifiesto cómo la innovación afecta al crecimiento económico de un país. Sin embargo, siendo esta inversión en elementos intangibles, la credibilidad de los inversionistas juega un papel decisivo para el financiamiento y la eventual implementación de dichos proyectos. La reacción del inversionista promedio ante dichas inversiones es una pregunta empírica, que se busca responder con esta investigación.

En los primeros trabajos relacionados sobre el estudio del gasto en I+D, se analizan los montos de este gasto. Posteriormente se observó que el monto era una medida que no diferenciaba el esfuerzo de la empresa por realizar este gasto (efecto tamaño). Por ejemplo, una empresa pequeña se comparaba con una empresa grande por tener el mismo monto del gasto en I+D. De esa idea surge la necesidad de medir la intensidad del I+D, la relación del gasto en I+D entre sus ventas o activos totales. De esta forma se diferencian esfuerzos para realizar este gasto entre empresas, a mayores ventas o activos se requiere mayor gasto en I+D. Eberhart, Maxwell y Siddique (2004) señalaron que el mantener la intensidad del I+D

constante en el tiempo, no tenía porqué representar nueva información para la valoración del precio de la acción. Por lo que propusieron estudiar los cambios porcentuales en la intensidad del I+D, los cuales traen consigo nueva información a descontar por el inversionista (en caso de ser diferente de cero). El problema que surge con esta forma de medir, es caer en el error de los primeros trabajos, no diferencia esfuerzos de la empresa por realizar este gasto (en el capítulo 4 se propone otra forma de medirlo).

Todas las organizaciones han necesitado en algún momento saber sobre su situación financiera para evaluar la gestión que han realizado los agentes involucrados en el funcionamiento de la organización. Los resultados de esta gestión, contenidos en parte dentro del valor fundamental de la empresa (calculado a partir de sus estados financieros, los cuales contienen el gasto en I+D) muchas veces no coincide con su valor de mercado. Por lo que el valor de mercado puede distorsionar señales de un buen comportamiento (el estudio de este problema se realiza en el capítulo 3).

Dado el objetivo del presente documento en encontrar los factores que provocan mayor credibilidad en el inversionista, el trabajo de Ho, Tjahjapranata y Yap (2006), utiliza variables como tamaño, apalancamiento, nivel de concentración en un mercado o sector específico y gasto en I+D dentro de un modelo lineal para explicar el comportamiento del inversiones ante inversiones en I+D. En el capítulo 5 se buscan relaciones no-lineales entre factores.

Contribución de la tesis. La primera contribución importante del documento es que responde a una pregunta sobre la que no existe consenso en la literatura financiera: ¿Reacciona el inversionista (positiva o negativamente) ante diferentes niveles de gasto en I+D? En el capítulo 4 se confrontan diferentes explicaciones de la literatura, mostrando la falta de consenso al respecto. Se encuentra evidencia (entre los años 2001 y 2006 en los mercados AMEX, NYSE y NASDAQ. Base datos de COMPUSTAT y CRSP) de que el mercado reacciona en el corto plazo ante aumentos en la intensidad de I+D y es indiferente ante decrementos. Estos resultados, documentados para inicios de año, se ajustan por el conocido “efecto de enero” (Keim, 1983), encontrando resultados anormales a pesar de

dicho efecto. Aún más específico, al clasificar a un grupo de empresas de “alta tecnología” se encontraron rendimientos anormales positivos en el corto plazo, lo cual es consistente con resultados previos en la literatura.

El segundo aporte del presente trabajo es una metodología para el estudio de la intensidad de I+D, como se comentó, en la literatura se encuentran trabajos donde no se toma en cuenta el efecto tamaño o no se toma en cuenta la variabilidad en la intensidad del I+D.

Una tercera aportación es la sensibilización de las variables para reflejar el comportamiento pesimista (optimista) del inversionista. Cuya sensibilización ajusta la valoración realizada por el mercado (precio de la acción), con los resultados obtenidos por la empresa (valor fundamental).

Una cuarta contribución mediante la utilización de Redes Neuronales Artificiales (RNA) en combinación con un análisis estático (ej. derivadas parciales), se buscan los factores de influencia y su relación no lineal con la credibilidad del inversionista ante inversiones en I+D, cuando estas se reportan en el corto plazo (en un plazo no mayor a cinco meses). Se documenta que la tasa de interés a cinco años y los incrementos en el nivel de apalancamiento influyen de manera más persistente en el nivel de precios de las acciones en el corto plazo. La capacidad explicativa de la variabilidad en el rendimiento de la acción entre el modelo lineal y el mejor modelo no lineal de RNA es de 10.22% a 31.6% respectivamente.

Estructura de la tesis. El documento esta dividido en seis capítulos. El contexto, preguntas de investigación, hipótesis y las relaciones entre capítulos se presentan en el capítulo 1. En el capítulo 2 se analizan las tendencias en materia de innovación y como están relacionadas con la creación de valor de los países miembros de la OCDE. En los capítulos 3, 4 y 5 se contrastan las hipótesis de investigación, se explican las metodologías correspondientes y se presentan los resultados mencionados anteriormente y por último en el capítulo 6 se dan las conclusiones finales.

RESUMEN

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

CONTENIDO

- 1.1 Contexto.
- 1.2 Preguntas de investigación.
- 1.3 Relaciones entre los capítulos.

Resumen.

¿Cuáles son los factores que refuerzan la credibilidad del inversionista hacia inversiones en I+D?, si se responde a esta pregunta se estará proveyendo no sólo a inversionistas sino a administradores, proveedores de créditos y a gestores de la política económica, de herramientas para tomar mejores decisiones. En esta investigación se responde la pregunta anterior limitándose a inversionistas bursátiles. La muestra esta compuesta por empresas que cotizan en Bolsa y que reportan en sus estados financieros sus gastos en I+D.

1.1 Contexto

Un país con capacidad científica y tecnológica puede generar una especialización productiva en segmentos con mayor valor agregado. Una manera de aumentar este valor agregado es fortaleciendo su capacidad innovadora, invirtiendo eficientemente en I+D. Romer (1986 y 1990) presenta un modelo de crecimiento a largo plazo, donde el conocimiento acumulado es un insumo en el aumento de la productividad marginal, debido a que el conocimiento crecerá sin límites. Es un modelo dinámico de equilibrio competitivo donde el cambio tecnológico es endógeno, contrario a la teoría neoclásica de Solow. De esta forma Romer concluye que entre más grande sea la acumulación de conocimientos (capital humano) el país en cuestión tendrá un crecimiento más rápido.

El nuevo conocimiento es el resultado de un proceso de I+D, y las decisiones de los diferentes participantes en estos proyectos (gobierno, administradores e inversionistas externos a la empresa), serán tomadas sobre la base de la importancia que le den a las diferentes variables y a la dinámica de los procesos de decisión, de las diferentes señales entre la política económica, inversionistas y proyectos. Por ejemplo, el proceso de decisión

de un administrador sobre un proyecto en I+D, que se financia via colocación de capital, va a ser muy diferente al de un inversionista que tiene la posibilidad de comprar acciones con esa ampliación de capital de la empresa, entonces en ciertos momentos, administradores e inversionistas pueden coincidir en invertir en este tipo de proyectos. La tesis se centra en la decisión de los inversionistas sobre proyectos ya aprobados por los administradores.

1.2 Preguntas de investigación

Una idea innovadora por sí sola no sirve, necesita financiarse e implementarse. Obtener financiamiento, en gran parte, depende de la credibilidad del inversionista en proyectos de I+D, cuya naturaleza intangible complica su valoración. La valoración de inversiones en I+D es parte medular de este estudio.

¿Cuáles son los factores que refuerzan la credibilidad del inversionista del mercado de valores sobre empresas que reportan un gasto en I+D? Si se responde a esta pregunta se estará proveyendo no sólo a inversionistas si no a administradores, proveedores de créditos y a gestores de la política económica de herramientas para tomar mejores decisiones. En este trabajo de investigación se responde la pregunta anterior. La investigación se limita a inversionistas bursátiles. La muestra esta compuesta por empresas que cotizan en Bolsa y que reportan en sus estados financieros sus gastos en I+D.

Se plantean tres hipótesis sobre el comportamiento del inversionista ante proyectos en I+D:

- i. El pesimismo (optimismo) del inversionista empuja los precios hacia una tendencia en el corto plazo, el cual puede influir en la intensidad de la participación del inversionista en empresas que invierten en I+D.
- ii. Los inversionistas evalúan como positivo invertir en I+D en el corto plazo.
- iii. La relación de los factores que considera el inversionista tienen un comportamiento no-lineal.

INTRODUCCIÓN

Antes de tratar de responder la pregunta principal de investigación, sobre la búsqueda de los factores que influyen en el inversionista hacia inversiones en I+D, se debe de responder si el factor más importante en este documento (gasto en I+D) es realmente importante para el inversionista ya que de lo contrario no habría relación entre factores y empresas que invierten en I+D. Por lo anterior surgen las siguientes preguntas relacionadas con la hipótesis i, ¿la reacción ante decrementos en gastos en I+D es igual que ante incrementos? y ¿la reacción es igual para empresas catalogadas de alta tecnología?

En caso de observar reacción del inversionista ante este gasto, se debe de incluir la influencia del pesimismo (optimismo) del inversionista en la valoración de la empresa (se relaciona con la hipótesis i), para posteriormente responder la pregunta principal de investigación. Buscar otros factores de influencia y la relación entre estos factores en el inversionista que reacciona ante inversiones en I+D (se relaciona con la hipótesis iii). Ver la figura 1.1 con esta relación.

Para responder a los cuestionamientos anteriores en el capítulo 2 se realiza un análisis estadístico descriptivo del campo de investigación, después en el capítulo 3 se da la metodología para el cálculo del coeficiente de pesimismo del inversionista (influencia del pesimismo en la valoración), seguido en el capítulo 4 se contrasta la reacción del inversionista ante inversiones en I+D mediante el modelo de Carhart (1997), y finalmente en el capítulo 5 una estimación no-lineal sin forma definida mediante Redes Neuronales Artificiales (ver tabla 1.1).

Figura 1.1. Relaciones entre preguntas, hipótesis y trabajos de investigación.

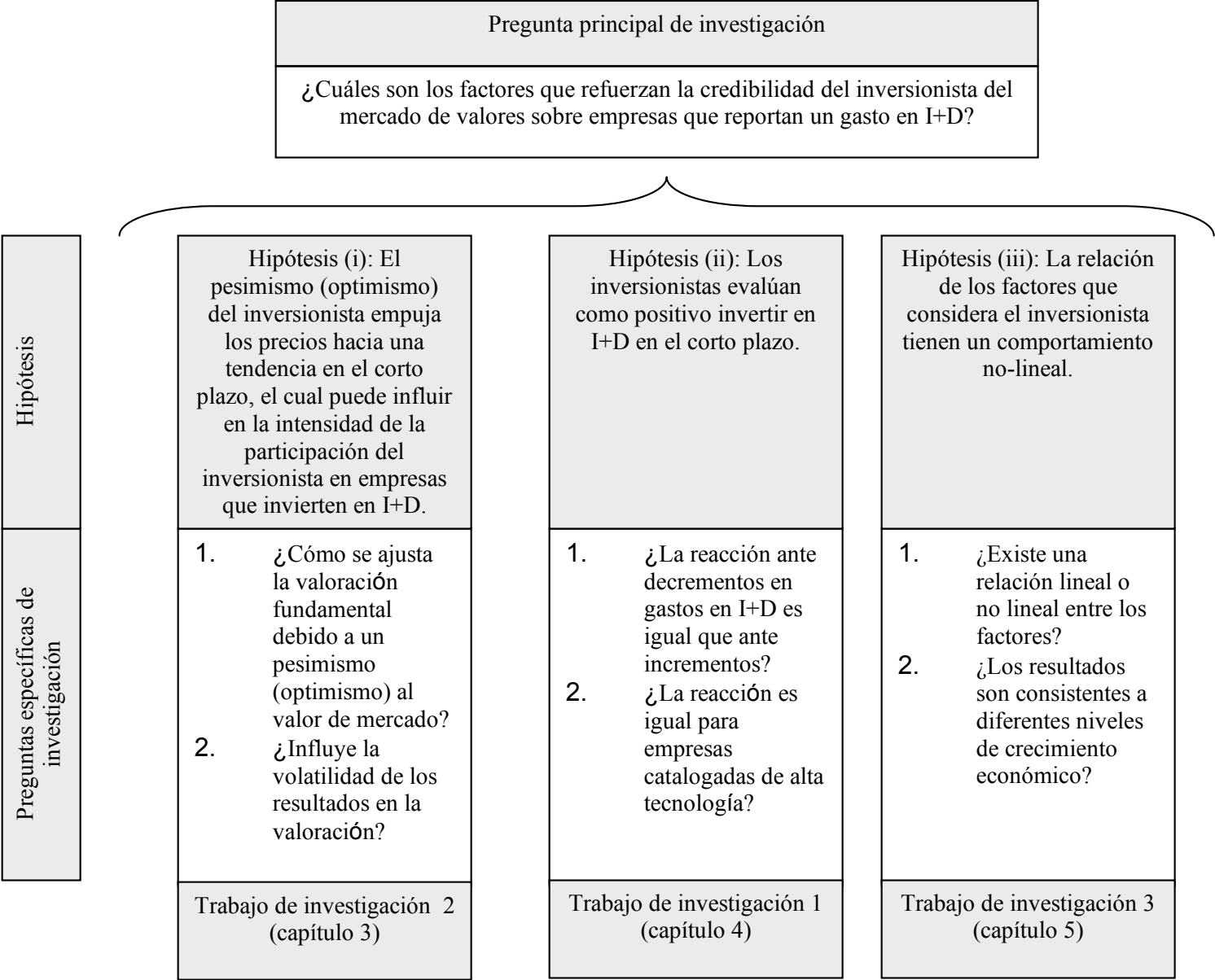


Tabla 1.1 Resumen de los trabajos de investigación reportados en los capítulos 3, 4 y 5.

Capítulo	Objetivo	Muestra	Metodología	Conclusión
3	Metodología para ajustar los resultados de las empresas a un nivel de pesimismo (optimismo) del conjunto de inversionistas que participan en un sector en los mercados financieros.	SABI – Se utilizan las 12 razones financieras del sistema de información, se filtran las empresas para España, en el sector de la construcción, que se encuentren activas y que coticen en bolsa, entre 1996 a 2004, dando como resultado 11 empresas. DataStream – Datos diarios de las cotizaciones desde 1996 a 2004.	- Estudio de eventos. - Market model. - Componentes principales. - Criterio de Hurwicz. - Distancia de Hamming.	El nivel de pesimismo (optimismo) del inversionista afecta el precio de las acciones en el corto plazo. Se tiene un método para el cálculo.
4	Se estiman rendimientos anormales en el corto plazo (3 meses) ocasionados por incrementos o decrementos en valor absoluto, de los cambios anuales de la intensidad del I+D.	COMPUSTAT y del <i>Center for Research in Security Prices</i> (CRSP), entre 2000 y 2006, se filtró la información a reportes financieros anuales de empresas activas, con ventas mayores a \$1 millón y activos mayores a \$1 millón. Los datos utilizados: gastos en I+D (ítem 46), ventas (ítem 12) y el total de activos (ítem 6).	- Estudio de eventos. - Modelo de Carhart. - Técnica Newey-West.	- Existe evidencia de reacción del inversionista al corto plazo debido a inversiones en I+D. - No existe reacción ante decrementos en el gasto en I+D. - Existen inconsistencias en el modelo lineal.
5	Se identifican factores que provocan la compra de acciones en los mercados financieros en el corto plazo, frente a aumentos o disminuciones en el gasto en I+D. Se modela la relación no lineal de los factores identificados.	COMPUSTAT (mercados financieros NASDAQ, NYSE y AMEX), CRSP y International Statistical Yearbook (proporcionado por DSI, Data & Services & Information). Periodo 1999 -2006. Total: 17,234 observaciones.	- Redes neuronales artificiales. - Análisis de componentes principales. - Sensibilización de las variables mediante la desviación estándar.	La mayor influencia son el tipo de interés a 5 años y los incrementos en el nivel del apalancamiento. El crecimiento del PIB, los incrementos en la intensidad del I+D y los aumentos del capital de trabajo son otros de los factores de influencia en el inversionista.

1.3 Relaciones entre los capítulos (trabajos de investigación)

El **capítulo 2**, pone en perspectiva la importancia del estudio de la innovación como está tiene relaciones con el crecimiento de la productividad, la competencia y el crecimiento económico. Se analiza el desempeño de la innovación en diferentes países y su impacto socio-económico en las inversiones publicas en I+D. Se realiza un estudio de la literatura sobre los avances en la valoración de la incertidumbre en proyectos de I+D, intentando identificar problemáticas y metodologías estudiadas en los últimos años. Debido a la sensibilidad de la tasa de interés en la valoración de proyectos en I+D, se contrasta la metodología de Rachlin (2006) para la identificación de tendencias en los movimientos en las tasas de interés.

Antes de iniciar el estudio de las inversiones en I+D, en el **capítulo 3**, se contrasta la hipótesis (i). Si el pesimismo (optimismo) empuja los precios hacia una tendencia en el corto plazo, este pesimismo influirá en la intensidad de la participación en proyectos de I+D (hipótesis i), el cual puede estar influido por la volatilidad en los resultados de la empresa. En caso de aceptación de la hipótesis nula, es pertinente incluir la volatilidad en los resultados de la empresa dentro del modelo de la hipótesis (iii), donde se busca la relación no-lineal de los factores que considera el inversionista importantes a la hora de invertir en I+D

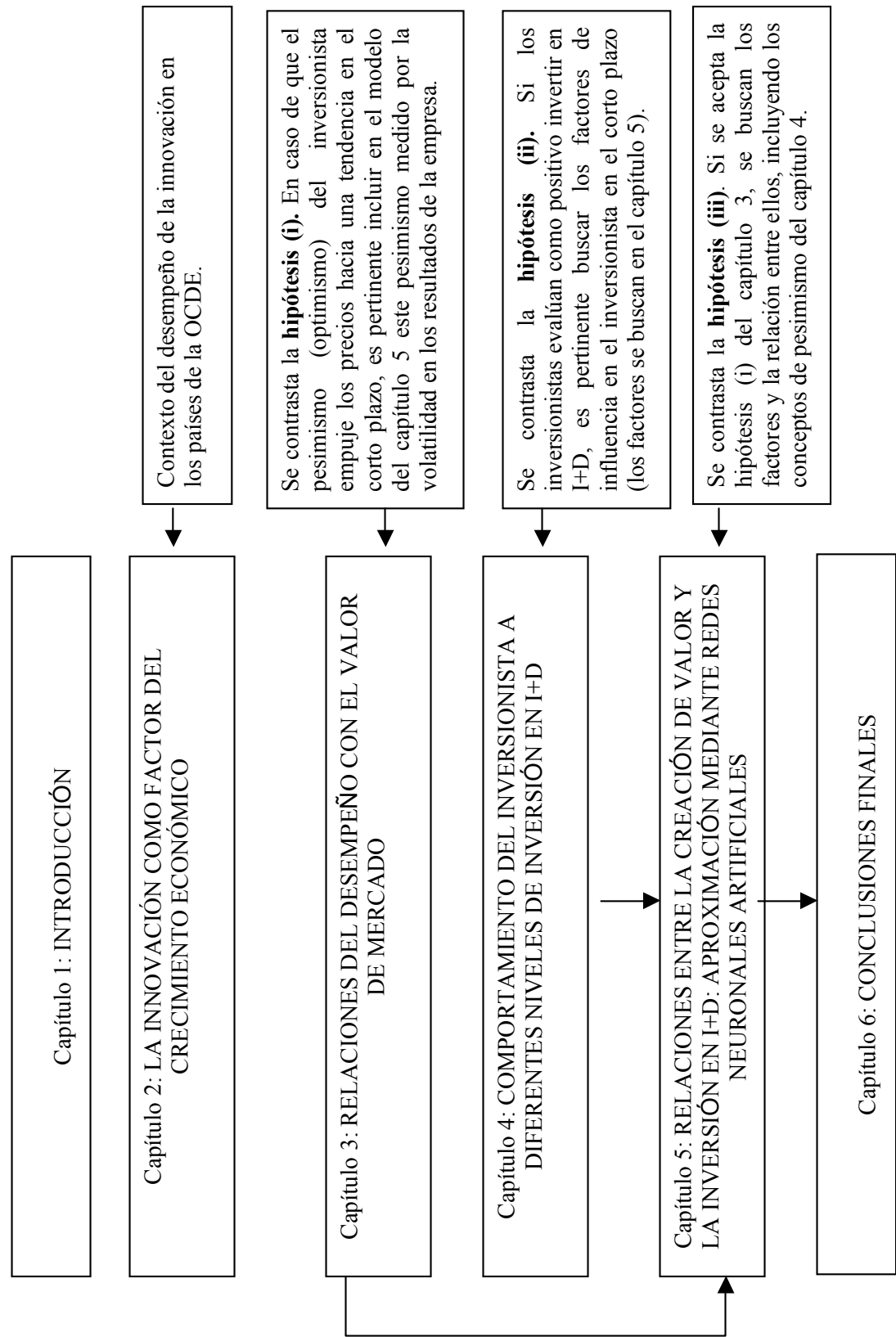
Si los inversionistas evalúan como positivo el invertir en I+D (hipótesis i), cada vez que se realice una inversión en I+D se reflejaría en el precio de la acción en el corto plazo ante incrementos o decrementos en las inversiones en I+D. La contrastación de la hipótesis (ii) se realiza en el **capítulo 4**, si se acepta la hipótesis nula, es pertinente buscar los factores de influencia en el inversionista en el corto plazo (hipótesis iii).

La contrastación de la hipótesis (iii) se realiza en el **capítulo 5**. Al encontrar evidencia de reacción del inversionista en el corto plazo en el capítulo 4 e influencia de la volatilidad en los resultados de la empresa en el capítulo 3, ayuda a replantear un modelo

INTRODUCCIÓN

no lineal para el corto plazo en el capítulo 5. Además se buscan factores de influencia en el inversionista a partir de diferentes modelos en la literatura (ver la figura 1.2 con las relaciones entre los capítulos).

Figura 1.2. Relaciones entre capítulos.



Capítulo 2 LA INNOVACIÓN: UN FACTOR DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO

CONTENIDO

- 2.1 Crecimiento de la productividad a través de la innovación.
- 2.2 Relaciones entre competencia, innovación y crecimiento.
- 2.3 Desempeño de la innovación en diferentes países.
- 2.4 Impacto socio-económico en las inversiones publicas en I+D.
- 2.5 Análisis microeconómico del desempeño de la innovación.
- 2.6 Conclusiones.

Resumen.

En base a las perspectivas de Ciencia, Tecnología e Industria de la OCDE (2008) se analizan las tendencias en materia de innovación de los países miembros y economías importantes no miembros. La inversión en ciencia, tecnología e innovación ha tenido un crecimiento paralelo al crecimiento económico, por lo que posiblemente la credibilidad del inversionista ante proyectos en I+D podría estar ligada a esta variable. Se observa además que algunos países se están convirtiendo en importantes inversionistas en I+D pese a que el crecimiento empresarial debido a inversiones en I+D ha disminuido (manteniéndose positivo). En el capítulo 3 se estudia los efectos de esta disminución. Los activos intangibles, tales como patentes, marcas, innovación en los procesos, licencias y franquicias, han llegado a ser cada vez más el tema central en la creación de valor de las empresas.

2.1 Crecimiento de la productividad a través de la innovación

A partir de los trabajos de Robert Solow (1956 y 1957), se sugiere que parte del crecimiento económico a largo plazo, está asociado al aumento en el uso de factores productivos (capital y trabajo) y al aumento de la productividad con que se utilizan estos factores a través de innovaciones. Romer (1986 y 1990) presenta un modelo de crecimiento a largo plazo, donde el conocimiento acumulado es un insumo en el aumento de la productividad marginal, debido a que el conocimiento crecerá sin límites. Es un modelo dinámico de equilibrio competitivo donde el cambio tecnológico es endógeno, contrario a la teoría neoclásica de Solow. De esta forma Romer concluye que entre más grande sea la acumulación de conocimientos (capital humano) el país en cuestión tendrá un crecimiento más rápido. La acumulación de conocimiento provocará cambios, y estos cambios permanecerán si el sistema los sostiene, como lo menciona Schumpeter “que

revoluciona incesantemente la estructura económica desde dentro [el proceso de mutación industrial], destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos. Este proceso de destrucción creadora constituye el dato de hecho esencial del capitalismo” (Schumpeter, 1952, pág. 121).

La "eficacia productiva" y la "eficacia dinámica"¹, se pueden definir ampliamente en términos del crecimiento de la productividad a través de la innovación². En otras palabras, los aumentos en la eficacia productiva a través de la innovación, introducen hoy nuevos y mejores métodos de producción y con el tiempo si persiste está dinámica de innovaciones, aumentarán eventualmente el nivel y el ritmo de crecimiento de la productividad en el largo plazo (es decir, aumentos de la "eficacia dinámica"). Al igual que la eficacia dinámica, el inversionista va cambiando sus modos de actuar frente a información (se amplía este concepto en el capítulo 3, pág. 84-87).

En base a la conjetura de Schumpeter, empresas grandes que estén concentradas en algún segmento tiene ventajas en la creación de innovación. Solo una pequeña parte de la evidencia empírica en la literatura (véase el capítulo 4, pág. 111-118) apoya que empresas grandes o empresas con una alta concentración en un segmento específico están fuertemente asociadas con un alto nivel de actividad en la innovación, en cambio existe una mayor parte en la literatura, que relacionan la competencia de mercado con un crecimiento en la productividad (véase sección 2.2, pág. 29-32). Existe también relaciones, aunque no muy claras, entre las presiones de competencia sobre el gobierno corporativo, y el aumento en productividad (Köekey Renneboog, 2002).

¹ Eficacia dinámica es una forma de eficacia que ocurre en un cierto plazo, en el sentido que un mercado debe resolver nuestras necesidades y deseos que cambian mientras progresa el tiempo (Escorsa y Maspons, 2001).

² En el manual de Oslo (OCDE y Eurostat, 2006) trata a detalle el tema de Innovación en el sector empresarial. No cubre los cambios importantes al nivel sector de actividad o en una economía. Es una comprensión teórica de la estructura y las características del proceso de innovación, así como sus implicaciones en la elaboración de políticas. Adicionalmente se da un marco para las encuestas sobre innovación, como son las definiciones básicas sobre innovación, las actividades de innovación y la empresa innovadora. Además se hacen sugerencias y recomendaciones sobre los temas que deben de figurar en las encuestas nacionales e internacionales sobre innovación. Temas como la medición de los vínculos en el proceso de innovación; los tipos de conocimiento y sus fuentes, las actividades de innovación y su medición y por último, los objetivos, barreras y los impactos de la innovación. En los anexos se encuentran encuestas sobre innovación en las economías en desarrollo y una lista de ejemplos de innovación.

Czaga (2004) examina como el aumento de la eficacia económica nacional, al reducir las barreras al comercio exterior y propiciando la inversión, abre las puertas a una competencia global, y se confirma que la competencia trae aumentos en la productividad, en la satisfacción de los consumidores y un crecimiento económico en el largo plazo.

El análisis empírico de la dinámica de las empresas (inicio y final, crecimiento y declive de las empresas) es una componente de innovación y crecimiento de la productividad en la economía. Por ejemplo los emprendedores introducen innovaciones y en caso de éxito, se convierte en una creación destructiva de monopolios o erosionan beneficios o posiciones de mercado, además de disfrutar temporalmente cierto poder de mercado (Aghion y Howitt, 1992). Esta dinámica de innovaciones entre empresas y emprendedores, y el inicio y destrucción de monopolios, son en parte, un elemento esencial dentro del crecimiento económico a largo plazo³ (Aghion, Blundell, Griffith, *et al.*; 2006). En el corto plazo esta dinámica puede producir demanda y oferta, de trabajadores cualificados y no cualificados, o inestabilidad laboral, es por eso se comentaba en la sección 1.1, la complejidad en la toma de decisiones, cuando se incluyen variables como bienestar, crecimiento, activos, corto y largo plazo. Esta complejidad se tratará mediante modelos no lineales en el capítulo 5.

³ Estudiado en la teoría del crecimiento endógeno, en donde una empresa competitiva de producción de bienes finales consiste en maximizar su beneficio, donde el progreso tecnológico aparece como incrementos de N :

$$\max Y_i - w_i L_i - \sum_{j=1}^N p_j X_{ij}$$

N número de variedades de bienes de capital intermedio en la economía

Y_i función de producción de la empresa i

p_j es el precio de cada j variedades de bienes

X_{ij} es la cantidad de bien intermedio j que contrata la empresa i

L_i es la cantidad de trabajo que contrata la empresa i

2.2 Relaciones entre competencia, innovación y crecimiento

El estudio económico del proceso de innovación es un tema de interés, debido al impacto en la competitividad de la empresa y en el crecimiento económico de un país, y como estos factores se relacionan con la capacidad de cada país para desarrollar innovaciones (COTEC, 2000).

A continuación se comentan dos artículos que estudian la economía en el proceso de innovación. “*How competitiveness can be achieved: fostering economic growth and productivity*” de Ralph Landau (1991) y “*The economics of technical change*” de Christopher Freeman (1998); analizados y anexados en el documento de la Fundación a la Innovación Tecnológica (COTEC, 2000).

En el documento de Landau se repasan las primeras teorías del crecimiento económico y sus principales limitaciones. Se mencionan además los factores microeconómicos que se deben tener en cuenta para el análisis económico de la innovación. El contexto al momento de escribir el artículo, era la preocupación de la evolución de la economía de Estados Unidos y el rápido desarrollo en términos de competitividad del Japón.

En la introducción, Landau aclara el término de competitividad, el cual se debe entender por “la capacidad de mantener, en una economía global, un crecimiento en la calidad de vida de la población y una justicia distributiva socialmente aceptables, al mismo tiempo que se provee eficientemente de empleo a quienes desean trabajar” (COTEC, 2000, pág. 9). Además menciona como los países industrializados identifican como competitividad, el incremento en la productividad del trabajo.

Landau analiza la evolución de la economía y los trabajos que trataban de explicar esta evolución en los Estados Unidos posteriormente a la Segunda Guerra Mundial. Menciona

que algunos economistas basados en la teoría neoclásica de Robert Solow (1957), asumen a la tecnología como exógena, no se especificaba su dependencia en las decisiones y su interrelación con otras variables. Otros supuestos de estos modelos es que consideran a los factores de producción (capital y trabajo) de las empresas como agentes homogéneos, donde no existen diferencias de calidad, por lo que su estructura interna y características de la empresa no eran analizados. Tampoco se analiza como deben de ser gestionadas las empresas para que sean competitivas en los mercados internacionales. El modelo supone un estado estático donde no incluye la introducción de nuevos productos, procesos y servicios, de una manera dinámica (desaparecen y aparecen) en la economía. Por lo tanto, dado el tamaño del residuo de estos modelos neoclásicos (la parte no explicada), se concluyó que la producción creció en Estados Unidos debido a cambios tecnológicos exógenos o “progreso técnico”, sin mencionar la forma en que se podía producir este cambio tecnológico.

En el siguiente apartado Lauda, cita algunos trabajos donde aparecen los modelos de “crecimiento endógeno”. La tecnología se empezó a considerar como una variable endógena, y así las decisiones de las empresas se enfocaron en el desarrollo de innovaciones a través de sus actividades en I+D.

A continuación, Lauda compara el crecimiento de Estados Unidos y de Japón entre 1947 y 1985, para lo cual emplea un marco neoclásico haciendo cambios para medir y asignar factores de producción, ya que incluye indicadores para medir las mejoras de la calidad de los factores (trabajo y capital). Concluye que la calidad de los factores explican parte del crecimiento de un país. En el modelo neoclásico se mide la inversión mediante la suma de capital homogéneo, no se hace la distinción por su calidad. El capital puede incorporar nueva tecnología y la contribución de este capital a la competitividad y al crecimiento económico, es mayor a otro con menor calidad. Además el modelo neoclásico de capital físico, capital humano (se refiere a la calidad de los trabajadores) y el capital intangible (se incluyen conocimientos tecnológicos), no toma en cuenta los cambios de la tasa de crecimiento conjunta, se deben tomar estos tres factores como un mismo proceso. En lugar de ello utiliza las proporciones relativas entre estos factores.

Posteriormente en el apartado de “consideraciones microeconómicas” (COTEC, 2000, pág 30) enfatiza que las empresas no son agentes maximizadores del análisis macroeconómico y da unas pautas de cómo la empresa puede mejorar sus resultados. A continuación se resumen:

- a) No solo con investigación básica se producen innovaciones, sino la suma de la explotación de esta investigación en nuevos productos y su éxito comercial.
- b) La tecnología se puede encontrar fuera de la empresa: contratos de licencia, acuerdos de cooperación, consorcios (asegura que Japón es un experto) y los contratos con Universidades.
- c) Pensar que la innovación no solo en términos de tecnología sino también en términos económicos, como son la reducción de costos y mejoras en el producto.
- d) No olvidar que en la economía existen contextos de ciclo de producto más cortos y rápidas deducciones de costos.
- e) Lo anterior implica velocidad de ajuste a los cambios de la demanda y mayor atención a la calidad y fiabilidad del producto.
- f) Existencia de una visión a largo plazo y la capacitación de los gestores en el uso de las nuevas tecnologías.
- g) Capacidad de adaptación a otras culturas o reconocer con anterioridad que no se tienen esa capacidad.
- h) Tener un sistema educativo de calidad que provea a Universidades y éstas a la empresa de capital humano capacitado, puede garantizar un éxito a las empresas.
- i) La existencia de un sistema financiero que provea de financiamiento al proceso de innovación.

La aportación principal del artículo, es la necesidad de combinar los tres tipos de capital (físico, intangible y humano) a la situación económica que atraviesa un país. Por ejemplo se argumenta una mayor inversión en capital debido a las oportunidades técnicas y económicas que tiene Estados Unidos en ese momento. El invertir en capital físico formado

en ese momento por nuevos materiales, tecnologías de la información, la biotecnología y la inversión en la generación de conocimientos para incrementar este capital físico, intangible y humano de mayor calidad, producirá mayor productividad en el país.

Siete años después Christopher Freeman (1998) recoge de la literatura trabajos con un carácter microeconómico, los cuales tratan de incluir las características de cada empresa y el entorno en que se desenvuelven, para poder analizar los avances económicos del proceso de innovación.

Destaca el autor que la innovación es un proceso dinámico en que la empresa se beneficia de la ciencia y de la tecnología, ya sea mediante su propia experiencia, contratación de personal con nuevos conocimientos o con la relación con diversas fuentes externas como proveedores, consumidores, instituciones, universidades, centros de investigación, cooperación entre empresas, entre otros. La creación de innovación en cualquiera de los procesos de la empresa como el diseño, desarrollo de nuevos productos, producción y comercialización, será diferente para cada sector y dependerá del contexto económico (interno y externo) en que se encuentre la empresa en ese momento. Además menciona, que la buena combinación de los diferentes procesos (diseño, desarrollo de nuevos productos, producción y comercialización) es una de las condiciones necesarias para el éxito del proceso de innovación y la acumulación de conocimientos de la empresa.

En otro apartado, Freeman comenta sobre la controversia entre las teorías *technology push* y *demand pull*, sobre la forma como se estimula la innovación. En las primeras se este estimula mediante avances científicos y en la segunda debido a la demanda de productos y procesos. Observa que el estímulo por la innovación es un proceso complejo en estas dos teorías y afirma que durante el proceso de difusión existen mejoras a la propuesta inicial, siendo el grado de transformación diferente en cada sector.

Observó el autor, una amplia variedad de medidas para el cambio tecnológico, cienciometría, tecnometría, patentes, gasto en I+D (este documento dentro del capítulo tres pág 84-87, presenta avances en esta línea al proponer una forma de medir este gasto) entre

otras, resaltando el problema para definir y medir la intensidad de conocimiento que la empresa requiere dentro de su proceso de innovación.

Por otra parte la competencia crea mayores oportunidades para comparar desempeños bajo información asimétrica y por lo tanto, hace más fácil el monitoreo de estos. Al mismo tiempo aumenta la probabilidad de bancarrota en un ambiente de competencia, por lo que empuja a los administradores a mejoras continuas en su desempeño (Aghion y Howitt, 1998). Mientras la competencia se mantenga esta dinámica de mejora continua seguirá. Igualmente los salarios de los trabajadores se verán afectados según la aportación que dan al desempeño de la empresa (Aghion y Howitt, 1992).

Las políticas destinadas para la estimulación de la competencia de productos en el mercado ayudan a la mejora del gobierno corporativo, ya que afecta la manera de dirigirla, administrarla y controlarla, ya que su desempeño se puede ver afectado por la competencia. Estas políticas estimulan la eficacia productiva y la eficacia dinámica, a través de la innovación, pero el racionar el crédito obstaculizaría la capacidad de las empresas para innovar y por lo tanto su crecimiento (Aghion, Carlin y Mark; 2002).

Las inversiones en I+D elevan el nivel de productividad a través de las innovaciones que producen (o se adquieran), aunque niveles altos en la intensidad del I+D, no necesariamente llevan a altos niveles de productividad, depende de cómo se realicen estas inversiones y del mantenimiento del gasto en I+D. Sin embargo, lo que importa para el crecimiento de la productividad es la distancia de la frontera tecnológica (captada por el potencial del cambio tecnológico), en lugar de la identificación de la frontera tecnológica (OECD, 2003).

2.3 El concepto de innovación

El concepto innovación cada vez más, se relaciona como fuente de competitividad en la medida en que va asociada a la obtención de algún tipo de ventaja para la empresa

respecto a sus competidores (Valls, Guitart y Núñez, 2007). Para definirla, Pere Escorsa y Jaume Valls (2003) exponen de diferentes autores o fuentes definiciones de innovación, concluyendo que existe un concepto en común “nos estamos refiriendo a una idea nueva hecha realidad o llevada a la práctica. La innovación es la explotación con éxito de nuevas ideas. Innovación = invento + explotación.” (Escorsa y Valls, 2003, pág. 20). Una idea o concepto o la procedencia de estas ideas no es una innovación, son las ideas puestas en práctica con éxito al satisfacer las demanda de consumidores. En caso de que los nuevos productos o servicios no son aceptados por el mercado la idea o concepto no termina siendo innovación, aunque exista algún progreso tecnológico. Al contrario, para una *innovación tecnológica* supone la introducción de un cambio técnico en los productos o procesos o servicios, por lo que, en el proceso de innovación intervienen actividades científicas diversas, cuestiones de tipo organizativo, financieras y comerciales.

Las actividades de I+D están dentro del proceso de innovación, se dividen en investigación básica o fundamental, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. La primera tiene como objetivo adquirir conocimientos nuevos a partir de los fundamentos fenomenológicos y hechos observables (OCDE, 2002). Consiste en formular hipótesis, teorías y leyes, sin pretender algún tipo de beneficio económico, generalmente son publicaciones académicas. La investigación aplicada a diferencia con la investigación básica, se pretende una aplicación práctica de los nuevos conocimientos. En el desarrollo tecnológico se utilizan distintos conocimientos científicos para la producción de algún tipo de bien, servicio o proceso y tiene como objetivo su lanzamiento al mercado.

Se entiende como *desarrollo tecnológico experimental* a la fase que inicia con una patente hasta el lanzamiento del producto. La empresa realiza prototipos y simulaciones para probar sus creaciones y posteriormente busca el método adecuado de fabricación a gran escala.

En su conjunto la investigación básica, la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la economía y la difusión de la invención, es el proceso innovador que lleva una empresa. Para poder entender el camino y las fases que intervienen en el proceso

innovador se pueden observar los modelos de innovación: lineal, Marquis, Kline y CIDEM entre otros. No obstante ninguno de estos modelos son robustos en la explicación del proceso innovador, todos presentan carencias e interrogantes (Escorsa y Valls, 2003, pág. 26; Valls, Guitart y Núñez, 2007, pág. 41-42). Lo anterior es debido a la complejidad entre las diferentes actividades, variables y momentos que actúan como fuentes de nuevas ideas.

Como se comentó las actividades en I+D desempeñan un papel importante en la competitividad de la empresa y puede constituir un valor intangible⁴ diferenciador para la empresa, su gestión es de mayor complejidad. La empresa debe orientarse al diseño y uso eficaz en la gestión de sus recursos tecnológicos y ser capaz de incorporar innovaciones al mercado. Para conseguir estos objetivos es necesario que la empresa domine y desarrolle habilidades en temas como: la transferencia y protección tecnológica, la vigilancia y la inteligencia competitiva, el *bechmarking* y la cooperación tecnológicas, en la reducción de la incertidumbre de proyectos y desarrollos tecnológicos y en la evaluación de proyectos de innovación. La diversidad de preguntas alrededor de estos temas es muy amplia, Pere Escorsa y Jaume Valls (2003) exponen algunas respuestas a estos temas. De la diversidad de temas, este documento pretende analizar la inversión en I+D y la respuesta en el corto plazo, de los inversionistas ante la divulgación de tales inversiones. Tiene como objetivo avanzar en la comprensión de los factores que refuerzan la credibilidad del inversionista hacia inversiones en I+D.

⁴ Karl Erik Sveiby (abril 2007, www.sveiby.com/articles/IntangibleMethods.htm, consultado el 22 de abril del 2010) presenta 34 modelos y sus referencias para medir los activos intangibles. Los cuales se clasifican en:

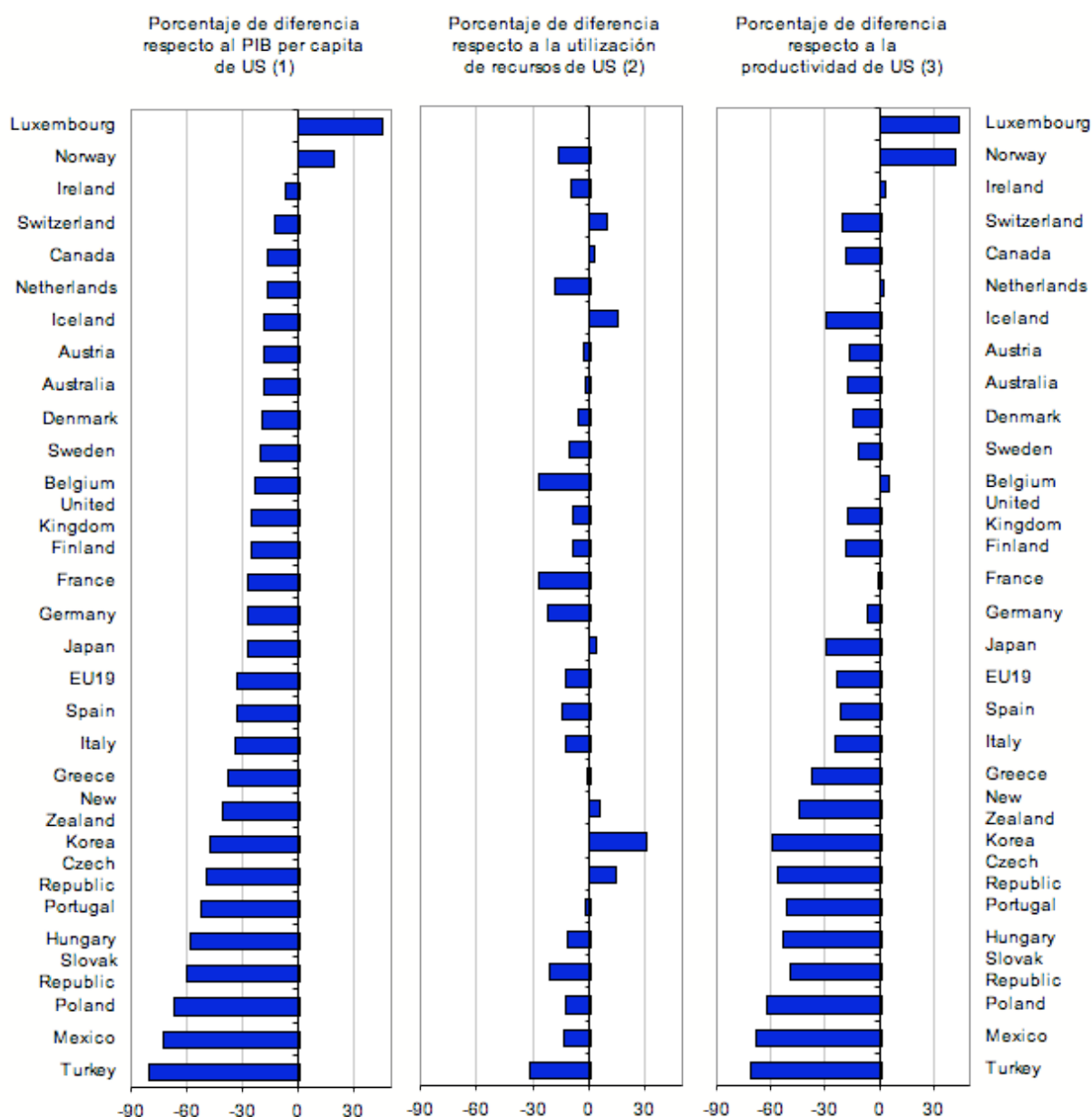
- a) *Direct Intellectual Capital methods* (DIC) estimación en unidades monetarias de los activos intangibles mediante la identificación de sus diversos componentes. Una vez identificados se valoran individualmente o mediante un coeficiente que agrega el valor del intangible.
- b) *Market capitalization Methods* (MCM) calcula las diferencias entre la capitalización del Mercado de las acciones y su valor en libros.
- c) *Return on Assets Methods* (ROA) utiliza el promedio de las ganancias antes de impuestos y se divide por el promedio de los activos intangibles de la empresa (ganancia por encima del coste medio de la compañía) para compararse con el promedio del sector y la diferencia se multiplica por el promedio de activos intangibles de la empresa.

Los métodos ofrecen diferentes ventajas entre ellos, por ejemplo el ROA y MCM son útiles para fusiones y adquisiciones. Algunos otros ofrecen ventajas para comparar empresas de un mismo sector o industria. Algunas desventajas entre los métodos es que algunos son muy sensibles a las tasas de interés, algunos solo miden cualitativamente, o solo pueden usarse para organizaciones sin fines de lucro.

2.4 Desempeño de la innovación

En base al reporte económico de la OCDE (2008), en el 2006 la inversión en ciencia, tecnología e innovación se ha incrementado en dólares (USD) en comparación a 1996. Aunque el gasto interno en I+D creció un 4.6% anualmente entre 1996 y 2001, el crecimiento bajó a menos de 2.5% cada año en los siguientes años (entre 2001 y 2006). Para la mayoría de los países de la OCDE, en el 2006 la productividad (PIB entre total de horas trabajadas) ha sido la principal diferencia en el crecimiento del PIB en comparación con Estados Unidos (ver figura 2.1). En promedio los países de la OCDE tienen una diferencia en contra con Estados Unidos de 30.27 dólares, en el PIB per capita, 6.9 horas trabajadas per capita y de 24.34 del PIB entre el total de horas trabajadas, por lo que estos países necesitan trabajar en el crecimiento de la productividad para tener mayores niveles de bienestar. En este documento se estudiará a nivel microeconómico la inversión en I+D, dejando a futuras investigaciones el impacto de este tipo de inversiones en el bienestar social.

Figura 2.1 Fuentes de las diferencias de los ingresos reales vs Estados Unidos en 2006.



(1) Basado en el poder adquisitivo del 2006. US significa United States. Para Luxemburgo se incluye en la población a los empleados transfronterizos, por su contribución en el PIB. Los datos para Greece toman en cuenta el 10% de incremento en el nivel del PIB debido al acuerdo de EuroStat en Octubre del 2007.

(2) Utilización de los recursos es una medida del total de horas trabajadas per capita.

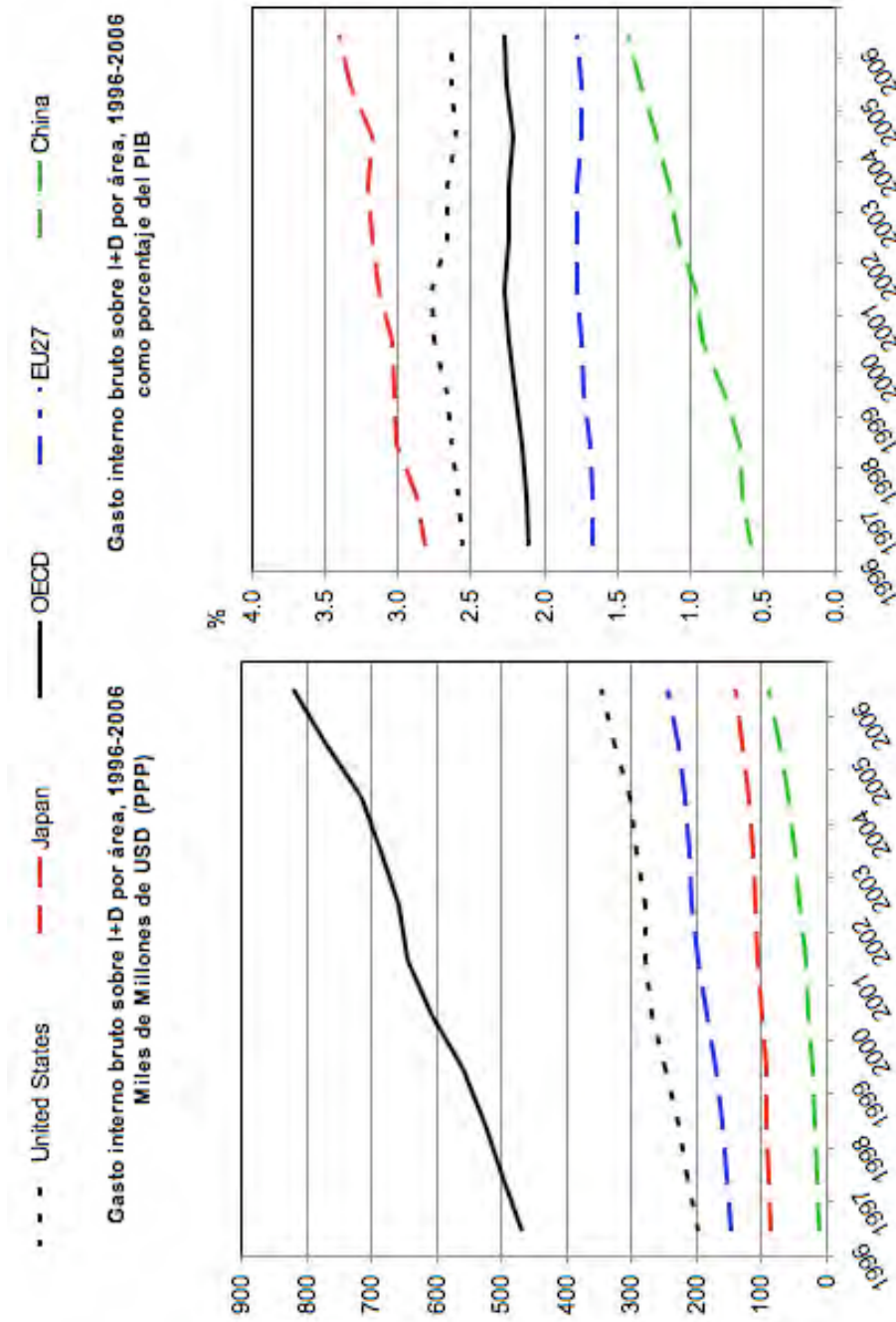
(3) Productividad es una medida del PIB por hora trabajada.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450428017786> consultado el 10 de abril del 2009.

Durante el 2006 el gasto en I+D en los países de la OCDE fue de 817.8 mil millones de dólares (USD) en comparación a 468.2 mil millones de dólares en 1996, este crecimiento en la inversión en I+D en dólares ha sido constante entre estos años, y como porcentaje del PIB se ha mantenido más o menos en los mismos niveles durante estos años (ver figura 2.2).

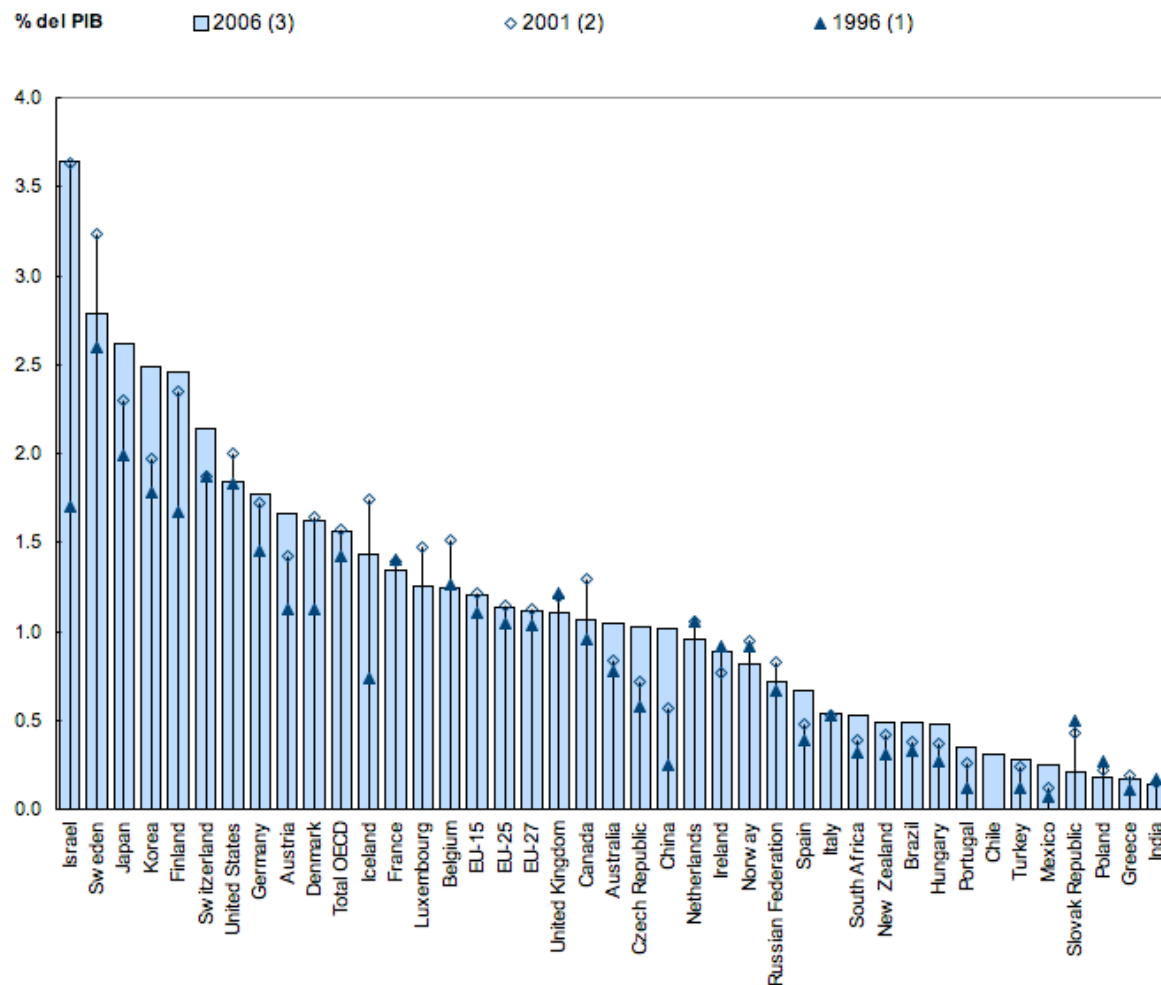
Si se analiza el gasto en I+D como porcentaje del PIB que realiza la empresa, en los años de 1996, 2001 y 2006 (ver figura 2.3), no muestra un patrón uniforme de comportamiento, por ejemplo se encuentran países que decrecen, que aumentan y una combinación de incrementos y decrementos en el gasto en I+D como porcentaje del PIB que realiza la empresa (OCDE, 2008). Lo anterior nos puede decir que es muy poco probable encontrar algún factor que para el inversionista sea importante a la hora de invertir en proyectos en I+D, que combine el gasto en I+D con el PIB, pero lo anterior no excluye utilizar el PIB como factor.

Figura 2.2 Tendencias del I+D, 1996-2006.



Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450457475732> consultado el 10 de abril del 2009.

Figura 2.3 Gasto de la empresa en I+D por país: 1996, 2001 y 2006.



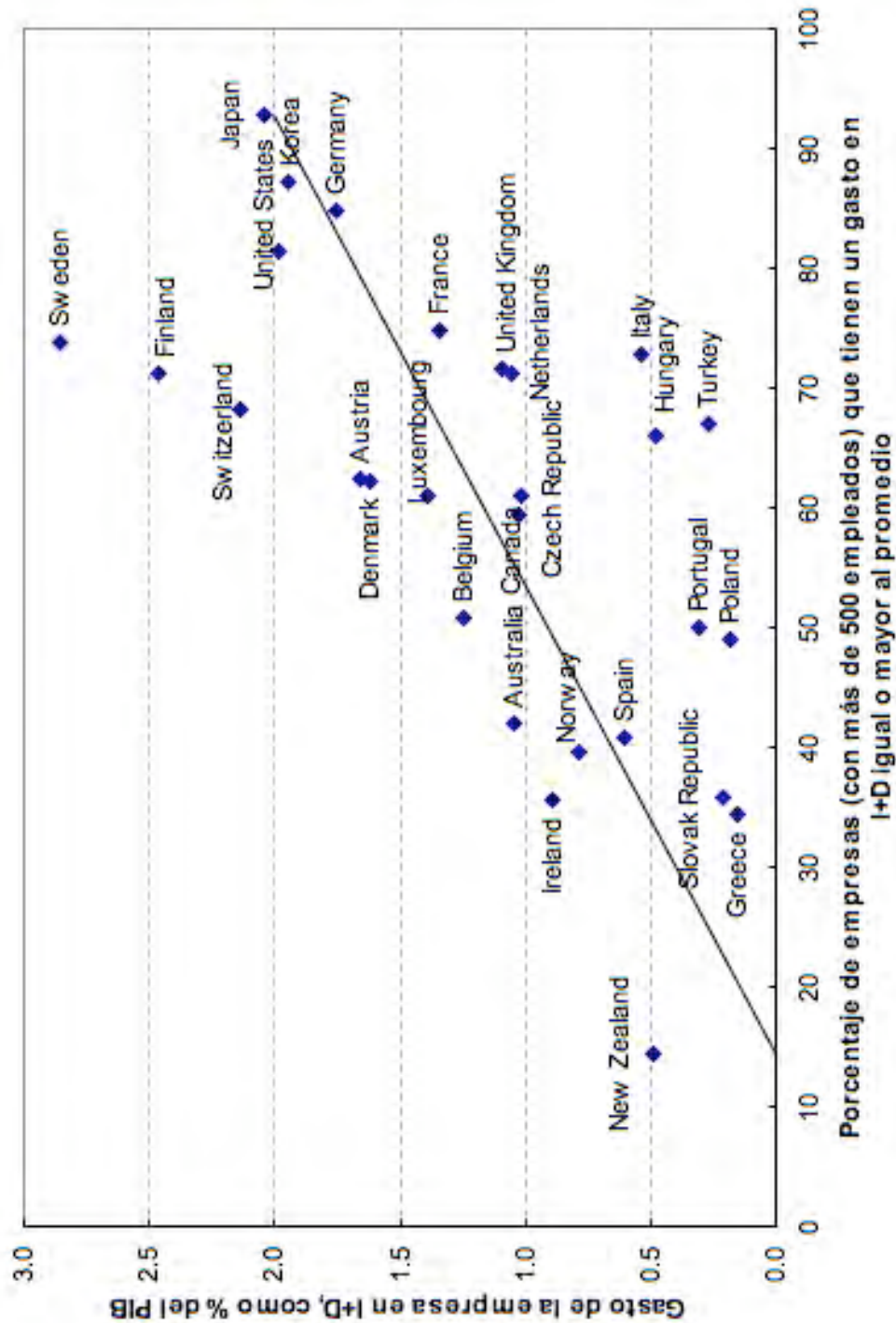
- (1) 1998 para Austria; 1996 para Switzerland; 1997 para Iceland, New Zealand, Norway, y South Africa.
 (2) 2002 en lugar de 2001 para Austria; 2003 para Luxembourg; 2000 para Switzerland.
 (3) 2005 para Australia, Iceland, México, New Zealand, South Africa. 2004 para Chile, India y Switzerland.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450512261673> consultado el 10 de abril del 2009.

El tamaño de la empresa va influir en la cantidad de gasto en I+D que realiza la empresa, por ejemplo en la figura 2.4, Japón, Corea y Alemania aproximadamente el 90% de sus empresas con más de 500 empleados, tienen en promedio un 2% del PIB equivalente al gasto en I+D que se hizo en el 2006. Para España y Noruega aproximadamente el 40% de sus empresas con más de 500 empleados, tienen en promedio un 0.6% del PIB equivalente al gasto en I+D que se hizo en el 2006. Lo anterior también se refleja en los resultados obtenidos en el capítulo 4, donde se observa que el grado de especialización de la industria y el tamaño de la empresa tienen un crecimiento mayor o menor en el gasto en I+D.

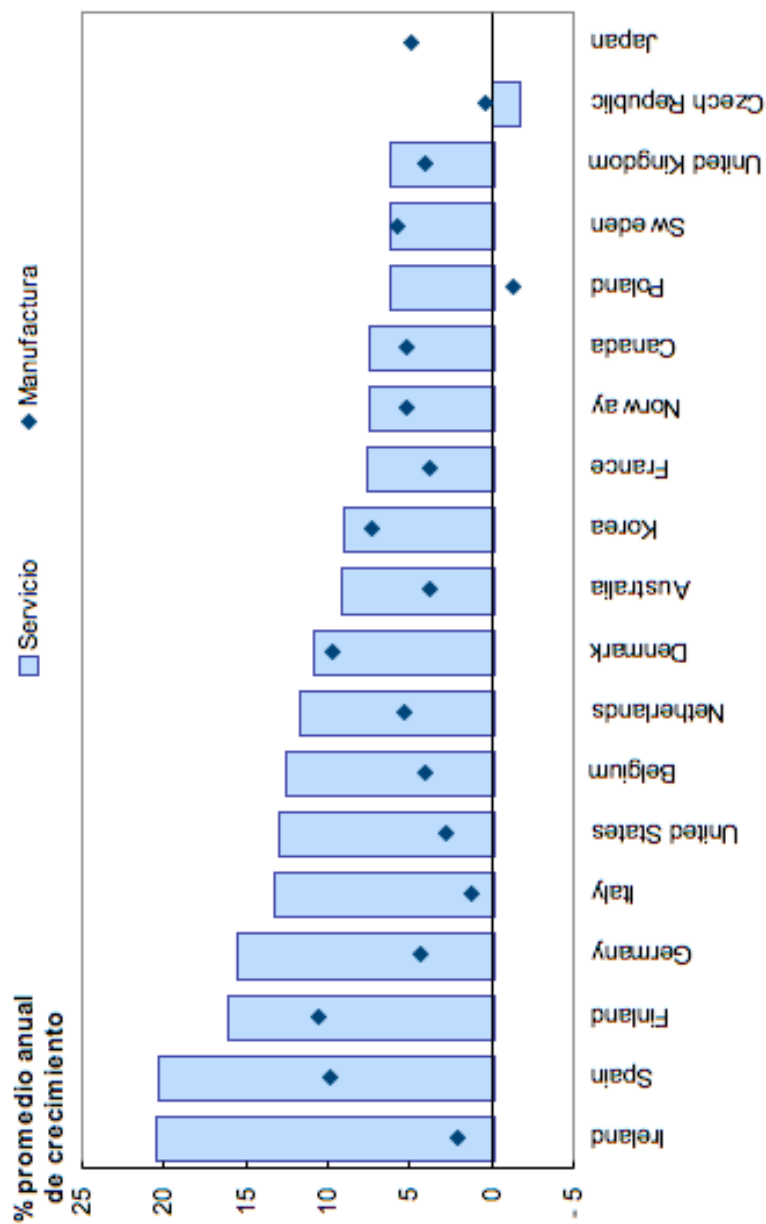
Como se comentó anteriormente el sector va a influir en la cantidad que se dedique a I+D. En la figura 2.5, el sector servicios en comparación al sector de manufactura muestra mayor porcentaje de crecimiento anual en el gasto en I+D (exceptuando a la República Checa), entre 1995 y 2004. España e Irlanda son los países que muestran mayor porcentaje (aproximadamente un 20%) de crecimiento anual en el gasto en I+D en el sector servicios, y España, Finlandia y Dinamarca los países que mayor crecimiento anual (aproximadamente un 10%), tuvieron sus empresas en el sector de manufactura respecto al gasto en I+D, entre 1995 y 2004.

Figura 2.4 Gasto de la empresa en I+D y el porcentaje de empresas con más de 500 empleados.



Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450555012881> consultado el 10 de abril del 2009.

Figura 2.5 Gasto de la empresa en I+D, en relacionados con el servicio y manufactura: 1995 y 2004.

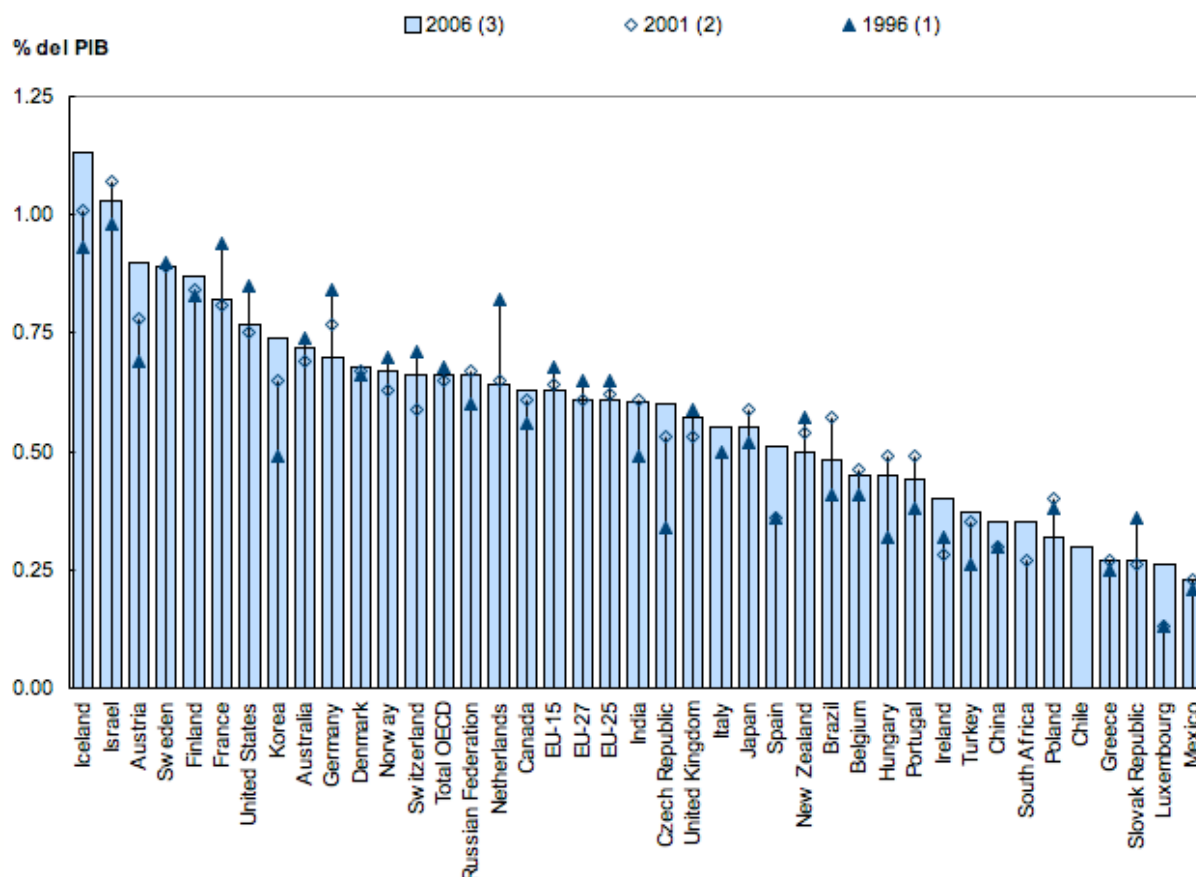


Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450571416672> consultado el 10 de abril del 2009.

El apoyo del gobierno en el financiamiento en I+D, va a ser otro factor a considerar en la influencia en los incrementos (decrementos) del gasto en I+D que realiza la empresa. En la figura 2.6 se observa que en general la participación del gobierno en el financiamiento del I+D (como porcentaje del PIB) va decayendo, ha pasado de ser del 0.68% en 1996 a 0.65% en el 2006. Islandia es el país con mayor porcentaje en el financiamiento en I+D por el gobierno como porcentaje del PIB, teniendo 0.98% en 1996 y del 1.13% en el 2006. Debido a la dificultad para detectar que empresas y en que periodos se tuvo apoyos del gobierno, los estudios en este documento excluyen este factor.

Esta participación del gobierno en el financiamiento en el gasto en I+D de las empresas, puede ser de forma indirecta e indirecta (mediante incentivos fiscales). En la figura 2.7 se observa que 8 de los países apoyan este financiamiento mayoritariamente de forma indirecta y 5 de forma directa, más no hay una correlación entre el tipo de participación directa o indirecta y el porcentaje de participación en el PIB. En otras palabras, si ordenamos los países de mayor a menor participación del gobierno en el gasto en I+D como porcentaje del PIB, podemos encontrar países con un mayor participación del gobierno de forma directa (por ejemplo Estados Unidos) y países con menor participación del gobierno de forma indirecta (por ejemplo Canadá).

Figura 2.6 Financiamiento en I+D por el gobierno: 1996, 2001 y 2006.



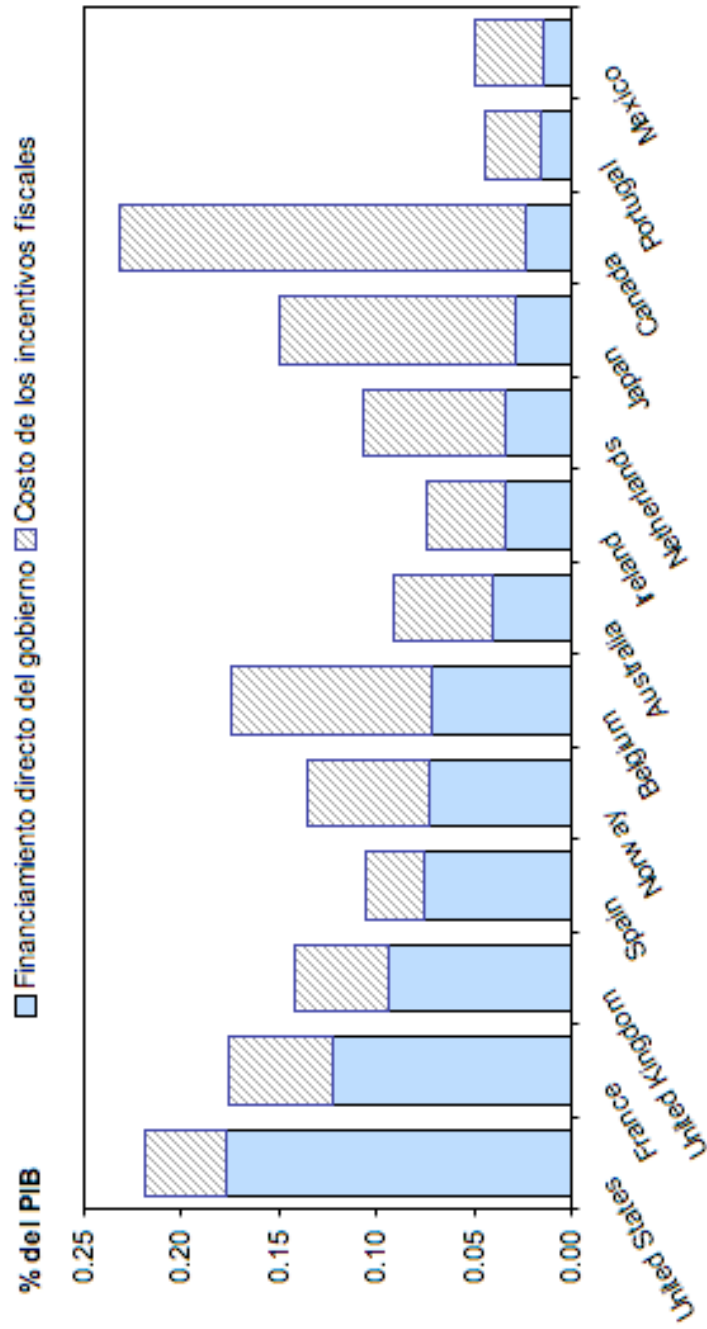
(1) 1997 en lugar de 1996 para Finland, Greece, Iceland, New Zealand, Norway y Sweden; 2000 para Luxembourg y China; 1995 para India.

(2) 2000 en lugar de 2001 para Australia, China, Luxembourg y Switzerland.

(3) 2005 para Belgium, Denmark, France, Germany, Greece, Iceland, Italy, Luxembourg, México, New Zealand, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Total OECD, EU27, EU25, EU15 y South Africa; 2004 para Australia, Brazil y Switzerland; 2003 para Netherlands y Israel; 2002 para India.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450574267371> consultado el 10 de abril del 2009.

Figura 2.7 Financiamiento directo e indirecto del gobierno en I+D para empresas, 2005 (o el último año disponible).



Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450611456265> consultado el 10 de abril del 2009.

En la mayoría de los países de la OCDE el porcentaje de participación de empresas extranjeras en el gasto en I+D se ha incrementado entre 1995 a 2005, en la figura 2.8 se observan incrementos en 17 de 22 países, con una media de 20.12% a 32.06% entre 1995 a 2005.

Las patentes es otro factor de influencia en el crecimiento de la innovación de un país, por lo que existe un creciente interés en los países de la OCDE en adecuar políticas que acojan a las nuevas tecnologías, que prometen oportunidades de crecimiento económico o en la solución de problemas sociales, tecnologías como la biotecnología, nanotecnología, ambientales, entre otras. Por ejemplo en el caso de las solicitudes de patentes sobre energías renovables bajo la clasificación de la OCDE (ver figura 2.9), todas muestran un crecimiento entre 1990 a 2005, sobresaliendo las solicitudes de patentes relacionadas sobre la obtención de energía solar, transformación de la basura y eólica. Al igual que los apoyos del gobierno, el factor número de patentes por empresa se excluye del análisis, y se deja a futuras investigación su impacto.

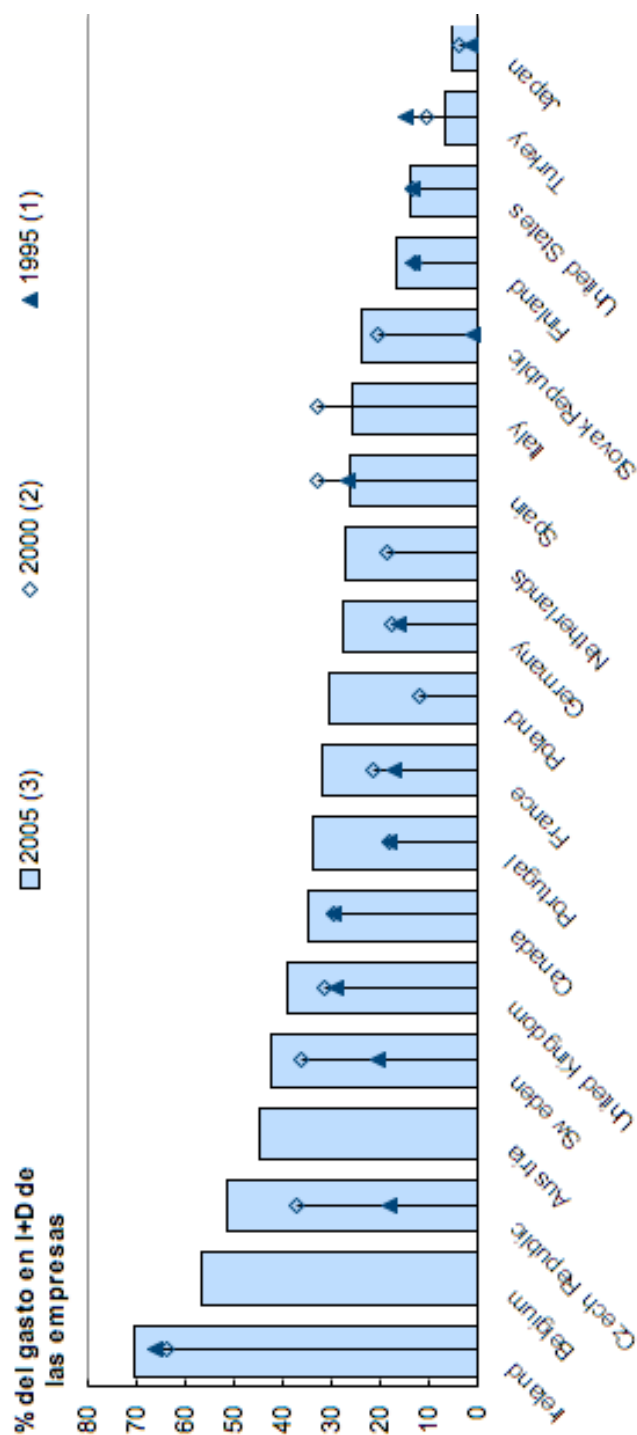
No solo con tener patentes es sinónimo de creación de innovación, se necesita financiamiento. El problema que surge para este tipo de proyectos, es que en las primeras etapas presentan flujos de efectivo negativo, debido a que en esta etapa se crean los productos, y es difícil la obtención de financiamiento (capital semilla). Los activos intangibles, tales como patentes, marcas, procesos innovadores, licencias y franquicias, han llegado a ser cada vez más el tema central en la creación de valor de las empresas. En relación al objetivo de este documento no se diferencia el tipo de activo intangible, sino que se observa el comportamiento del gasto en I+D.

La importancia de los activos intangibles para la creación de valor se refleja en el gasto corporativo, donde la inversión en activos intangibles cada vez más se acerca a los niveles de inversión en activos tangibles (OCDE, 2008). Cada país tiene un marco macroeconómico, legal, regulatorio y financiero, que creará las condiciones para invertir en capital de riesgo (proyectos relacionados con inversiones en activos intangibles).

En la figura 2.11 se observan las inversiones en capital de riesgo durante el 2006, en los países de la OCDE. Israel y el Reino Unido son los que en mayor proporción en inversiones en capital de riesgo tienen (como porcentaje del PIB). En las etapas de desarrollo y expansión del proyecto de inversión es donde la mayor inversión en capital de riesgo se realiza. ¿Qué necesita ver el inversionista para poder invertir a partir de las primeras etapas de un proyecto de capital de riesgo? Es una de las preguntas que este documento avanzará en su respuesta. No obstante, hay una distinción importante dentro de los trabajos de investigación en este documento, el inversionista bursátil a corto plazo y el de largo plazo.

El primero pone su dinero en la empresa por un tiempo (días, meses o a un plazo menor a un año) obtiene un rendimiento y pone a la venta sus activos, puede ser papel de deuda (lo quiere vender antes del vencimiento) o acciones de la empresa. La venta de estos activos posiblemente serán comprados por otro inversionista interesado en el corto plazo o largo plazo. Las consecuencias puede ser una caída del rendimiento de la acción, y dependiendo de su proporción puede indicar un mal desempeño de la empresa para el inversionista. Si sucede lo anterior el capital sigue en la empresa solamente se sustituyó el dueño de esos activos financieros. Este documento pretende avanzar en la comprensión de lo que es importante para el inversionista bursátil cuando se realizan inversiones en I+D, esto ayudará a administradores en la toma de decisiones que ayuden a reflejar el buen desempeño de la empresa mediante el comportamiento de la emisora. Lo que no contempla este documento, es la comprensión de lo que es importante para el inversionista bursátil cuando se realizan emisiones (deuda o capital) relacionadas con I+D, ya sea de empresas de nueva emisión o empresas que coticen desde hace tiempo.

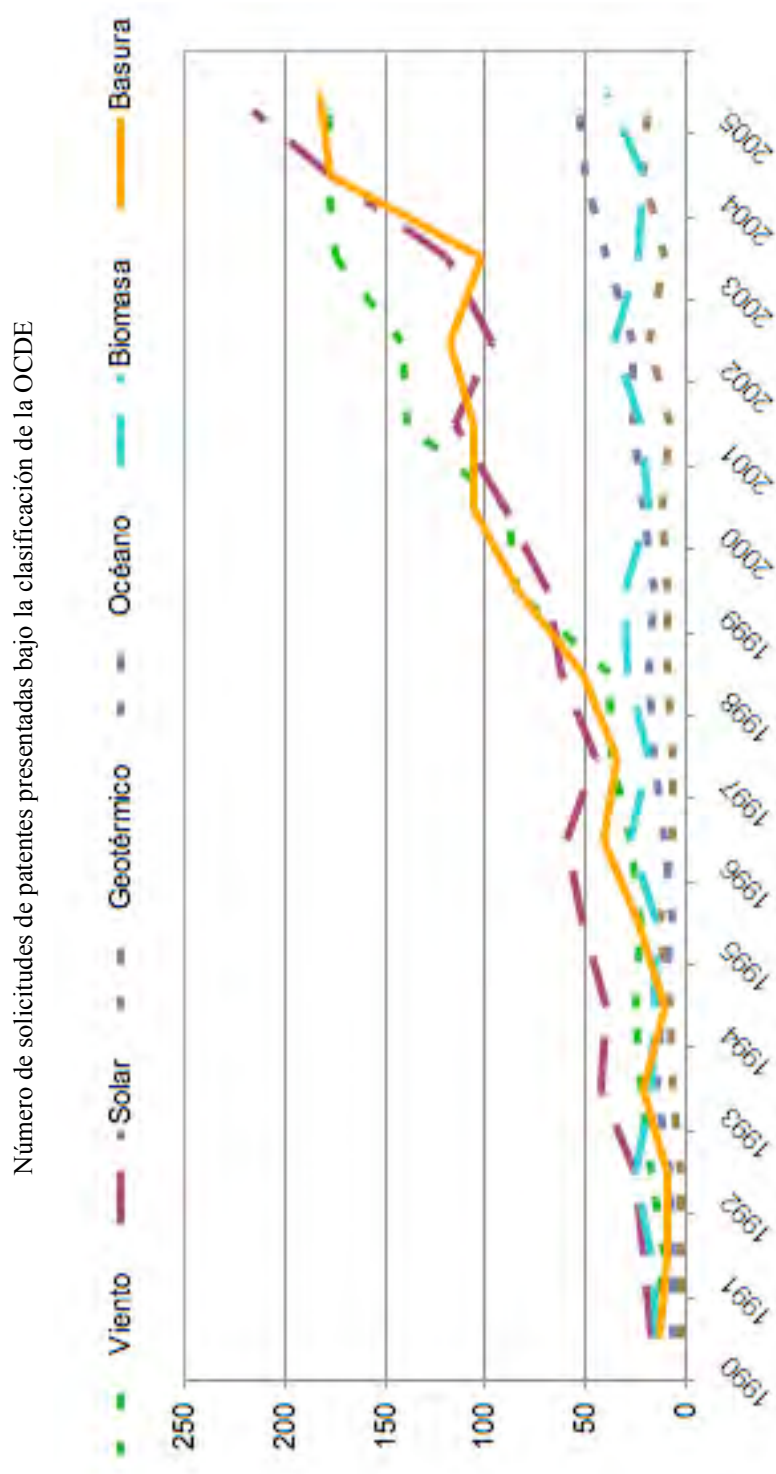
Figura 2.8 Gasto en I+D por empresas extranjeras.



(1) 1996 para Czech Republic; 1997 para Finland and Turkey; 1999 para Portugal.
 (2) 1998 para Hungary; 1999 para Australia, Germany, Greece y Ireland; 2001 para France, Italy, Portugal, Spain, Sweden.
 (3) 2004 para Austria, Canada, Italy, Japan. 2003 para Netherlands. 2002 para Tukey.

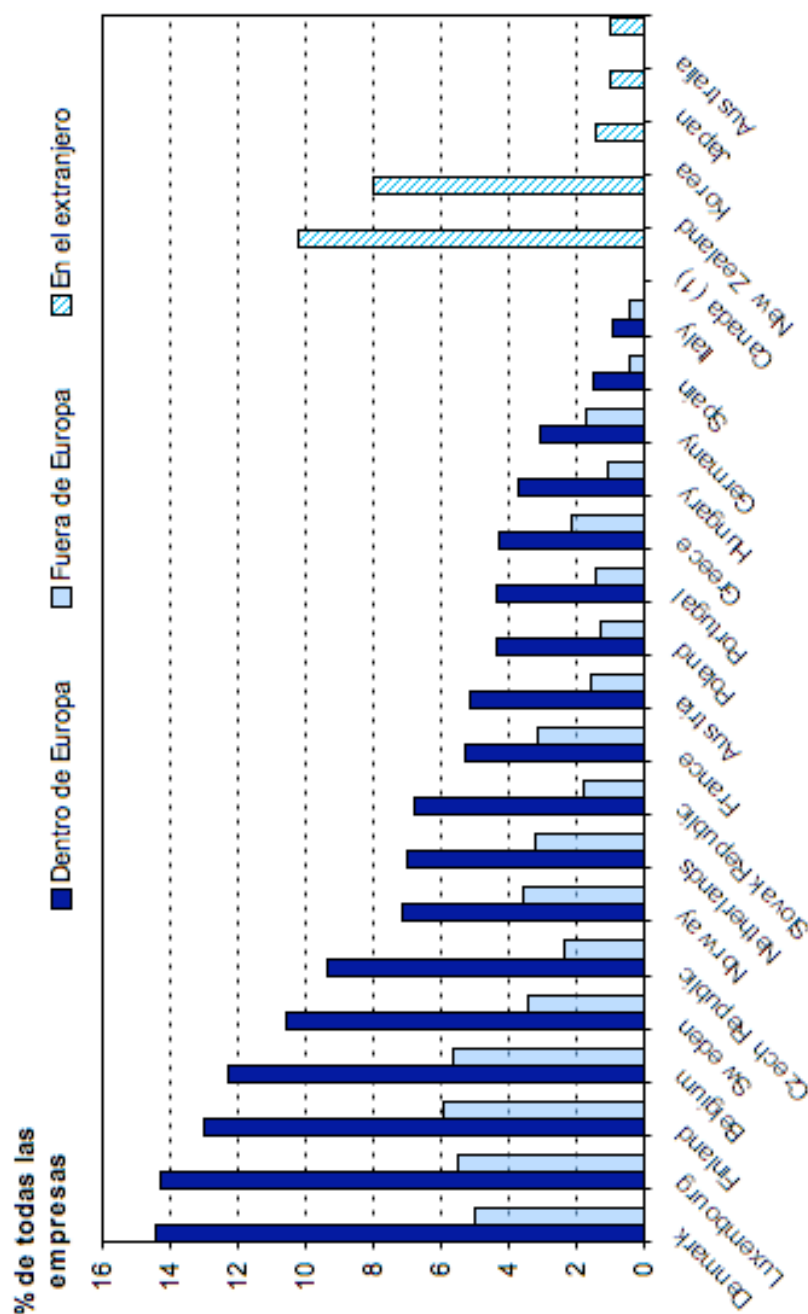
Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450765572046> consultado el 11 de abril del 2009.

Figura 2.9 Patentes de energía renovable, por fuente de energía: 1990-2005.

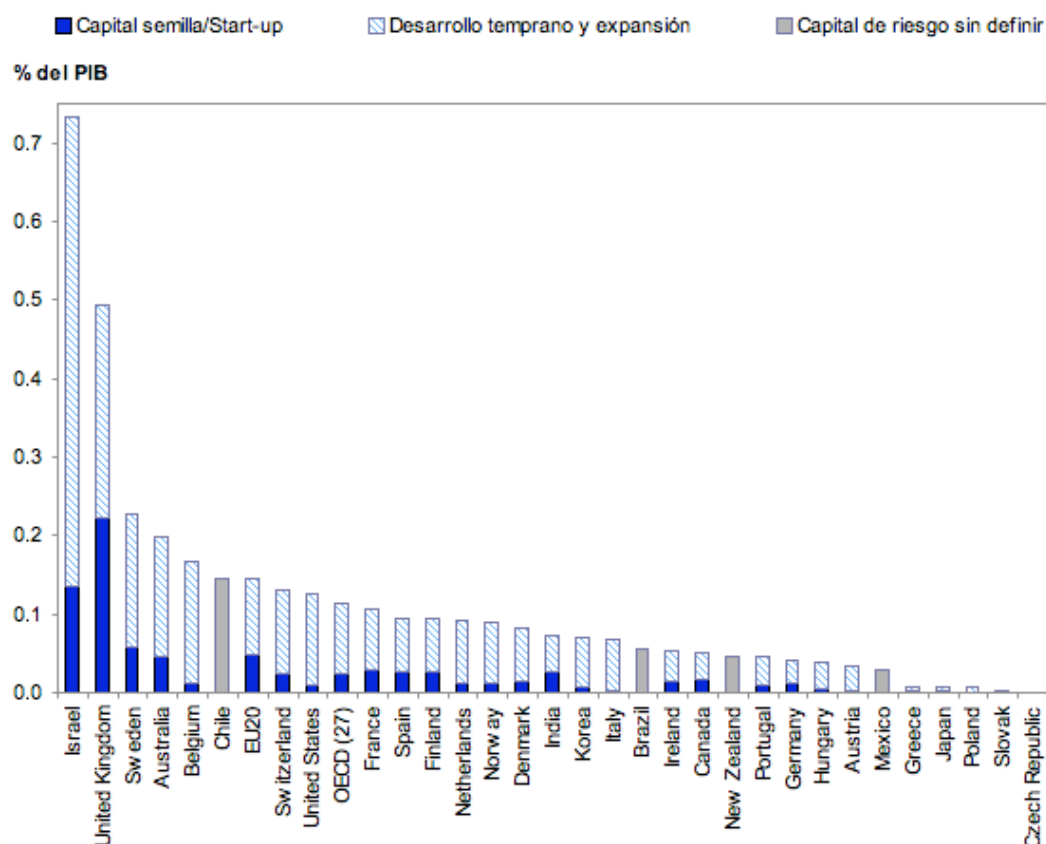


Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/450820142002> consultado el 11 de abril del 2009.

Figura 2.10 Empresas con colaboración extranjera en la generación de innovación: 2002-2004 (o el último año disponible).



Nota: las empresas deben de tener más de un colaborador extranjero. (1) Solamente el sector de manufactura.
Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/451024017671> consultado el 11 de abril del 2009.

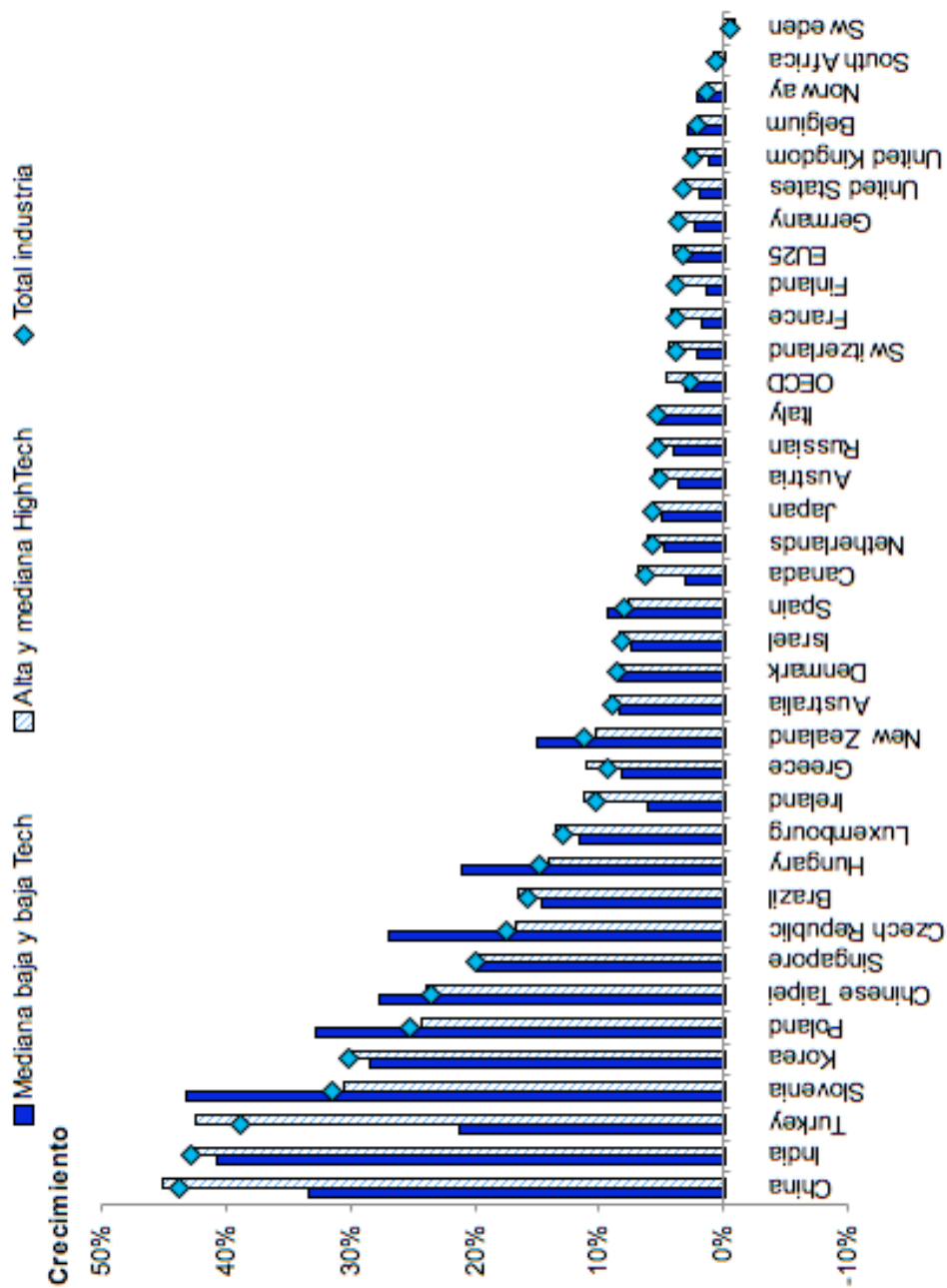
Figura 2.11 Inversiones en capital de riesgo, 2006.

Nota: el capital de riesgo incluye las etapas de capital semilla, start-up, desarrollo temprano y expansión. Se excluyen las siguientes etapas y compras de empresas excepto para Chile, México y Brazil. OECD (27) excluye Luxembourg, Turkey y Iceland.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/451041788408> consultado el 11 de abril del 2009.

No excluye a empresas de mediana y baja tecnología generar conocimiento, base fundamental de un proyecto de innovación (en el capítulo 4 se realiza un análisis del desempeño de portafolios con empresas de baja y alta tecnología). El crecimiento anual promedio de patentes entre 1997 y 2004, a sido mayor en empresas de alta tecnología pero con muy poca diferencia con el resto de empresas (ver figura 2.12). Eslovenia, Polonia, China, Republica Checa, Hungría, Nueva Zelanda y España, son países donde el crecimiento anual de patentes a sido mayor en empresas de mediana y baja tecnología.

Figura 2.12 Crecimiento anual de las patentes: 1997-2004.



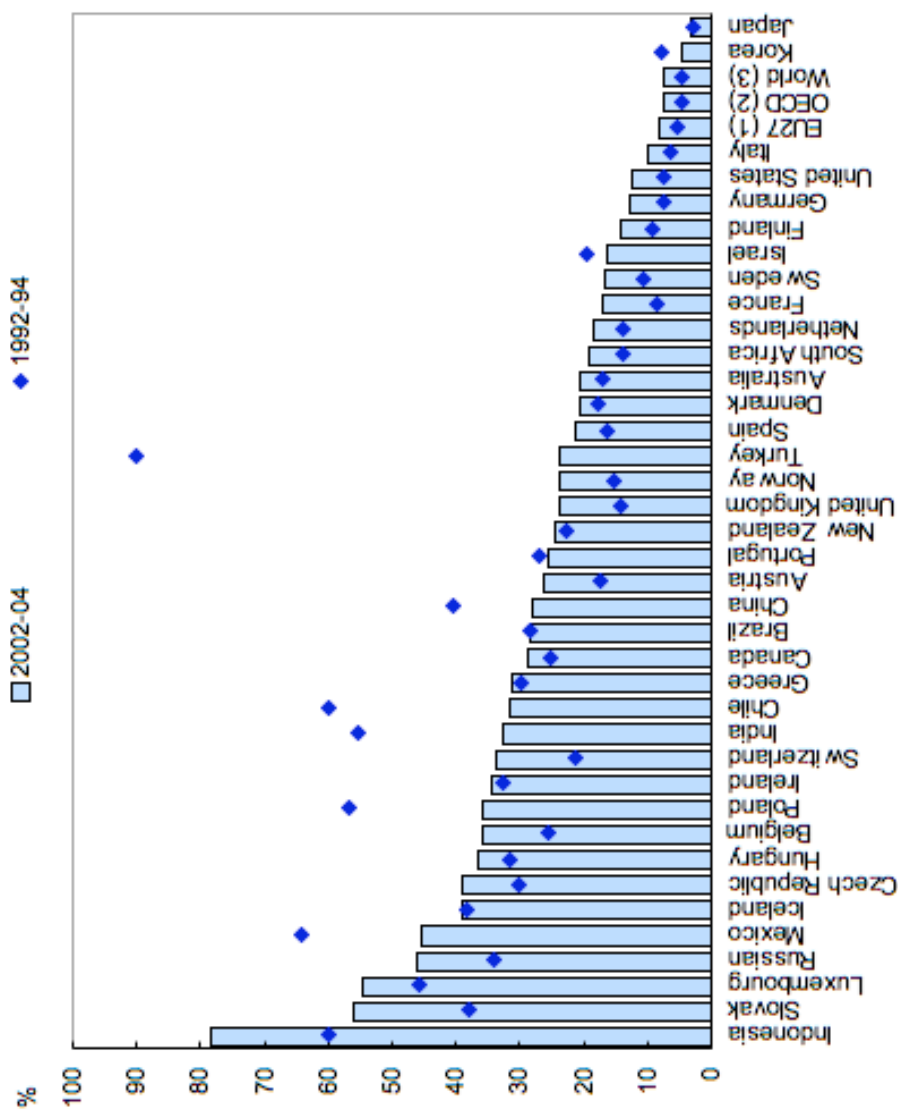
Nota: solo se incluye países que entre 2002-2004 tenían más de 200 PCT (*Patent Co-operation Treaty*).

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/451152124658> consultado el 11 de abril del 2009.

Las patentes pudieron ser impulsadas en colaboración con otros países. Si medimos las patentes que presentan por lo menos una co-autoría extranjera entre el total de patentes y comparamos su comportamiento a lo largo de 10 años. Observamos una aumento en el intercambio de conocimientos y trabajo colaborativo entre países, entre 1992-04 a 2002-04 (ver figura 2.13). Los países que muestran decrementos en esta colaboración son, México, Polonia, India, Chile, China, Portugal, Israel y Corea, siendo Indonesia el país con mayor trabajo colaborativo con extranjeros (78%) y Japón con el menor porcentaje (3%).

Si la innovación ayuda a crear valor en la empresa, ¿cómo está constituido el equipo que genera esa innovación? ¿Existe credibilidad en que los investigadores o un equipo en I+D pueda lograrlo? Las preguntas anteriores no se responden en este documento, pero se deja a futuras investigaciones su estudio. A continuación se da el contexto alrededor de estas preguntas.

Figura 2.13 Patentes con co-inventores extranjeros: 2002-2004 y 1992-1994.



(1) Todas las cooperaciones dentro de la EU están excluidas para EU27.

(2) Patentes de los miembros de la OECD en co-operación internacional.

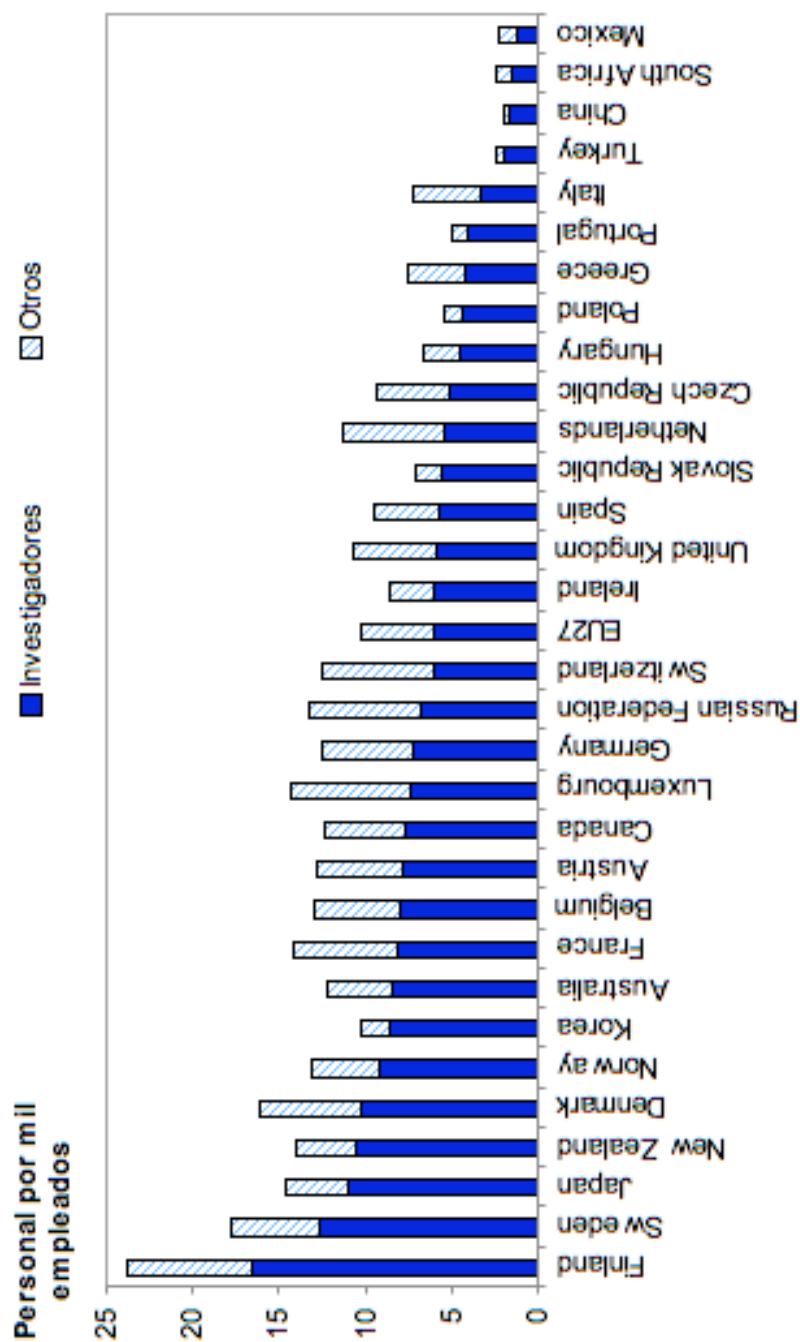
(3) Todas las patentes de la EPO (*European Patent Office*) que envuelven co-operación internacional.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/451223256780> consultado el 11 de abril del 2009.

En la figura 2.14 se observa que en promedio son 7 investigadores con un total de 11 personas en el equipo en I+D, por cada 1,000 empleados. Siendo Finlandia el país con más investigadores, 17 por cada 1,000 empleados y México con menos investigadores en promedio, 1 por cada 1,000 empleados. En promedio el 64% son investigadores en los equipos en I+D. Esto nos puede llevar a pensar 2 cosas, la poca credibilidad en la creación de valor a través de la innovación y/o la poca credibilidad en estos equipos para la creación de innovación.

Si se observa en la historia como los equipos en I+D han crecido (figura 2.15), en la mayoría de países pertenecientes a la OCDE muestran un crecimiento anual promedio entre 1996 y 2006, teniendo los investigadores mayor crecimiento dentro de los equipos que otro tipo de empleado. México entre 1996 y 2005 fue el país que mayor crecimiento (porcentaje de crecimiento anual) tuvo en la cantidad de investigadores, pero ese crecimiento no fue suficiente al estar entre los países con menor cantidad de investigadores por cada mil empleados en el 2006 (ver figura 2.14).

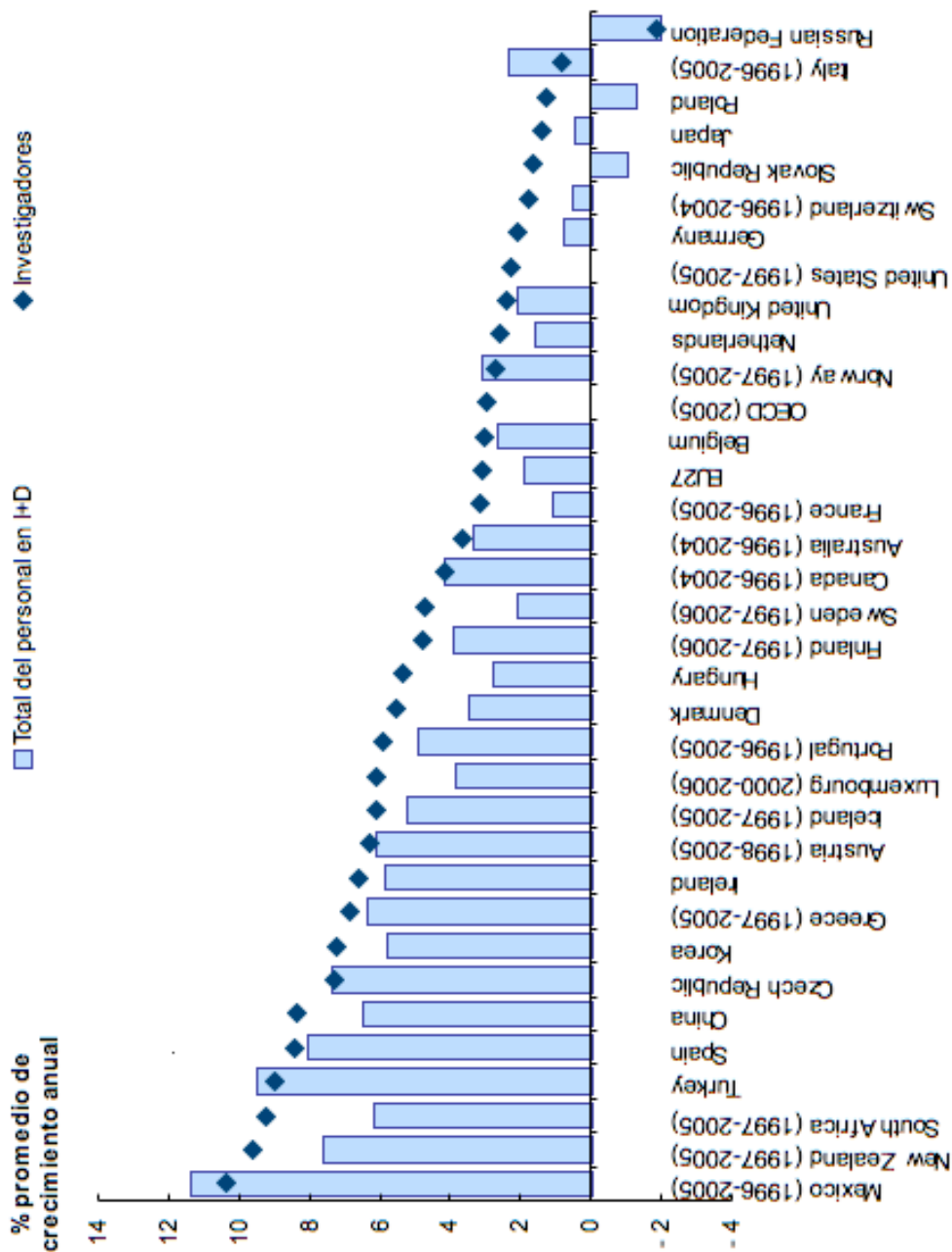
Figura 2.14 Personal en I+D, 2006.



Nota: 2005 en lugar de 2006 para Francia, Italia, México, Nueva Zelanda, Noruega, Portugal y Sudáfrica. 2004 para Australia, Canadá y Suiza.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/451407621458> consultado el 11 de abril del 2009.

Figura 2.15 Crecimiento del personal en I+D: 1996-2006.



Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/451407621458> consultado el 11 de abril del 2009.

2.5 Impacto socio-económico en las inversiones públicas en I+D

Aunque no es uno de los objetivos, el estudio del impacto socio-económico de las inversiones públicas en I+D, este apartado muestra las posibles áreas de interés para los gobiernos en financiar proyectos relacionados con el I+D.

Los países saben que tienen que desarrollar e implementar políticas que ayuden a promover la inversión en I+D tanto en el sector público como del privado. El reto es complejo para el gobierno, como crear, coordinar y medir las actividades de formación, las condiciones para crear un ambiente de seguridad en las innovaciones, el financiamiento y la viabilidad socio-económica de los proyectos en I+D. En la tabla 2.2 se muestran los objetivos en gasto en I+D para diferentes países donde la mayor parte de ellos muestran incrementos en relación al 2006, los cuales al parecer quieren revertir la tendencia decreciente que muestra en el financiamiento en I+D entre 1996 y 2006 (figura 2.6, 0.68% en 1996 a 0.65% en 2006). Contrario a la tendencia que en promedio presenta la empresa (figura 2.3, 0.92% en 1996 y 1.15% en 2006).

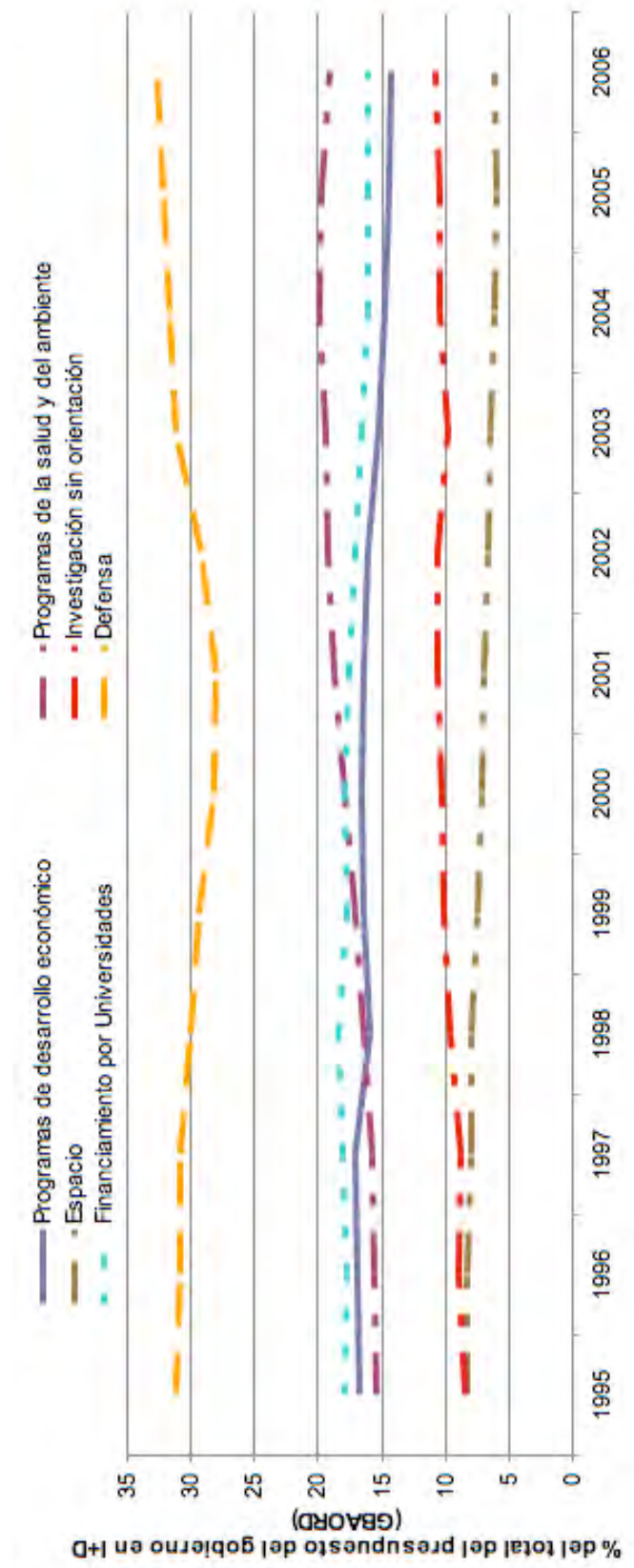
En un intento de medir los impactos sociales en los apoyos en I+D, el Manual de Frascati (OCDE, 2002) identifica 13 categorías de objetivos socio-económicos. Estas incluyen: la exploración y explotación de la tierra; la infraestructura y la planificación general del uso de la tierra, el control y cuidado del medio ambiente; la protección y la mejora de la salud humana; producción, la distribución y la utilización racional de la energía; la producción agrícola y la tecnología; la producción industrial y la tecnología; las estructuras sociales y relaciones; exploración y explotación del espacio; investigación con financiamiento de universidades; investigación no orientada; otro tipo de investigación civil; y defensa (ver figura 2.16).

Tabla 2.1 Objetivos del gasto en I+D.

País/región	Objetivo	Fecha objetivo	Gasto más reciente del PIB en 2006
Austria	3.0% del PIB	2010	2.45%
Belgium	3.0% del PIB	2010	1.83%
Czech Republic	2.06% del PIB	2010	1.54%
Denmark	3.0% del PIB	2010	2.43%
Finland	4.0% del PIB	2011	3.45%
France	3.0% del PIB	2012	2.11%
Germany	3.0% del PIB	2010	2.53%
Greece	1.5% del PIB	2015	0.57%
Hungary	1.4% del PIB	2010	1.00%
Ireland	2.5% del GNP	2013	1.32%
Japan	1% del PIB del sector público	2010	3.39%
Korea	5.0% del PIB	2012	3.23%
Netherlands	3.0% del PIB	2010	1.67%
Norway	3.0% del PIB	2010	1.52%
Poland	2.2 – 3.0% del PIB	2010	0.56%
Portugal	1.8% del PIB	2010	0.83%
Spain	2.2% del PIB	2011	1.20%
Sweden	4.0% del PIB	2010	3.73%
United Kingdom	2.5% del PIB	2014	1.78%
European Union	3.0% del PIB	2010	1.76%
China	2.0% del PIB	2010	1.42%
Russian Federation	2.0% del PIB	2010	1.08%

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/456208744677> consultado el 11 de abril del 2009.

Figura 2.16 Presupuesto público en I+D por objetivos socio-económicos: 1995 y 2006.



Nota: Presupuesto del gobierno por créditos o desembolsos en I+D, GBAORD (*Government budget appropriations or outlays for R&D*).

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/455157882001> consultado el 11 de abril del 2009.

2.6 Análisis microeconómico del desempeño de la innovación

Las encuestas que se realizan a un nivel más específico de empresas (por ejemplo el tamaño, sector, modo de innovar), pueden servir para entender y medir el desempeño de las actividades de innovación, y así crear indicadores y políticas que ayuden a impulsarla.

Analizando esta microinformación por la OCDE (2008), se observa que la innovación en las empresas va más allá de la innovación tecnológica y de la propia generación tecnológica. Se encontraron por lo menos 3 modos de innovación en los países (serie de actividades que impulsan el agrupamiento de un mismo grupo de empresas hacia la innovación).

1. La creación de una innovación desconocida para el mercado (I+D y la elaboración de patentes).
2. La modernización de procesos que incluye el uso de tecnologías fijas (adquisiciones de maquinaria, equipo y software) y la capacitación del personal.
3. El agrupar las estrategias de innovación organizacional y las relacionadas con mercadotecnia.

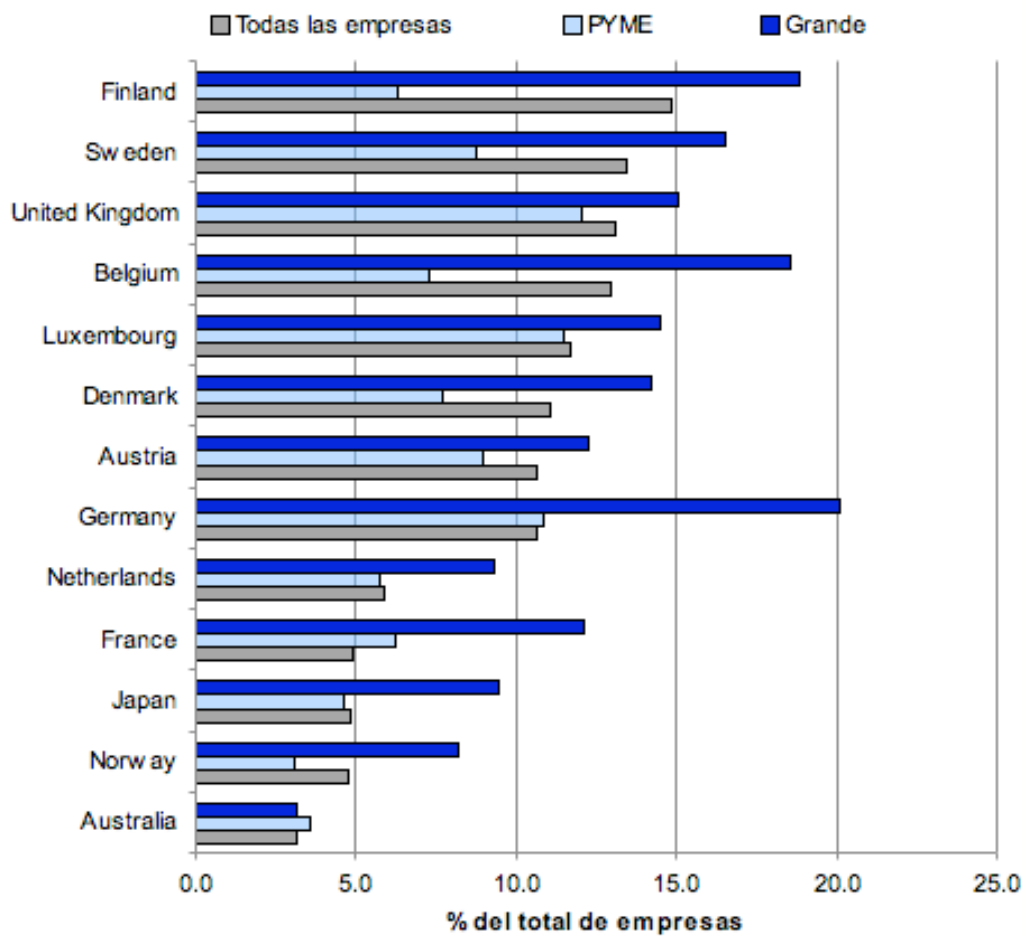
Entre el 2002 y 2004 Finlandia es el país que tiene el mayor porcentaje de empresas, por volumen de ventas con innovaciones de productos (ver figura 2.17), cercano al 15% siendo el promedio de 9.3%. En los países analizados las empresas grandes son las que representan mayor porcentaje de innovaciones en sus productos en su volumen de ventas (13.2% en promedio), excepto por Australia.

Las políticas de innovación ayudan a incrementar la innovación formal (son aquellas actividades orientadas al desarrollo de nuevos productos y procesos) y en colaboración. Por lo que se pueden identificar 4 tipos de empresas:

- Innovadora (formal) en colaboración, donde algunas o todas las actividades de I+D y difusión se realizan en colaboración con otras empresas.

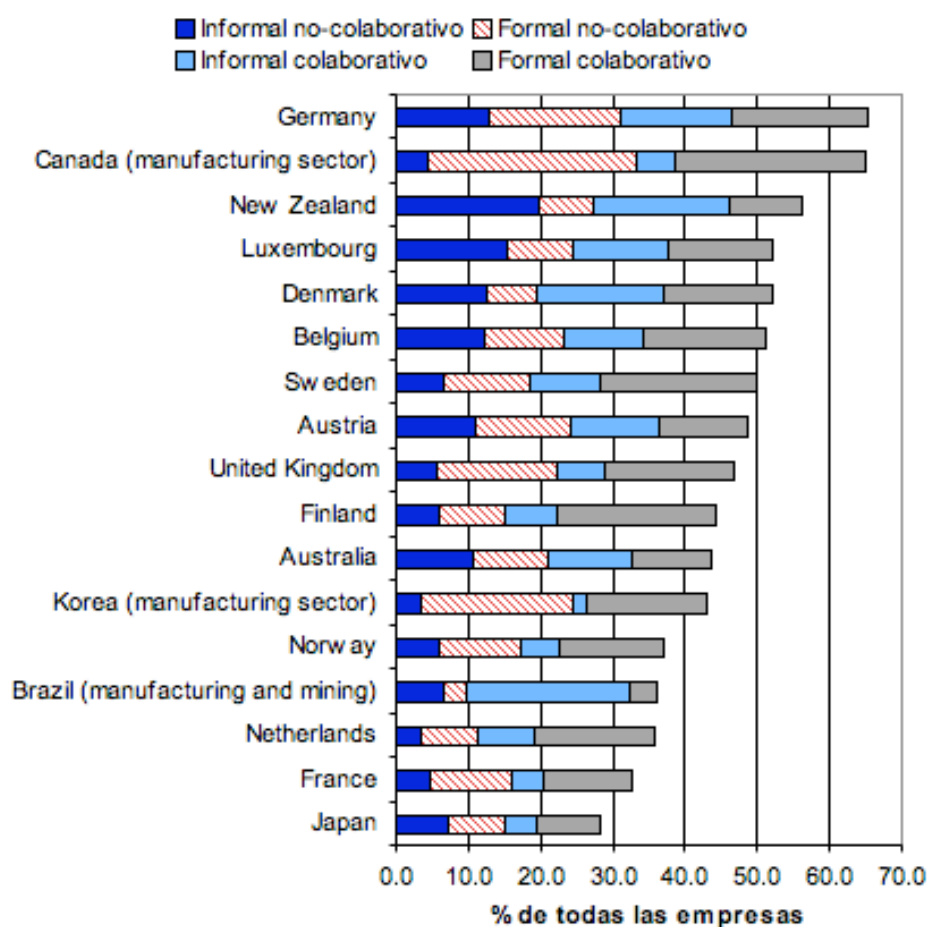
- Innovadora (formal) sin colaboración, donde todas las actividades de I+D y difusión las realizan solo la empresa.
- Innovadora informal en colaboración, donde las actividades de I+D no las realiza un grupo de empresas sino que tiene acceso a conocimiento externo.
- Innovadora informal sin colaboración, donde las actividades de I+D no las realiza la empresa sino que tiene acceso a conocimiento externo.

Figura 2.17 Porcentaje del volumen de ventas con innovaciones de producto: 2002-2004.



Nota: el umbral son 20 empleados y más de \$250,000 USD de ingresos.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/455504521271> consultado el 11 de abril del 2009.

Figura 2.18 Estatus de la innovación: 2002-2004.

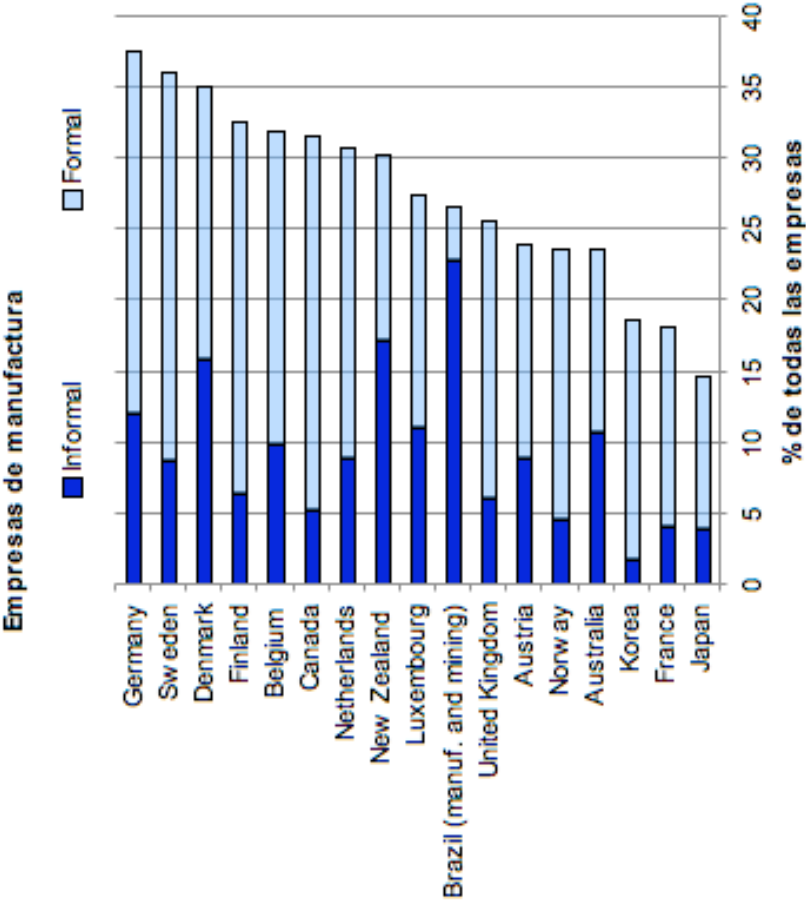
Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/455556634007> consultado el 11 de abril del 2009.

En la figura 2.18 se encuentran los porcentajes de empresas, en relación a como se crea la innovación, ya sea formal, informal, en colaboración y sin-colaboración. Los promedios relacionados con la empresas del tipo formal e informal en colaboración son superiores (15.3% y 10.2% respectivamente), al tipo de empresas formal e informal sin colaboración (12.2% y 8.7% respectivamente), pero no queda claro si influye más la colaboración o la innovación formal. Si se observa el 50% de los países con mayor porcentaje de empresas, se observan las mismas conclusiones que el porcentaje general.

La misma conclusión se obtiene para el 50% de los países con menor porcentaje de empresas, con la diferencia en que los porcentajes de empresas del tipo formal e informal, tienen una diferencia mayor en comparación a las diferencias observadas en el 50% de los países con mayor porcentaje de empresas. En otras palabras en los años analizados, favorece la colaboración por encima de la no-colaboración, además si ésta es formal mejora (no en la misma proporción al ser en colaboración) sobre la informal.

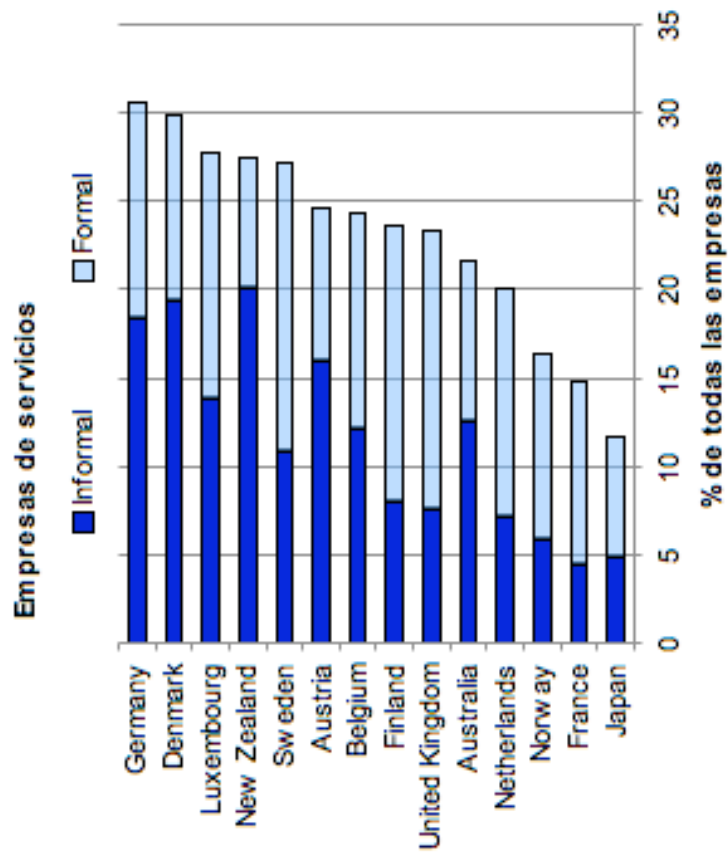
¿Lo anterior es lo mismo en todos los sectores económicos? En la figura 2.19, 2.20 y 2.21 se observa el porcentaje de empresas del tipo formal e informal, para el sector de manufactura y servicios, respectivamente. El sector manufactura tienen mayor porcentaje de empresas del tipo formal, siendo la mayoría del tipo informal para el sector servicios. Aunque lo anterior no solo refleja empresas bursátiles, empresas donde se limita el estudio de este documento, nos podemos cuestionar si ¿el inversionista prefiere ciertos sectores económicos?

Figura 2.19 Empresas que colaboran en la innovación: 2002-2004.



Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/455637631674> consultado el 11 de abril del 2009.

Figura 2.20 Empresas que colaboran en la innovación: 2002-2004.

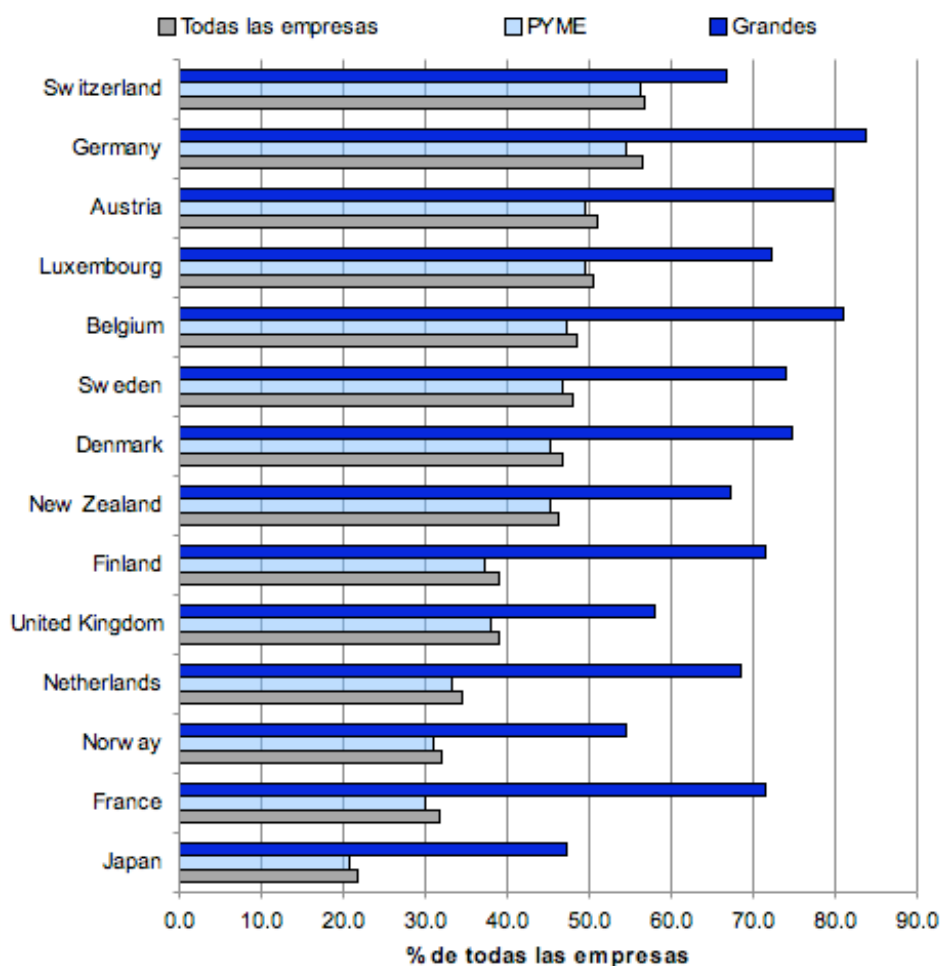


Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/455665203557> consultado el 11 de abril del 2009.

Por tanto, según lo analizado en este apartado, la innovación dentro de los países de OCDE se ha beneficiado del crecimiento económico en los años analizados (1996-2006). Aunque ha disminuido el crecimiento en I+D éste se mantiene positivo en el tiempo. A mayor globalización de las actividades de un país, mayor es el crecimiento del I+D proveniente de filiales o subsidiarias o co-autores del extranjero. Existe un crecimiento superior en la demanda de investigadores en comparación al crecimiento en el empleo. La colaboración es el factor de mayor influencia en la creación de la innovación. Además los objetivos gubernamentales han beneficiado al crecimiento de los presupuestos públicos en materia de I+D, ya sea directa o indirectamente (beneficios fiscales). Los impactos socio-económicos de la I+D han sido parte de su evaluación, aunque no queda muy claro la forma de medirlo.

En el siguiente apartado se contextualiza de lo que es el I+D y los gastos de empresas en I+D, dentro de la valoración económica de proyectos en I+D en la empresa.

Figura 2.21 Empresas con una innovación en producto o en sus procesos: 2002-2004.



Nota: el umbral son 20 empleados y más de \$250,000 USD de ingresos.

Fuente: OCDE (2008), Science, Technology and Industrial Outlook. <http://dx.doi.org/10.1787/455320502286> consultado el 11 de abril del 2009.

2.7 Valoración económica de proyectos en I+D dentro de la empresa⁵

La toma de decisiones sobre invertir o no en un proyecto de inversión lleva a crearnos una expectativa de beneficio futuro. Para encontrar este beneficio de invertir en un momento dado —es posible que el costo de esperar lleve a la aceptación (Dixit y Pindyck, 1994)— se requiere saber las fuentes de valor, de riesgo, costo y el comportamiento del proyecto frente a otros competidores y/o proyectos (consecuencias de las acciones tomadas). Al momento de tomar decisiones la información es asimétrica y está relacionada una con otra; por ejemplo, no se puede hablar de valor sin tomar en cuenta el riesgo.

Según el método elegido, se puede incorporar en la valoración las diferentes fuentes de valor, riesgo, incertidumbre, costos y el comportamiento del proyecto durante su vida. Conocer bien estas fuentes y los alcances del método elegido contribuirá a mejorar el desempeño en la toma de decisiones en las diferentes etapas de madurez del proyecto. Cabe aclarar que durante estas etapas se van presentando decisiones de la forma de una opción call, donde el inversionista tiene el derecho, mas no la obligación, de seguir o no con el proyecto; los trabajos realizados por Black y Scholes (1973), Merton (1973), Cox, Ross y Rubinstein (1979) derivan la fórmula para la valoración de opciones para casos donde se conocen las distribuciones de probabilidad de eventos futuros.

Dixit y Pindyck (1994) utilizan la optimización dinámica para la toma de decisiones secuenciales en la vida del proyecto. Durante esa vida se presentan diferentes opciones de seguir o no con el proyecto. La relevancia de la valoración de proyectos consiste en verificar la viabilidad en la recuperación del capital invertido, además de un rendimiento asociado a un riesgo asumido. El método de valoración mediante el descuento de flujos de caja menos su inversión (valor presente neto, VPN) es el más aplicado, éste no toma en cuenta la volatilidad de las variables en el tiempo. En la vida del proyecto se presentan variables como costos, ventas, tasas de interés, entre otras, así como diversas opciones de

⁵ Este apartado se encuentra publicado parcialmente en Samaniego *et al*, 2009 y Samaniego, 2010.

decisión (flexibilidad). Este método presenta limitaciones en el momento de valorar el impacto de la incertidumbre de estas variables.

Otra alternativa relacionada con el VPN es el método de opciones reales (ver ecuación 1) que toma en cuenta las diversas opciones (flexibilidad) para poder alterar el curso de una acción planeada en el futuro, dada la información disponible en ese momento; existen distintas posibilidades como ampliar nuevos productos o mercados, de vender el proyecto, de abandonar el proyecto, de diferir el comienzo del mismo, entre otros.

$$VPN = VP_{\text{sin flexibilidad}} + VP_{\text{flexibilidad}} - II \quad (2.1)$$

donde

VPN - valor presente neto del proyecto

$VP_{\text{sin flexibilidad}}$ - es el valor presente del proyecto

$VP_{\text{flexibilidad}}$ - es el valor presente de las opciones que presenta el proyecto

II - es la inversión inicial

El riesgo prácticamente imposible de probabilizar nos lleva a suponer distribuciones de probabilidad (procesos estocásticos) para acontecimientos futuros, lo que deja a un lado posibles acontecimientos debido a que los forzamos a que estén dentro de una distribución de probabilidad, por lo que estaremos frente a problemas híbridos, donde tendremos información cierta (se conoce la distribución de probabilidad) e incierta (se desconoce la distribución de probabilidad), según sea el caso. Una relación de los métodos utilizados para la valoración de proyectos I+D y para la valoración de Knowledge-based enterprises (KBes), se encuentra en Johnson, Neave y Pazderka (2002).

2.7.1 Valoración de la incertidumbre

Existe dentro de los proyectos de I+D información incompleta e imprecisa; además, comprometer dinero o recursos dificulta la toma de decisiones. Los datos económicos y financieros exhiben dependencias que, frecuentemente, resultan de difícil modelización. Al

final, todo depende de la habilidad para valorar el riesgo e incertidumbre frente a los beneficios y desventajas proyectados. Esta información desde el punto de vista de la teoría de los conjuntos borrosos ve una ambigüedad o vaguedad entre la información y la falta de información. Cuando no se está seguro de la información se recurre a una forma probabilística, con la cual se tendrían dos puntos de vista: el borroso diría “la información es borrosa o incierta”; el probabilista señalaría “la información es inexacta o riesgosa” (Kosko, 1995).

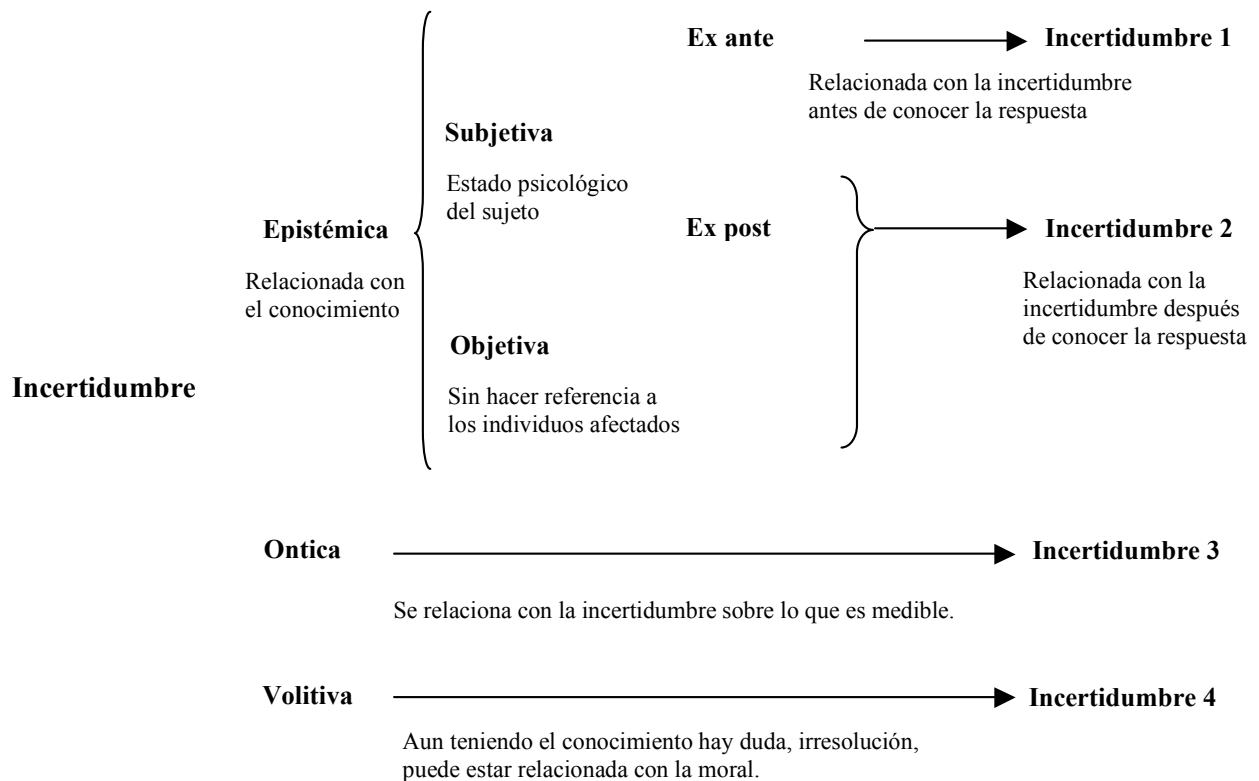
Es necesario aclarar que a mayor precisión (grado) de la información, mayor borrosidad; en otras palabras, a mayor grado de precisión, mayor información; a mayor información mayor borrosidad; con más información se describen mejor los hechos. Por otra parte, la probabilidad es bivalente, un elemento puede pertenecer o no a un conjunto. Los conjuntos borrosos aparecen cuando un elemento pertenece parcialmente a un conjunto, pueden ser multivalentes, tienen cierto grado de pertenencia. Por ello, la probabilidad excluye información (dice si pertenece o no, excluye el grado de pertenencia), en cambio los conjuntos borrosos no porque tienen cierto grado de pertenencia. La lógica borrosa consiste en razonar con conjuntos borrosos; el conjunto borroso es la expresión de la información y la lógica borrosa el manejo de esta información.

La lógica borrosa y las redes neuronales son herramientas que nos ayudan a comprender las imprecisiones, detalles pequeños y aspectos profundos de los diferentes hechos, sistemas, procesos y valores, políticas y objetivos. Asimismo, son herramientas que ayudan a predecir la interacción y desenvolvimiento de sucesos complejos para poder resolver problemas y visualizar otros todavía no conocidos. Esta determinación está captada por la teoría del caos. La teoría borrosa confirma esto, además menciona que todo es cuestión de grado (Kosko, 1995).

Innovar requiere crear algo nuevo, lo que trae consigo riesgos e incertidumbre. Una organización innovadora para tomar decisiones requiere saber calcular y valorar los riesgos y la incertidumbre (Adair, 1992). Por ello, se insiste en el uso de la teoría de conjuntos

borrosos para la selección de proyectos de I+D. Son cuatro los tipos de incertidumbre que se presentan (Ramírez, 1998), los cuales se exponen a la derecha de la figura 2.22.

Figura 2.22 Tipos de incertidumbre

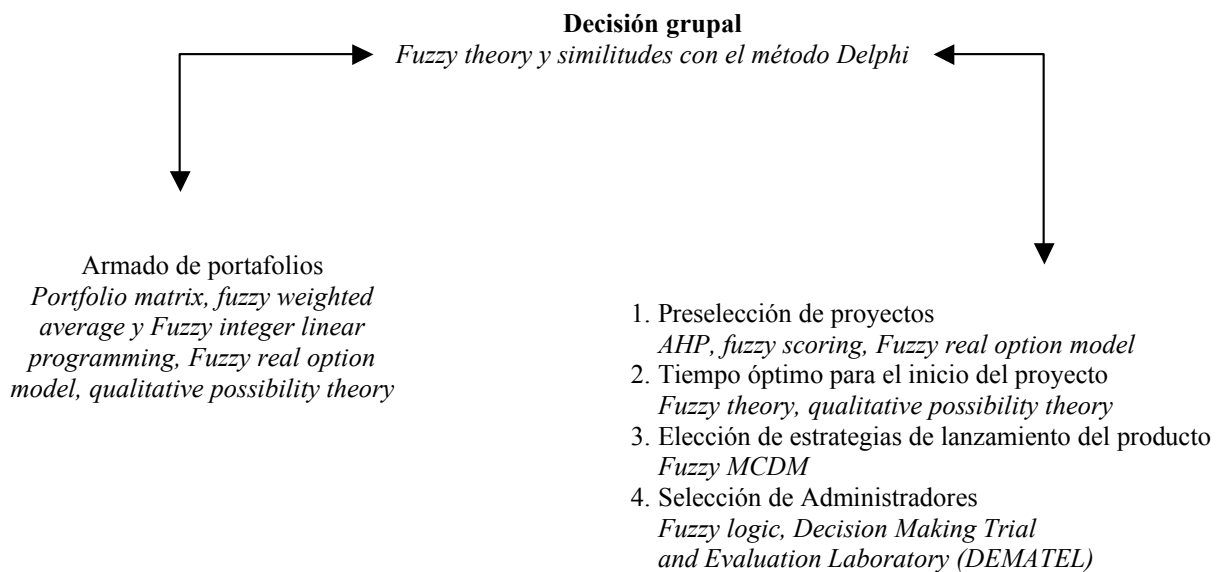


Fuente: Ramírez (1998) y elaboración propia.

En la figura 2.23 se observan los conceptos y metodologías encontradas en Samaniego (2010). Éstos son un referente en la creación de un modelo de decisión en la selección y asignación de recursos a proyectos de I+D. De forma global se puede analizar el problema de selección en dos áreas: por una parte, decisión grupal donde se retroalimenta a los proyectos y se seleccionan; y, por otra, cómo administrar este portafolios de proyectos. Es muy importante tanto seleccionar proyectos como observar las relaciones de riesgo entre ellos y las proporciones en cómo se invierte; esta combinación puede aumentar el riesgo de la empresa, por ejemplo, invertir grandes montos en proyectos con una alta correlación. En la selección de proyectos se encontraron cuatro áreas de

análisis: 1) la preselección de proyectos, donde las variables de entrada son los flujos de efectivo y las diferentes opciones que puede tomar el proyecto durante su vida sin considerar a las personas involucradas, el tiempo óptimo de inicio y la elección de estrategias de lanzamientos de productos o servicios, entre otros; 2) el tiempo óptimo para el lanzamiento del producto; 3) la elección de estrategias en el lanzamiento del producto, lo anterior puede llevar a que un producto o servicio se convierta en innovación; y 4) la selección de administradores o capital humano que actuará en el cumplimiento de objetivos. Los puntos anteriores se complementan para la selección de proyectos, además, pueden utilizarse en la mejora de las propuestas en proyectos de I+D.

Figura 2.23 Relación de conceptos y metodologías en la selección de proyectos en I+D



Al final lo que se tiene en la valoración de proyectos son flujos de efectivos proyectados con diferentes niveles de riesgo e incertidumbre, cuyos flujos de efectivos se verán sensibles a los movimientos futuros de las tasas de descuento utilizadas para valorar estos proyectos. El siguiente apartado se presenta la contrastación de una metodología para

estimar los cambios en las tasas de interés, la cual puede ser un apoyo en la estimación de las tasas de descuentos utilizadas en la valoración de proyectos en I+D.

2.7.2 Tendencia de la tasa de descuento en proyectos de inversión

Los flujos de efectivos de un proyecto de inversión son sensibles a las tasas de descuento utilizadas para valorar estos proyectos. Las tasas de interés (en la práctica se le suma una prima de riesgo que depende del tipo de proyecto) a diferentes plazos se encuentran reflejadas en la estructura temporal de las tasas de interés (ETTI).

El análisis de componentes principales (ACP) nos ayuda a resumir gran cantidad de información, en una cantidad menor de factores o componentes, los cuales se agrupan mediante ponderaciones (combinación lineal) de las variables originales (en nuestro caso los diferentes plazos considerados, en la ETTI). Todo esto con el propósito de facilitarnos la interpretación de esa información.

La descomposición de los factores que afectan la ETTI, se ha hecho a través del ACP. Algunos trabajos en el área de Finanzas son: Knez, Litterman y Scheinkman (1994), miden e interpretan los factores comunes del mercado de dinero en E.U.A., donde cuatro factores explican el 90% de varianza. James y Webber (2000) utilizan ACP para calibrar el modelo de Heath, Jarrow y Morton, para la predicción de la ETTI. Rodríguez (1997), analiza la ETTI para varios países, teniendo resultados similares con trabajos anteriores.

Los resultados para México, son similares a los trabajos anteriores (Samaniego *et al.*, 2009). Donde tres factores explican en un porcentaje elevado la variabilidad de las tasas de interés (ver figura 2.24).

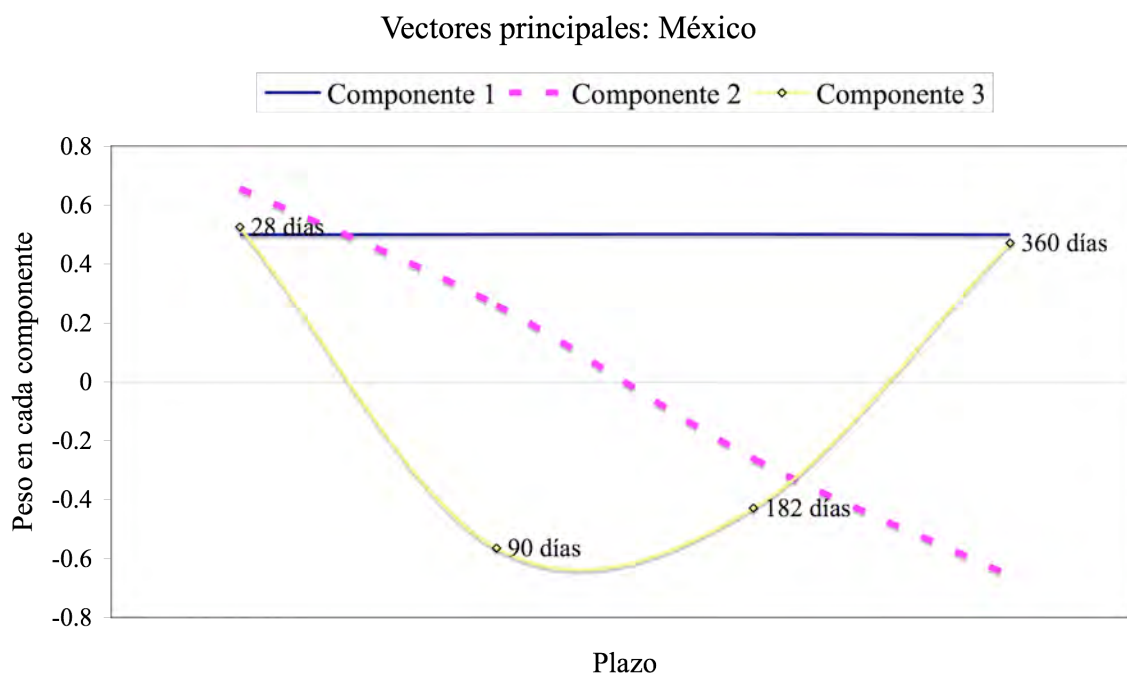
1er Factor: Cambios paralelos en la curva de tipos. Este factor tiene el mismo signo y diferencias muy pequeñas entre cada plazo (línea azul en la figura 2.24).

2do Factor: Cambios en la pendiente. Debido a que el signo de los tipos de menor plazo es diferente contra los tipos de mayor plazo (línea rosa en la figura 2.24).

3er Factor: Cambios en la curvatura de la curva de tipos. Donde las magnitudes son de diferente signo para las tipos medios en comparación a los tipos de mayor y menor plazo (curva amarilla en la figura 2.24).

Figura 2.24 Vectores principales para México: 1998-2007.

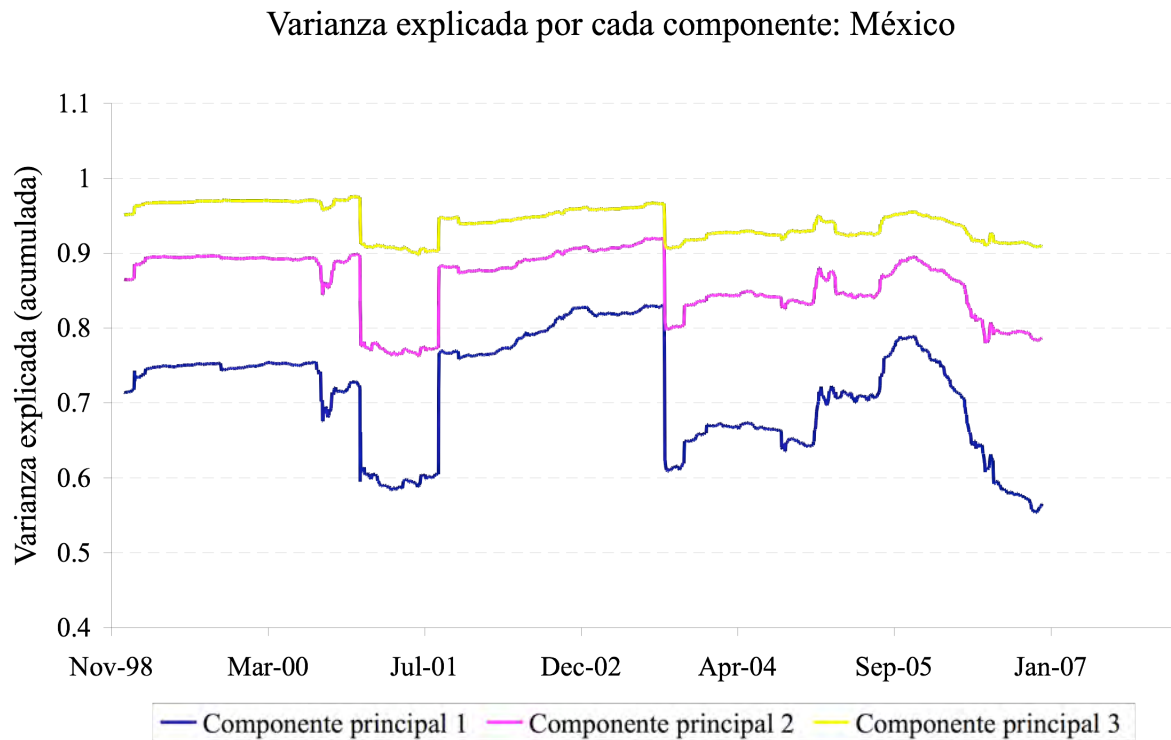
Cada componente indica un factor de riesgo implícito en las tasas de interés. La base de datos utilizada fue Thomson Datastream database (códigos: MXSCM28(IR),MXSCM90(IR), MXSCM182(IR), MXSCM360(IR)).



En Rachlin (2006) se presenta una metodología gráfica para estimar el cambio de tendencia de los rendimientos de un índice de bolsa mediante la utilización del ACP. Donde un cambio alto en el porcentaje de varianza explicada por ACP, a través del tiempo, nos

indica un cambio en la tendencia de los rendimientos del índice de bolsa. En esta sección se aplicará a la ETTI (en la figura 2.25 se observa el porcentaje de varianza del ACP para las tres componentes, donde claramente se observan los cambios altos en el tiempo de las tres componentes) para tratar de estimar un cambio en la tendencia de la tasa de interés a 28 días.

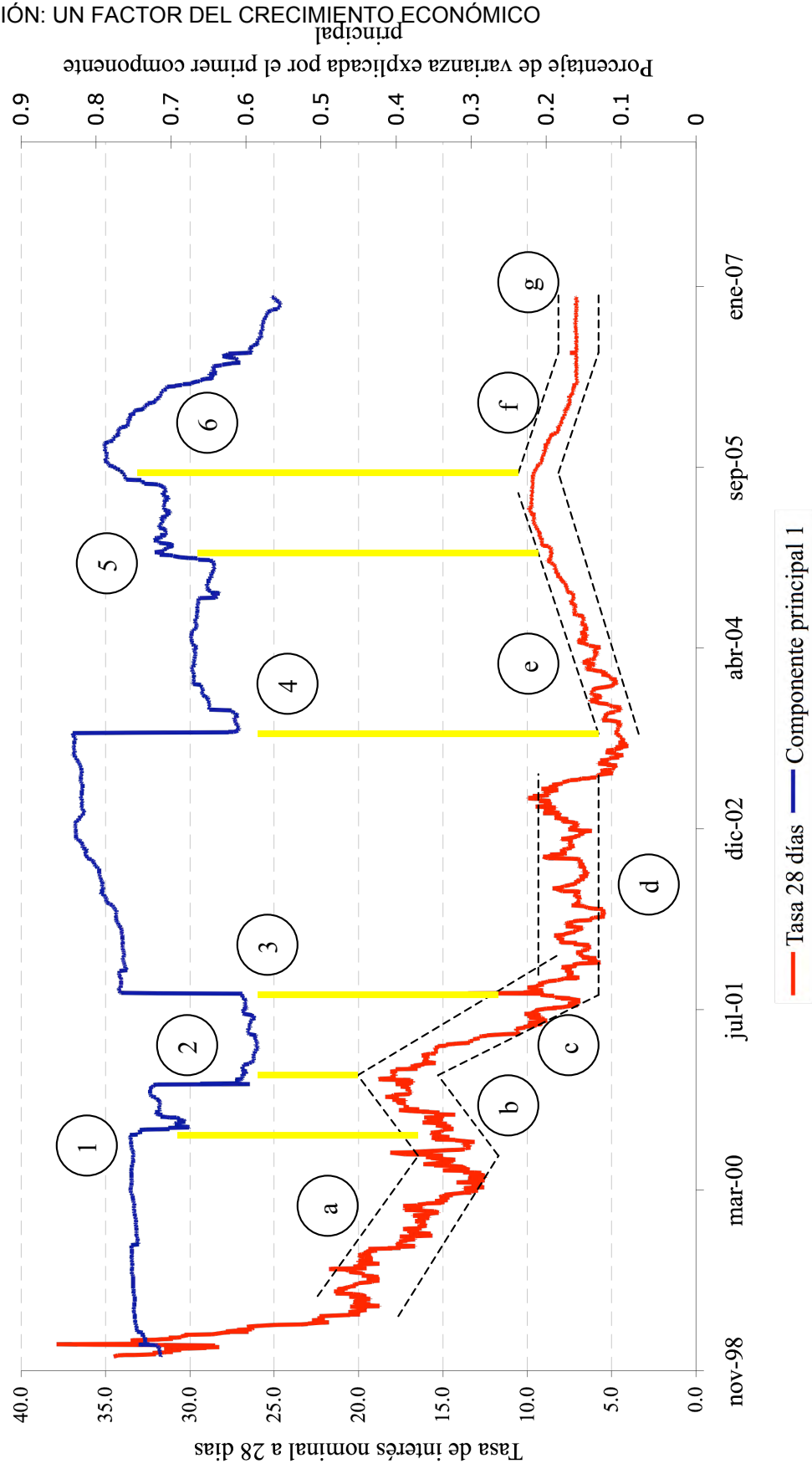
Figura 2.25 Varianza acumulada que explica cada componentes principales, 515 observaciones dinámicamente utilizadas.



Para la contrastación del modelo de Rachlin (2006) aplicado a la ETTI, se aplicó dinámicamente ACP, con una ventana de 2 años sobre datos diarios (515 observaciones) entre noviembre de 1998 y enero del 2007, para México. En la figura 2.26 se observa en letra la tendencia de la tasa a 28 días y con número cuando suceden cambios altos en la componente principal.

Figura 2.26 Contrastación gráfica del modelo de Rachlin, 2006

Comparativo: Tasa de interés (28 días) vs Primera componente principal, México



Se observa que en los seis cambios altos que tuvo la primera componente principal, el quinto cambio indica un error, además de no predecirse la tendencia “g”. Lo anterior no es suficiente para aceptar o rechazar dicho modelo, por lo que se deja a futuras investigación avanzar en el tema. Esta sección nos introduce a la complejidad en la valoración de proyectos de inversión desde el punto de vista de la empresa, en las secciones posteriores se analiza desde el punto de vista del inversionista del mercado de valores.

2.8 Conclusiones

La competencia crea mayores oportunidades para comparar desempeños y al mismo tiempo empuja a los administradores a mejoras continuas en su desempeño (Aghion y Howitt, 1998). La competencia a través de inversiones en I+D elevan el nivel de productividad a través de las innovaciones que produce (o se adquieren), aunque niveles altos en la intensidad del I+D, no necesariamente llevan a altos niveles de productividad, depende de cómo se realicen estas inversiones. Sin embargo, lo que importa para el crecimiento de la productividad es la distancia de la frontera tecnológica (captada por el potencial del cambio tecnológico), en lugar de la identificación de la frontera tecnológica (OECD, 2003).

Sobre la base de las perspectivas de Ciencia, Tecnología e Industria de la OCDE (2008) se analizan las principales tendencias de los países miembros y economías importantes no miembros (Brasil, Chile, China, Israel, Rusia y Sudáfrica). La inversión en ciencia, tecnología e innovación ha tenido un crecimiento en paralelo al crecimiento económico, por lo anterior, es probable que la credibilidad del inversionista ante proyectos en I+D podría estar ligado a esta variable.

Se observa además que algunos países se están convirtiendo en importantes inversionistas en I+D pese a que el crecimiento empresarial debido a inversiones en I+D ha disminuido (manteniéndose positivo), en el capítulo 4 se estudia los efectos de este declive. En la mayoría de los países miembros de la OCDE, la proporción de filiales extranjeras que realizan inversión en I+D está creciendo, a medida que las empresas extranjeras adquieren

empresas locales con buenos desempeños en I+D o establecen nuevas subsidiarias (por medio de empresas privadas, instituciones públicas u organizaciones internacionales) por lo que se observa una creciente proporción de I+D proveniente del extranjero.

Existe un aumento en el número de patentes, publicaciones científicas y demanda de recurso humano para esta actividad. No obstante, es difícil la obtención de financiamientos para capital semilla (proyectos en investigación y desarrollo experimental). Los activos intangibles, tales como patentes, marcas, procesos innovadores, licencias y franquicias, han llegado a ser cada vez más el tema central en la creación de valor de las empresas.

Las políticas de investigación e innovación buscan impulsar la productividad, el crecimiento económico y el bienestar (por ejemplo el empleo, la educación, la salud). Los presupuestos públicos en I+D continúan creciendo, en parte como respuesta a los objetivos nacionales de la I+D. Algunos ejemplos de estas políticas son las políticas para apoyar las redes de innovación y la política fiscal en beneficio al desarrollo de la innovación. Estas políticas reflejan la conciencia de que el mal desempeño innovador puede estar ligado a la falta de mercados para productos y servicios innovadores.

Los avances en el estudio en la selección de proyectos basados en la teoría de conjuntos borrosos han llevado a incorporar la incertidumbre en la valoración y selección. Las características de un producto innovador —por ejemplo, en su momento el sistema Windows, Google, entre otros— pueden confundir como suficiente condición el potencial de innovación que representan para su financiamiento, pero en la realidad muchas veces no está muy claro su éxito comercial, o su éxito en sus primeras etapas (investigación y desarrollo); su identificación es muy difícil.

Algunas líneas futuras de investigación que se derivan del estudio realizado son:

1. Buscar formas de innovar de las empresas más allá de la innovación tecnológica y la propia generación de tecnologías.
2. Investigaciones que lleven a mejorar nuestro conocimiento del perfil de empresas que puedan aumentar su desempeño en ciencia e innovación en cada

país, en relación con su contexto nacional e internacional, necesario para diseñar políticas de innovación que lleven a un mejor desempeño de la innovación.

Capítulo 3 RELACIONES ENTRE DESEMPEÑO Y VALOR DE MERCADO⁶

CONTENIDO

- 3.1 Introducción
- 3.2 Datos utilizados
- 3.3 Metodología de investigación
- 3.4 Resultados empíricos del coeficiente de pesimismo relativo
- 3.5 Conclusiones

⁶ Se publicó con el título “Coeficiente de pesimismo relativo”, con los co-autores Mtro. Gerardo Ruiz y el Dr. Jordi Bach, en la revista Contaduría y Administración (2008), volumen 226, pág. 59-72. En este documento se encuentra con algunas modificaciones.

Resumen.

El presente apartado propone una metodología para el cálculo de un indicador relativo del comportamiento psicológico del conjunto de inversionistas que participan en un sector en el mercado de valores. Este coeficiente ajusta la valoración realizada mediante razones financieras contra el rendimiento del mercado financiero, al tomar en cuenta el riesgo asumido en estas empresas. La contrastación se realiza en el periodo 2000-2004. Este indicador ajustó la valoración financiera (mediante razones financieras) para que converja con la valoración del mercado de valores (rendimiento de la acción) con un 84% de efectividad (veces en que la valoración por razones financieras era igual al rendimiento de la acción, entre el total de empresas analizadas). Además de ser este coeficiente un indicador de la tendencia a corto plazo del mercado financiero, en los años analizados.

3.1 Introducción

Todas las organizaciones han necesitado en algún momento saber sobre su situación financiera para evaluar la gestión que han realizado los agentes involucrados en el funcionamiento de la organización. Los resultados de esta gestión, contenidos en parte dentro del valor fundamental de la empresa (calculado a partir de sus estados financieros, los cuales contienen el gasto en I+D) muchas veces no coincide con su valor de mercado. Por lo que el valor de mercado puede distorsionar señales de un buen comportamiento. Por ejemplo el precio de una acción que presente aumentos en el gasto en I+D (estudiado en el capítulo siguiente, se encontró positivo a ciertos niveles), puede estar influido en una proporción por el comportamiento del inversionista.

Mediante el Análisis Fundamental el inversionista pretende conocer y evaluar la situación financiera de la organización. Este análisis se ha venido utilizando en la historia

como un método para la predicción bursátil y dependiendo como sitúa el inversionista a la empresa, descuenta los estados financieros, ya sea favorablemente o desfavorablemente (Abarbanell y Bushee, 1998).

Uno de los instrumentos contenidos dentro del Análisis Fundamental es el uso de las razones financieras. Las cuales se han utilizado con diferentes fines como por ejemplo: seguir la evolución económica financiera de la empresa, medir la eficacia de las diferentes áreas de la empresa, tales como la producción, las ventas, el personal, etc. Las razones financieras han sido un instrumento de mejora en la gestión de la empresa así como un elemento determinante de la razonabilidad de los estados financieros (Kaufmann y Gil, 1996).

La valoración de los estados financieros mediante razones financieras muchas veces puede indicar mejoras respecto al último reporte de la empresa, pero posiblemente lo que se observa, son solo incrementos (por ejemplo pasar de un ROE del 16% a un ROE del 20%), pudiendo ser estos incrementos no lo suficientemente grandes en comparación a un riesgo asumido, el cual no se esta compensando del todo (por ejemplo el incremento en ROE, posiblemente fue el mejor de su sector, pero en realidad no compensa la volatilidad del precio de la acción, pudiendo ser la mayor en su sector). Por lo que al realizar la valoración de los estados financieros, estos necesitan ser ajustados al riesgo de la empresa o sector.

Este trabajo pretende ajustar las razones financieras mediante el coeficiente de pesimismo relativo (CPR), el cual toma en cuenta la relación riesgo-rendimiento, y así, ajustar los incrementos obtenidos en las razones financieras.

Una manera de ajustar la valoración mediante razones financieras, a la relación riesgo-rendimiento, es tomando en cuenta las evaluaciones que hace el conjunto de inversionista a la empresa. El inversionista no solo toma decisiones en base a estados financieros, sino que además toma en cuenta factores externos a la empresa, variables macroeconómicas, expectativas de la economía, entre otros y refleja este sentir comprando y vendiendo activos. Este sentir del conjunto de inversionistas en los momentos en los que

sucede el evento (entrega de reportes financieros), trae como consecuencia cambios en el precio de la acción. Esta reacción puede ser optimista o pesimista y este nivel de optimismo o pesimismo⁷ puede provocar una desviación en la estrategia del inversionista (Schipper, 2005).

Debido a que el inversionista incluye otros factores diferentes al análisis de razones financieras, para la toma de decisiones.

Lo cual provoca que no corresponda la valoración financiera, con la del mercado de valores (incrementos o decrementos en el precio de la acción). En la literatura se pueden encontrar trabajos donde la reacción del inversionista, es subvalorar eventos que afectan directamente a la empresa, algunos de estos trabajos en los últimos años son Kumar y Lee, (2006); Baker y Wurgler, (2006); Brown y Cliff, (2005); Kadiyala y Rau (2004). En resumen, el incremento/decremento de valor se verá en el largo plazo. Esta subvaloración va a ser más alta o más baja dependiendo del nivel de optimismo/pesimismo del conjunto de inversionistas.

Para incluir este optimismo/pesimismo en las razones financieras se utiliza el coeficiente de pesimismo relativo, y de esta manera hacer coincidir la valoración del mercado (rendimiento de la acción) con la valoración por razones financieras, esto bajo la hipótesis semi-fuerte del mercado⁸.

⁷ En la literatura anglosajona, a este coeficiente se le suele llamar *sentiment effect*, pero no se encontró alguna metodología que tratará de obtenerlo, al relacionar razones financieras y valor accionario de la empresa. Esta relación entre las variables anteriores, se realiza mediante el estudio de eventos, explicado en el apartado 3.3.5.

⁸ Hipótesis semi-fuerte del Mercado: toda la información pública disponible concerniente a la empresa, debe de estar reflejada en el precio de acción. Uno de los primeros trabajos en estudiar esta hipótesis es Maurice Kendall (1953), al identificar esquemas aleatorios en los precios de las acciones, existía la misma probabilidad de subir o bajar el precio de una acción, no era posible predecir los precios. Al inició los economistas se preocuparon al observar al mercado irracional. Posteriormente los economistas interpretaron estos movimientos aleatorios, como indicativo de un funcionamiento eficiente al ajustar los precios debido a nueva información a través de la competencia entre analistas por ganarle al mercado (Bodie *et al.*, 2002).

El modelo propuesto se relaciona con lo expuesto por Kahneman y Tversky (1979), quienes originaron la Teoría de la prospección (*prospect theory*) la cual trata de describir como los agentes evalúan las pérdidas y las ganancias frente a un riesgo. Encontraron que las personas son por lo general adversas al riesgo, cuando tienen a elección una ganancia segura, contra una ganancia mayor con una probabilidad de ocurrencia (prefieren la ganancia menor pero segura, que una ganancia mayor donde exista una probabilidad de perdida). Estas personas disminuían su aversión cuando se les obligaba a elegir entre una perdida segura contra una perdida mayor con una probabilidad de ocurrencia (elegían la perdida mayor con una probabilidad de ocurrencia en lugar de una perdida menor segura). Ambas situaciones presentan incongruencia con su grado de aversión al riesgo, por lo que está perdida de aversión (*loss aversion*) puede ser manipulada en la forma como se presenta el problema. Si no existieran errores sistemáticos en las elecciones económicas se esperaría que el modelo expuesto en el capítulo 5 (pág. 177) mantuviera un mismo grado de pesimismo a través del tiempo.

Por otro lado no existe un consenso en la literatura sobre la existencia o el grado de influencia de esta perdida de aversión. Kermer, Driver-Linn, Wilson, *et al.* (2006), observaron que el impacto asimétrico de las perdidas y ganancias era una propiedad relacionada con la afectividad del pronostico más que una afectividad debida a la experiencia. Harinck, Dijk, Van Best, *et al.* (2007), encontraron que cuando las cantidades a ganar o a perder son pequeñas existe un movimiento inverso a la perdida de aversión.

El capítulo esta organizado en la siguiente manera: en la sección 2 se menciona la base de datos utilizada, en la sección 3 se describen los métodos utilizados, Análisis de Componentes Principales (ACP), estudio de eventos, criterio de Hurwicz, y distancia de Hamming. En la sección 4 se mencionan los resultados obtenidos al contrastar el modelo durante 4 años y en la sección 5, se analizan los principales resultados, inconvenientes del modelo y las posibles líneas de investigación.

3.2 Datos utilizados

Se utilizaron dos bases de datos:

- SABI⁹ – Se utilizan las 12 razones financieras del sistema de información, se filtran las empresas para España, en el sector de la construcción¹⁰, que se encuentren activas y que coticen en bolsa. De las 28 empresas encontradas, se seleccionan aquellas donde exista información a partir de 1996 a 2004, dando como resultado 11 empresas.
- DataStream - Datos diarios de las cotizaciones desde 1996 a 2004, para las 11 empresas y el índice de bolsa de España IBEX-35.

En la tabla 3.1 se recogen las razones financieras utilizadas en el estudio.

⁹ Sistema de Análisis de Balances Ibéricos.

¹⁰ Se eligió arbitrariamente el sector de la construcción para contrastar el modelo. Lo anterior no es justificación suficiente que el modelo sea robusto para todos los sectores. Se deja a futuras investigaciones la contrastación del modelo en otros sectores.

Tabla 3.1. Razones Financieras utilizadas.

Razón financiera	Cálculo
Actividad	
Crecimiento ventas netas (%)	= porcentaje de cambio en ventas netas
Rotación de activos	= importe ventas netas / Total activo
Productividad	= (ventas netas – costos de ventas + otros ingresos y gastos netos) / Gastos de personal
Crecimiento Valor Añadido (%)	= porcentaje de cambio en valor añadido Valor añadido = ventas netas + otros ingresos por ventas – gastos de ventas – otros gastos de ventas
Rentabilidad	
Rentabilidad económica (%)	= utilidad del ejercicio / total activo
Rentabilidad financiera (%)	= utilidad del ejercicio / fondos propios
Gastos financieros (%)	= costo integral de financiamiento / ventas netas
Solvencia	
Endeudamiento (%)	= (total pasivo - capital contable) / total pasivo
Capital contable / Capital invertido (%)	= capital contable / (capital contable + pasivo a largo plazo)
Capacidad devolución	= (acreedores a LP + pasivo circulante) / (importe neto en ventas + depreciaciones y amortizaciones de activos + pérdida de créditos incobrables + variaciones provisiones de inversiones financieras)
Liquidez	
Liquidez general	= activo circulante / pasivo circulante
Liquidez inmediata	= efectivo e inversiones temporales / pasivo circulante

Fuente: SABI, se filtró la base de datos, por sector de la construcción, empresas activas y que coticen en bolsa. Se obtuvo un total de 28 empresas, de las cuales se seleccionaron 11, por tener información de 1996 a 2004.

3.3 Metodología de investigación

Primero se introduce al criterio de decisión de Hurwicz, posteriormente se analizan los pasos a seguir en la metodología propuesta.

3.3.1 El criterio de decisión de Hurwicz y el sentir del inversionista

La característica principal de los problemas de decisión en ambiente de incertidumbre reside en el grado de conocimiento que el decisor tiene del entorno. En algunos casos el decisor conoce su sentir más no tiene otra información, por eso no es capaz de asignarle un grado de probabilidad a dicho evento. El criterio de decisión de Hurwicz¹¹ (Hurwicz, 1951 y García, Martínez, Redondo, *et al.* 2002) se refiere a que el decisor es capaz de medir su grado de pesimismo relativo a través de un coeficiente $CPR \in [0,1]$.

$$A_{ij} \rightarrow c_{ij} = CPR_j \cdot m_{ij} + (1 - CPR_j) \cdot M_{ij} \quad (3.1)$$

donde:

A_i es la alternativa a valorar (razón financiera en este estudio)

c_i es el valor de la alternativa

m_i es la peor valoración

M_i es la mejor valoración

i es la empresa

j es el año de referencia

El valor que el decisor le da a una alternativa, estará relacionada por su nivel de pesimismo o optimismo (CPR) que tenga sobre la alternativa i , en el año j .

¹¹ Leonid Hurwics, obtuvo el Premio Nobel en Economía compartido en 2007 con Maskin y Myerson por haber sentado las bases de la Teoría del Diseño de Mecanismos. Es una parte de la Teoría de Juegos, que estudia como diseñar reglas de juego que incentiven a los jugadores a participar en el juego teniendo como fin que esa participación resulte en un beneficio o con un resultado específico por quién provocó se diera el juego. En otras palabras, estudia las estrategias que se establecen al realizar las interacciones entre las partes, de modo que los mecanismos que podrían llevar a un resultado pareto óptimo pueden ser manipulados por uno de los jugadores.

El criterio de decisión de Hurwicz se utilizará primero para valorar cada una de las cuatro razones financieras en cada año. Para después valorar el conjunto de las cuatro razones financieras, siendo esta la valoración mediante razones financieras (ver pasos 1 al 4).

3.3.2 Reducción de la dimensión de las variables del modelo

En la tabla 3.2 se enlistan los pasos a seguir para aplicar la metodología, que se explican a continuación.

Paso 1: Se busca que razones financieras tienen mayor representatividad de la varianza en la empresa. Para los reportes financieros comprendidos en el periodo 2000-2004 se llevó a cabo un ACP (ver Uriel y Aldás, 2005) con la finalidad de detectar las *RF* que mayor representatividad tienen en la varianza y menor correlación tengan entre ellas, para cada año, donde se realizó la contrastación del modelo (ver tabla 3.3).

Los resultados en la tabla 3.3, muestran como cada año se van seleccionando razones financieras diferentes, esto es congruente debido a que cada año no es el mismo, habrá años donde existe mayor volatilidad en una razón financiera que en otra. Si no existe un cambio en una razón financiera de un año a otro, no sería congruente seleccionarla.

Al reducir la dimensión (menos variables utilizadas) se pierde un porcentaje de la explicación de la variabilidad de los datos. Esta pérdida de explicación en los años analizados es alrededor del 13%, siendo mayor para el 2002 del 16.74%, debido a que en este año se utilizó 3 componente (o dimensiones). Ver la tabla 3.4 con mayores detalles.

En la literatura financiera tomada de la base de datos *Social Sciences Citation Index*, se puede encontrar en años recientes aplicaciones utilizando ACP. Algunos ejemplos de estos trabajos son Bellak, Leibrecht y Damijan (2009), Byun y Lee (2009), Chang y Kim (2009) y Ericsson, Jacobs y Oviedo (2009).

Tabla 3.2. Pasos a seguir de la metodología propuesta.

Paso 1:	Selección de razones financieras (RF) a utilizar.
Paso 2:	Creación del intervalo donde se moverá la RF , en base al CPR .
Paso 3:	Valoración de la empresa por cada RF .
Paso 4:	Valoración de la empresa por RF (incluyendo todas las RF).
Paso 5:	Valoración de la empresa por los Mercados Financieros (rendimiento anormal).
Paso 6:	Relacionar la valoración por RF con la valoración por Mercados Financieros.
Paso 7:	Valoración del modelo (porcentaje de veces que coinciden ambos modelos).
Paso 8:	Búsqueda del CPR óptimo, donde la valoración del modelo es el máximo.

Nota: RF es razón (es) financiera (s).

Tabla 3.3. Razones Financieras seleccionadas por ACP.

Cada columna indica las *RF* con mayor representatividad tienen en la varianza y menor correlación entre ellos, para cada año.

Razón financiera	2000	2001	2002	2003	2004
Actividad					
Crecimiento ventas netas (%)		x			
Rotación de activos		x			
Productividad					
Crecimiento Valor Añadido (%)				x	x
Rentabilidad					
Rentabilidad económica (%)		x		x	x
Rentabilidad financiera (%)			x		
Gastos financieros (%)	x		x	x	
Solvencia					
Endeudamiento (%)	x	x			
Capital contable / Capital invertido (%)				x	
Capacidad devolución					x
Liquidez					
Liquidez general	x		x		
Liquidez inmediata	x				x
Varianza total explicada	88.91	88.43	83.26	88.49	85.47

Nota: En algunos casos se utilizaron los componentes rotados mediante Varimax.

Tabla 3.4. Porcentaje de varianza explicada de cada componente en cada año.

Se aplica ACP para cada año, y si es necesario se rota la matriz para mejorar la explicación de cada componente.

Componente principal	2000	2001	2002	2003	2004
1ra componente	41.20	35.97	45.13	32.96	35.29
2da componente	22.32	21.31	27.89	27.21	25.08
3ra componente	15.09	18.09	10.24	16.13	14.11
4ta componente	10.29	13.06		12.18	10.99
Varianza explicada	88.91	88.43	83.26	88.49	85.47

3.3.3 Intervalo de incertidumbre de cada variable

Paso 2: En este paso se incorpora la incertidumbre al modelo. Para el conjunto de RF se construyó un intervalo de incertidumbre de la siguiente manera:

$$[RF_i - 2\sigma_i CPR, RF_i + 2\sigma_i(1 - CPR)] \quad (3.2)$$

con $CPR \in [0,1]$, i es la razón financiera $\{1,2,3,4\}$ para cada año.

Se tomó dos veces la desviación estándar de la RF_i porque fue el valor que le dio mayor sensibilidad al modelo, en base a lo anterior, es el intervalo donde el inversionista piensa se puede mover RF_i para cada empresa. Este intervalo discrimina una empresa con un alto riesgo de aquella que no lo tiene. Es decir:

$$CPR[\Phi(n, RF)] \quad (3.3)$$

donde:

Φ es el comportamiento del mercado de valores en un determinado periodo de tiempo n .

CPR es el coeficiente de pesimismo relativo para ese periodo.

Es fácil apreciar en base a la ecuación (3.2), que para $CPR=1$ en la ecuación (3.4), se está en un entorno pesimista mientras que para $CPR=0$ en la ecuación (3.5), se está en un ambiente optimista.

$$[RF - 2\sigma, RF] \quad (3.4)$$

$$[RF, RF + 2\sigma] \quad (3.5)$$

Se escribe este intervalo de la forma:

$$[a_1, a_2] \quad (3.6)$$

con $CPR \in [0,1]$

3.3.4 Distancia de Hamming como criterio de valor de la razón financiera

Paso 3: Una vez calculado el intervalo de incertidumbre para cada RF seleccionada, en relación a su riesgo¹² (σ) asumido; se calcula su correspondiente distancia de Hamming (Kaufmann, Gil, 1996). Esta distancia es la suma en valor absoluto de cada intervalo de la RF_i con su máximo (de todas las empresas comparadas en el año correspondiente). Entre menor diferencia exista en ambos intervalos, menor será la distancia con el mejor resultado posible, por lo que se diría, que el valor RF_i fue el mejor entre los posibles. En ocasiones se buscará no la menor distancia con el máximo posible, sino la máxima distancia, debido a que es un RF , que se desea sea la menos (por ejemplo nivel de apalancamiento).

La correspondiente distancia de Hamming, igualando (3.2) a (3.6):

$$d(RF_i) = \left| a_{1_i} - \bigvee_{i=1}^n a_{1_i} \right| + \left| a_{2_i} - \bigvee_{i=1}^n a_{2_i} \right| \quad (3.7)$$

donde:

$$\bigvee_{i=1}^n \text{denota el máximo}$$

Esto nos dará una distancia para cada RF , en cada empresa y para cada año.

Se ordenan las distancias en cada año y se obtiene un ranking por empresa, para cada grupo de RF .

Paso 4: Del paso anterior no se tiene un ranking donde se incluyan las cuatro RF en cada año, aquí es donde se toman en cuenta, y el resultado será la valoración por RF . Se

¹² Se tomaron 4 años para el cálculo de la desviación estándar. Fue donde los resultados fueron más robustos.

calcula un ranking para cada año utilizando como ponderación, el porcentaje de varianza que explica cada componente principal (ver tabla 3.4).

$$ranking_i = \sum w_i \cdot ranking(RF_i) \quad (3.8)$$

3.3.5 Estudio de eventos y la valoración de los mercados financieros

Paso 5: Para la valoración por los mercados financieros se realiza un estudio de eventos (ver Bodie, Kane y Marcus, 2002; Campbell, Lo y MacKinlay, 1997), donde el evento es el reporte financiero. Se calcula el rendimiento esperado ($E[R_t]$) por el inversionista, esto mediante una regresión dinámica¹³ para cada año, durante los próximos 3 meses después de fin de año (asumiendo que en esos 3 meses la empresa entregará su reporte a bolsa).

Para ello se tomaron 4 años del rendimiento diario de la acción en bolsa (R) y el rendimiento diario del IBEX-35 (RM). El método de estimación fue por el modelo de mercado (*market model*, no se debe confundir con el CAPM):

$$E[R_t] = a_t + RM_t \beta_t + e_t \quad (4.9)$$

donde:

a es la intersección del resultado mediante OLS (*Ordinary Least Square*).

β es la sensibilidad de la acción de la empresa con el mercado (índice de bolsa, IBEX-35).

RM es el rendimiento del índice de bolsa, IBEX-35.

e es el termino de error.

t son los días donde ocurre el evento (durante 3 meses después del cierre del año).

¹³ El rango de datos son 4 años, en relación al rendimiento de la empresa (variable dependiente) y el IBEX-35 (variable independiente). Se fue moviendo el rango de datos para el rendimiento esperado del siguiente día, esto fue durante 3 meses.

Y donde su correspondiente rendimiento anormal acumulado (*Cumulative Abnormal Return, CAR*) para los tres meses en cada año:

$$CAR_t = \sum (R_t - E[R_t]) \quad (4.10)$$

donde:

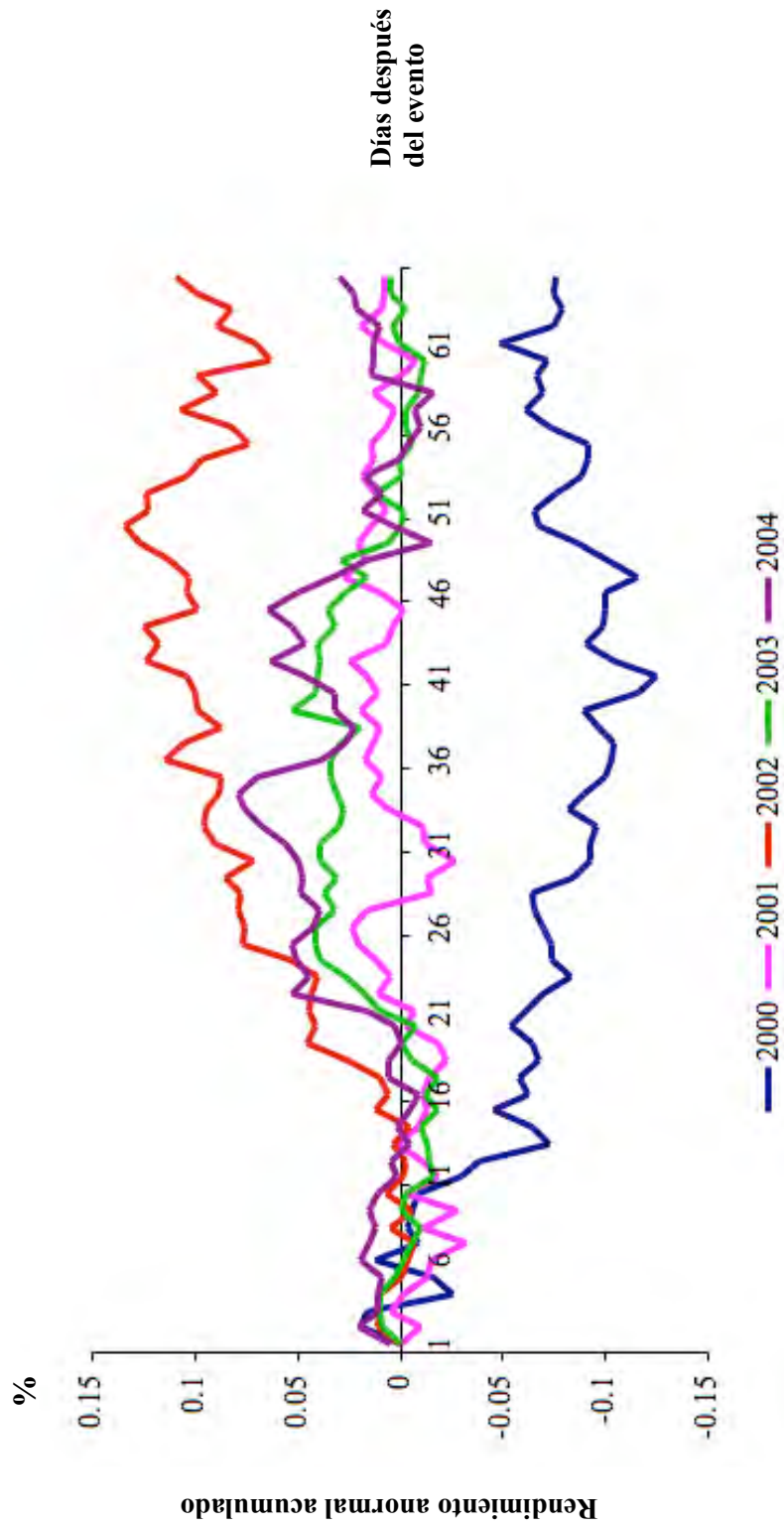
R_t es el rendimiento de la acción de la empresa i en el periodo t .

Este resultado nos dirá, si es positivo que el mercado reacciona positivamente a los reportes financieros y sentimientos del inversionista (otros factores que el inversionista toma en cuenta) en el momento de tomar decisiones. Y si es negativo lo contrario a lo comentado.

Ahora bien, si el CAR es positivo ($CAR = 1$), significa que el evento provocó una diferencia positiva, entre el rendimiento de la empresa y el rendimiento esperado (en el periodo de estudio). Esto tomando en cuenta el riesgo asumido. Si el CAR es negativo ($CAR = 0$) entonces el evento incluyó de forma negativa, lo que sucede en la figura 3.1, para el año 2000. Este resultado será la valoración por mercados financieros.

Figura 3.1. El CAR de la empresa Acciona durante los primeros 3 meses en los 4 años analizados (2000-2004).

La columna vertical indica rendimiento, por ejemplo el rendimiento acumulado para el año 2000 es negativo, indicando una reacción negativa al evento, siendo el evento el reporte financiero de fin de año.



3.3.6 Relaciones de valoración entre el mercado y razones financieras

Paso 6: El objetivo es relacionar la valoración por RF con la valoración por mercados financieros. Para lo cual se utiliza una variable dicotómica (acierto = 1, fallo = 0), la cual se construyó utilizando la siguiente discriminación.

Para una empresa con un $CAR=1$ (valoración positiva por los Mercados Financieros), su valoración por RF o número de ranking obtenido, debe de ser menor o igual al total de frecuencias del CAR (suma de los $CAR = 1$) en el año analizado. En otras palabras, si una empresa está en el 5^{to} lugar en el ranking por RF y tuvo una valoración positiva por los Mercados Financieros ($CAR=1$), teniendo ese año solo 4 empresas con un $CAR=1$; no corresponden ambas valoraciones debido a que un 5^{to} lugar no corresponde con solo 4 empresas clasificadas como positivas por los mercados financieros. En el caso anterior se clasifica como fallido (fallo = 0).

3.3.7 Búsqueda del coeficiente de pesimismo relativo

Paso 7: Se calcula la probabilidad de aciertos, es el resultado del cociente entre el total de aciertos y el número de empresas, para cada año analizado (utilizando los datos del paso 6).

Paso 8: Se identifica el óptimo α , donde se encuentra la máxima probabilidad de aciertos (ver tabla 3.5).

Tabla 3.5. Probabilidad de aciertos para cada coeficiente de pesimismo relativo.

Se realizaron varias iteraciones del modelo con diferente *CPR*, el cual daría diferentes niveles de efectividad, por ejemplo para el 2000, coeficiente de 0.5 da la mayor probabilidad de aciertos para ese año, de 82%. Un *CPR* = 0 indica el menor pesimismo. En negritas se encuentra la máxima probabilidad de acierto de cada año a un nivel de *CPR*. Por ejemplo para el 2000 fue de 0.5 el *CPR*.

Probabilidades de acierto a diferentes niveles del coeficiente de pesimismo relativo (<i>CPR</i>)					
Año	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
2000	45%	64%	82%	64%	64%
2001	73%	64%	73%	82%	82%
2002	64%	73%	73%	82%	73%
2003	83%	75%	75%	75%	75%
2004	75%	83%	92%	83%	75%

3.4 Resultados empíricos del coeficiente de pesimismo relativo

En la tabla 3.5 se encuentran los *CPR* utilizados para cada año, donde la intersección entre el año y el correspondiente *CPR* será la probabilidad de aciertos, la cual viene dada por el total de aciertos del modelo entre el número de empresas. Se pueden observar algunas inconsistencias en los resultados.

El *CPR* para 2001 y 2003, no es lo suficientemente sensible para diferenciar la efectividad del modelo, en un 82% y 75% respectivamente. Para 2002 se pueden apreciar oscilaciones en el nivel de efectividad, indicándonos que hay otra posible variable de influencia en el modelo. Los rankings calculados con este *CPR* óptimo para el modelo, algunas de las veces no corresponden con el nivel del *CAR*. En otras palabras, a un *CAR* alto no necesariamente la empresa está en los primeros lugares en el ranking. En el periodo analizado se obtuvo un promedio del 84% de aciertos en el modelo (ver tabla 4.6).

Como se muestra en la figura 3.2, el *CPR* calculado para el periodo 2000-2004 resultó consistente con el comportamiento del IBEX-35, debido a que una caída en el índice prolongada puede ir acompañada de altos niveles de pesimismo (75%), bajo la hipótesis de una variación baja entre los niveles de pesimismo de los sectores económicos.

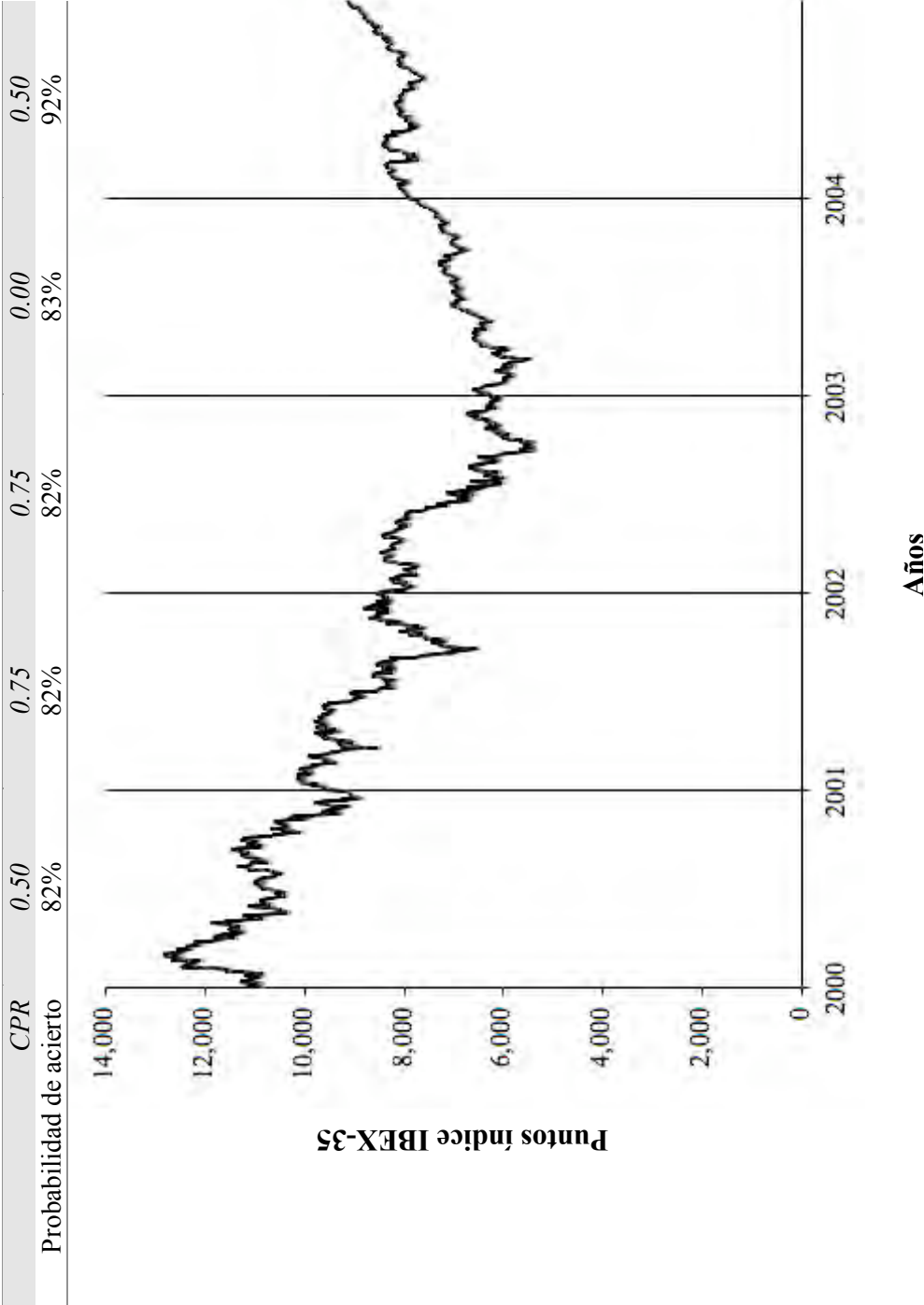
Tabla 3.6. Probabilidad de aciertos del modelo utilizando *CPR* óptimos.

Tomando en cuenta los *CPR* mayores de cada año, de la tabla 3.5, se obtiene el promedio de los 4 años, que se resume en la siguiente tabla.

Año	CPR	Efectividad
2000	0.5	81.8%
2001	0.75	81.8%
2002	0.75	81.8%
2003	0	83.3%
2004	0.5	91.7%
Promedio		84.1%

Figura 3.2. Rendimiento del IBEX-35, durante 2000 a 2004.

El $\alpha = 0.75$, indica el mayor pesimismo entre 2001-2003, por lo que el índice IBEX-35 presenta su mayor caída. En 2000 y 2004 un $\alpha = 0.5$, indica un pesimismo menor, donde se comprueba con caídas y alzas en el índice IBEX-35. En 2003 un $\alpha = 0$, donde la reacción del índice es positiva.



3.5 Conclusiones y futuras líneas de investigación

En el capítulo 4 se estudia el comportamiento del inversionista en los primeros tres meses del año frente a aumentos y disminuciones en el gasto en I+D, se encontró que el inversionista reacciona ante aumentos en el gasto en I+D (en ciertos niveles de aumento) y es indiferente ante disminuciones. Los resultados anteriores pueden estar influidos por otras variables (se estudian en el capítulo 5), como por el comportamiento del inversionista. Los resultados en este capítulo muestran como sensibilizar las variables dentro de un modelo, con el fin de incluir la sensibilidad del inversionista (optimista o pesimista) y posteriormente (capítulo 5) ver el grado de influencia de cada variable cuando existe un aumento en el valor de la acción en el corto plazo (ver la importancia del gasto en I+D en la creación de valor frente a otras variables).

La metodología propuesta ajustó los niveles de las razones financieras de la emisora durante el último cuarto de cada año (entre 2000-2004), utilizando el *CPR* del inversionista, para el sector de la construcción en España. De esta manera las razones financieras ajustadas por el coeficiente de pesimismo, son consistentes con el desempeño (rendimiento y riesgo) de la emisora en los mercados financieros. Por ejemplo algunas empresas que tenían un buen desempeño en sus razones financieras, antes de aplicarles la metodología, después indicaban un mal desempeño debido a que el rendimiento de la emisora no fue lo suficientemente alto, en relación al rendimiento que se recibe a un riesgo dado (emisoras con mayor riesgo se les exige mayor rendimiento). Ya que el modelo resultó factible para un sector (el cual se eligió arbitrariamente), queda claro que no es justificación suficiente que será igualmente robusto para otros sectores. Se deja a futuras investigación contrastar el modelo en otros sectores.

Este coeficiente de pesimismo ajustó las razones financieras en relación al rendimiento y riesgo de la emisora con un 84% de aciertos (promedio de casos favorables

entre total de casos). Se puede pensar que el 16% restante se debe al pesimismo específico de la emisora siendo el 84% al sector analizado.

Se encontró que el coeficiente de pesimismo era congruente con el rendimiento del IBEX-35, entre 2000-2004. Se observó que a mayor pesimismo mayor tendencia a la baja del índice.

La metodología asume varios supuestos: hipótesis semi-fuerte del mercado, las hipótesis de OLS, entre otros, las cuales podrían ser de fácil falseabilidad. Por lo que puede ser criticable en muchos sentidos. La idea del modelo, es percibir la realidad como problemas *híbridos*, en el sentido que la información puede ser cierta (conocemos la distribución de probabilidad) e incierta (desconocemos la distribución de probabilidad), donde el coeficiente de pesimismo ajusta la información incierta. Partiendo de esta idea y la sensibilización de las variables mediante la desviación estándar, serán los aportes de este capítulo para el desarrollo del siguiente capítulo.

En la literatura se pueden encontrar anomalías en la forma como se toman decisiones económicas, las cuales posiblemente fueron de influencia en la efectividad del modelo. El *endowment effect* (o *divestiture aversión*), donde se valoran más los bienes y servicios que se poseen en comparación a sus similares que no se poseen (esto puede ser explicado por la pérdida de aversión). Esta anomalía se puede visualizar en el efecto por disposición (*disposition effect*), que es la tendencia de inversionistas a vender las acciones que han incrementado su precio para la toma de ganancias, y mantener acciones que han tenido pérdidas significativas. Los inversionistas difícilmente reconocen pérdidas en comparación a reconocer ganancias, en parte por la valoración que se le da a los activos que se tienen (*endowment effect*).

Si es posible medir el pesimismo (optimismo) del inversionista, ¿tiene alguna relación este nivel de pesimismo (optimismo) con el nivel de inversión en I+D que realiza la empresa? Bruce D. Grundy y Hui Li (2010) desarrollan un modelo que predice el aumento en el nivel de inversión, el cual depende en parte del optimismo de los

inversionistas y la remuneración de los ejecutivos. Este optimismo también puede ser influido por las decisiones de la política monetaria la cuál tiene un efecto significativo sobre la confianza de los inversores (Kurov, 2010). En el capítulo 5 se incluirán otras variables para explicar el nivel de inversión en I+D.

El modelo de pesimismo expuesto en este apartado se relaciona con un sector de la economía, no se contrastó como un modelo que mida el pesimismo en general en la economía. Algunos avances por intentar medir los efectos psicológicos del inversionista sobre la economía, es el modelo de Kamstra *et al.* (2003), *Seasonal Affective Disorder* (SAD). Donde los cambios en el estado de ánimo debidos al SAD impulsará cambios en la aversión al riesgo de los inversionistas al provocar patrones estacionales en la rentabilidad de las acciones globales de todo el mundo (modelo contrastado sin éxito por Kelly & Meschke, 2010).

Además este apartado puede derivar las siguientes líneas de investigación:

- Que tan consistente puede ser para detectar momentos para la colocación de capital.
- La utilización de otros modelos para el cálculo del CAR^{14} .
- Contrastar la metodología para otros sectores o mercados financieros.
- Ajustar el modelo incluyendo las anomalías antes mencionadas.

¹⁴ Un modelo económico restringe los parámetros de un modelo estadístico para obtener un modelo con mejores resultados. El Capital Asset Pricing Model (CAPM, Sharpe, 1964 y Lintner, 1965) y el Arbitrage Pricing Theory (APT, Ross, 1976) son modelos económicos donde la expectativa de rendimiento de un activo está en función lineal de su covarianza con uno o varios factores.

$$\text{CAPM} \quad E(r_i) = r_f + \beta(E[r_m] - r_f) \text{ restringe el } \alpha \text{ igual a cero}$$

$$\text{APT} \quad E(r_i) = \alpha + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_n F_n \text{ supone si el precio diverge al rendimiento del APT, el precio volverá a este precio}$$

El CAPM es el que comúnmente a sido utilizado en estudios de eventos en los años 1970s (Campbell *et al.*, 1997) y su uso a sido decreciente en los últimos años por la aparición de modelos más robustos (Fama y French, 1996b). El modelo APT puede ajustar los rendimientos como lo demostró Fama y French (1996a), su modelo se aplicará en el capítulo posterior. El uso de APT puede complicar la implementación de un estudio de eventos, debido a la cantidad de cálculos necesarios para su puesta en práctica con muy poca diferencia a un modelo no restringido (por ejemplo *market model*), por ejemplo ver Brown y Weinstein (1985).

Capítulo 4 COMPORTAMIENTO DEL INVERSIONISTA A DIFERENTES NIVELES DE INVERSIÓN EN I+D

CONTENIDO

- 4.1 Introducción.
- 4.2 Revisión de la literatura.
- 4.3 Datos utilizados.
- 4.4 Metodología de investigación: modelo de Carhart.
- 4.5 Resultados empíricos.
- 4.6 Conclusiones.

Resumen.

En el presente capítulo se analiza, en el corto plazo (3 meses), la existencia de rendimientos anormales ocasionados por incrementos o decrementos en los cambios absolutos de la intensidad del I+D (*R&D intensity*). Se observa que el inversionista compra acciones de empresas que incrementan entre 5 a 10 unidades la intensidad de los gastos en I+D (o cuando es mayor a 25 unidades). El inversionista es indiferente cuando se realizan decrementos en los cambios absolutos de la intensidad en los gastos de I+D. Asimismo, aumenta el rendimiento anormal cuando las empresas están clasificadas como de alta tecnología, lo cual es un resultado ya encontrado en la literatura. El periodo analizado abarca el periodo entre los años 2001 y 2006 en los mercados AMEX, NYSE y NASDAQ.

4.1 Introducción

El objetivo de este trabajo de investigación es analizar el comportamiento de los inversionistas en el mercado de valores con respecto a las inversiones en I+D. Esto permitiría determinar los factores que provocan credibilidad en este tipo de inversiones. La creación de valor ocurrirá si los inversionistas perciben como positivo invertir en empresas que incrementan su gasto en I+D, decisión que paradójicamente destruye valor en el corto plazo al ser considerada esta inversión como un gasto en términos contables.

En el capítulo se responden las siguientes preguntas, que están relacionadas con el comportamiento promedio del inversionista bursátil frente a inversiones en I+D: ¿debe invertirse en empresas que aumentan su gasto en I+D? ¿Importan los niveles de incremento del I+D, la participación del inversionista va a la par con ese aumento? ¿Qué pasa cuando hay decrementos en el gasto en I+D, debe desinvertirse? ¿Percibe igual el inversionista cualquier nivel de decremento en el gasto en I+D, o va aumentando su aversión al riesgo

conforme aumenta el nivel de decremento en el gasto en I+D? ¿Los resultados son similares para empresas consideradas como de baja y de alta tecnología?

En la literatura no se ha estudiado la reacción del inversionista frente a diferentes niveles de incremento o decremento del gasto en I+D. Además, no existe consenso respecto a si el inversionista reacciona en el corto plazo a las inversiones en I+D. Este estudio además contribuye con la metodología utilizada. A diferencia de estudios previos, se miden incrementos y decrementos del gasto en I+D mediante cambios absolutos en la intensidad del I+D (*R&D intensity*).

La contrastación de la hipótesis (ii) pág. 23, “los inversionistas evalúan como positivo el invertir en I+D en el corto plazo”, se realiza en este capítulo. Si se acepta la hipótesis nula, es pertinente identificar los factores de influencia en el inversionista en el corto plazo (hipótesis iii), que se desarrolla en el capítulo 5.

El capítulo está dividido en las siguientes secciones. En la sección 2 se realiza un estudio de la literatura, donde se expone lo estudiado sobre la inversión en I+D y temas sobre el comportamiento del inversionista. En la sección 3 se mencionan y se analizan los datos utilizados, se examina cómo se mide el I+D en la literatura y se propone una forma alternativa en este estudio. En la sección 4 se explica la metodología seguida y en la sección 5 se analizan los resultados. En la sección 6 se concluye.

4.2 Estudio de la literatura

4.2.1 Temas relacionados con la inversión en I+D

La forma en que las inversiones afectan el desempeño de las empresas (precio accionario), antes de que estas generen resultados, es mediante la credibilidad de los inversionistas ante un aumento o decremento de los beneficios de la empresa. Por ejemplo, McConnell y Muscarella (1985) encontraron que en promedio el mercado reacciona positivamente ante anuncios sobre incrementos en los planes futuros en inversiones de

capital y negativamente ante decrementos. Lo anterior soporta la hipótesis (ii) de este trabajo.

Parte de estos planes futuros es la actividad en investigación y desarrollo (I+D) que en general el inversionista percibe como propia de empresas de alta tecnología, o de empresas líderes en ventas en su sector (alta concentración en su mercado). Chan, Martin y Kensinger (1990) clasificaron a las empresas de alta tecnología¹⁵ que anunciaban incrementos en el gasto en I+D y observaron que en promedio obtenían rendimientos anormales positivos (caso contrario en empresas clasificadas como de baja tecnología). Encontraron en promedio un rendimiento anormal en 2 días del 1.38%, independientemente de una caída en los beneficios. Sin importar los resultados de la empresa, un incremento en el gasto en I+D en empresas de alta tecnología ocasionaban que el inversionista reaccionara positivamente. Pero si la empresa es de baja tecnología, el incremento en I+D es mal percibido por el inversionista.

¹⁵ Se consideraba al grupo como de alta tecnología cuando las empresas tenían ventas mayores a 35 millones y por lo menos 1 millón en gasto en I+D o 1% en ventas, el que resulte mayor. Para medir la respuesta a anuncios de incrementos en I+D, se utiliza la metodología estudios de eventos (utilizando el *market model* como modelo de estimación). Para medir la influencia de las variables se realizan regresiones de la siguiente forma:

$$CAR_t = b_0 + b_1 RDINT_j + b_2 RDINT_j \cdot H_j + b_3 H_j + b_4 RELS_j + b_5 RELS_j^2 + b_6 CONC_j + b_7 DOM_j + e_{jt}$$

donde

CAR_t es el rendimiento anormal utilizando market model en el momento t

$RDINT_j$ intensidad del I+D de la empresa j entre la intensidad del I+D de la industria

H_j Variable dummy toma el valor de 1 si la empresa es de alta tecnología

$RELS_j$ Incremento en I+D entre ventas

$RELS_j^2$ Para el caso de incrementos altos (positivos o negativos)

$CONC_j$ Nivel de concentración en la industria, capitalización de mercado entre ventas de las cuatro empresas de mayores ventas en su sector

DOM_j variable dummy toma el valor de 1 si la empresa es de las primeras cuatro en su sector.

Chan, Martin y Kensinger (1990, pág. 16).

Los inversionistas también interpretan un anuncio sobre incrementos en I+D, como buena noticia si la empresa tiene una alta concentración en su mercado (Doukas y Switzer, 1992). Por otra parte, anuncios similares para empresas de baja concentración en su mercado, es representado como mala noticia.

Además el inversionista valora a los administradores cuyas estrategias de inversión¹⁶ benefician al accionista (Woolridge y Snow, 1990; Johnson y Pazderka, 1993). El inversionista reacciona en el corto plazo ante inversiones en I+D, lo cual contradice la hipótesis de baja reacción del inversionista ante eventos y soporta la hipótesis (i) de este documento.

Parte del valor de mercado de los activos intangibles está implícito en la información contenida en las diferentes medidas de las patentes y a su vez éstas, se aproximan a la intensidad del I+D¹⁷ (Hall, 1999; para el caso de empresas de manufactura). Chan, Lakonishok y Sougiannis (2001) examinaron la intensidad del I+D al mediano plazo. Observaron que el mercado era pesimista cuando empresas de tecnología disminuían el gasto en I+D. Además, este tipo de empresas con una alta relación entre el gasto en I+D y bajos rendimientos históricos, experimentaban rendimiento futuros altos (3 años). Se observaron rendimientos similares en un periodo de 3 años, en portafolios de empresas que invertían en I+D (19.65%) contra empresas que no invertían en I+D (19.5%). Al parecer, el gasto en I+D, no representa en general, una señal a mediano plazo.

Si la intensidad del I+D se mantuviera constante, el valor de las acciones no debería cambiar, el mercado habrá descontado ese gasto en I+D. Eberhart, Maxwell y Siddique (2004) examinaron incrementos mayores al 5%, en la intensidad del I+D (*R&D intensity*). Observaron una baja reacción del inversionista ante este evento en el largo plazo (5 años) contrario a Chan, Martin y Kensinger (1990), quienes solo analizaron cuando

¹⁶ Alianzas, inversiones en I+D, ampliaciones de capital, diversificación de nuevos productos/mercados.

¹⁷ Diferentes formas de medir la intensidad del I+D (*R&D intensity*): Gasto en I+D entre ventas o entre activos..

existían anuncios sobre este incremento. Al parecer es la publicidad de este gasto en I+D es lo que provoca la señal para el inversionista. Estos anuncios provocan un aprendizaje o un comportamiento sistemático hacia I+D, el cual podría ir cambiando la forma de actuar del inversionista en el tiempo. Lo anterior se analiza en el siguiente apartado.

4.2.2 Temas relacionados con el comportamiento del inversionista ante eventos

El evento estudiado en este capítulo son los incrementos y decrementos en el gasto en I+D por empresas que cotizan en los mercados financieros. En este apartado se pretende estudiar la literatura relacionada con el comportamiento del inversionista ante eventos que le representen nueva información a analizar, con la intención de entender cómo el inversionista toma decisiones.

Existen una variedad de estudios relacionados con la hipótesis de baja (sobre) reacción del inversionista ante eventos (Kadiyala y Rau, 2004, documenta la baja reacción). Barberis, Shleifer y Vishny (1998) estudian la baja reacción del inversionista frente a nueva información, la cual es provocada, en general, por un perfil conservador del inversionista (*conservatism bias*). Lo anterior puede contradecir la hipótesis (ii) en este documento.

En el caso de sobre reacción, Daniel, Hirshleifer y Subrahmanyam (1998) examinan cómo el inversionista revisa sus expectativas frente a nueva información. El inversionista sobre reacciona a nueva información siempre y cuando sea ésta información recogida por él mismo (*overconfidence bias*). Los inversionistas son cautos ante información de los administradores de fondos, los cuales intentan llamar la atención respecto a la valoración de las acciones (en Cheng, 2004; se discute la relación entre el valor de las acciones y la compensación de los administradores). Entonces, la reacción del inversionista va a depender de cómo obtiene la información y como percibe las acciones de los administradores de fondos, ya que sus acciones pueden estar relacionadas con la forma en que se les compensa. No queda claro si la hipótesis de overconfidence bias soporta o contradice la hipótesis (ii).

Esta contradicción sobre la existencia de baja o sobre reacción puede ser explicada en el trabajo de Hong y Stein (1999). Los analistas fundamentales, que operan en base a señales de los flujos futuros, introducen información en el mercado de manera gradual, provocando baja reacción. Los analistas técnicos, por otro lado, actúan sobre información histórica empujando los precios hacia alguna tendencia, provocando sobre reacción en comparación a los fundamentalistas. Igualmente, lo anterior puede validar o contradecir la hipótesis (ii).

La psicología¹⁸ y el aprendizaje del inversionista, es otro factor en la reacción del inversionista ante eventos. Titman (2002) atribuye la mala valoración (errores de estimación) de los inversionistas a una distorsión en el comportamiento, provocada por la combinación de errores aleatorios y de un aprendizaje lento. Las expectativas del inversionista a corto y largo plazo no tienen por qué ser iguales, la distorsión por la psicología (*psychological bias*) y el aprendizaje pueden ayudar a entender el corto plazo. Dos ejemplos de este comportamiento son: (1) los inversionistas tienden a especular con cierto tipo de acciones (*sentiment*, estudiado por Baker y Wurgler, 2006)¹⁹; (2) inversionistas que ponen mayor atención a las transacciones que al análisis de inversiones, son inversionistas que actúan por cuenta propia (*retail investor*, estudiado por Kumar y Lee, 2006). Éstos últimos compran (venden) acciones de forma sistemática, por lo que se pueden explicar los rendimientos de las acciones donde hay una alta participación de este tipo de inversionistas (por ejemplo, acciones con baja capitalización, *value stocks*, acciones con baja participación en el capital por instituciones bursátiles y acciones con precios bajos)²⁰.

¹⁸ Estudio del comportamiento humano, las causas que determinan su conducta y la forma en que está se desarrolla.

¹⁹ Para acciones pequeñas, jóvenes, volátiles, con pérdidas, que no pagan dividendos, de crecimiento alto y con problemas; sugiriendo que este tipo de empresas están relativamente subvaloradas cuando la percepción es baja en relación a la media (no son atractivas para especuladores y optimistas) y sobrevaluadas cuando la percepción es alta.

²⁰ Específicamente encontraron (1) una correlación positiva en la compra (venta) de diferentes portafolios de acciones, por ejemplo, si un grupo de *retail investor* compraba (vendía) un grupo de acciones, estos tendían a comprar otro grupo de acciones; (2) existe una correlación de este comportamiento para diferentes individuos, cuando un grupo de *retail investor* compra (vende) acciones, otro grupo de *retail investor* hace lo mismo. Por

En el caso de que el inversionista racional adquiriera aprendizaje sobre la valoración de activos, no es de esperarse una sobre (baja) valoración. Por otro lado, el apalancamiento, el flujo de efectivo y los beneficios pueden ser manejados por el administrador de tal forma que se beneficie con esta información, por ejemplo con la colocación (o recompra) de acciones de la empresa. Es por eso que inversionistas racionales difícilmente valorarán correctamente, en un inicio, acciones cuando se presenten cambios significativos que pudieran beneficiar al administrador. Debido a que en el mercado pueden existir inversionistas racionales e irracionales lo anterior puede contradecir la hipótesis (i).

Con el tiempo, la sobre (baja) valoración que se presenta en un inicio, irá cambiando conforme el inversionista racional vaya aprendiendo. Esto es consistente con el *conservatism bias* de Barbaris, Shleifer y Vishny (1998), la *overconfidence bias* discutida por Daniel, Hirshleifer y Subrahmanyam (1998), la reacción de Fundamentalistas-Técnicos descrita por Hong y Stein (1999), el *sentiment* de Baker y Wurgler (2006), y el *retail investor* de Kumar y Lee (2006). La distorsión por la psicología (*psychological bias*) podría impedir el aprendizaje, o que se desarrolle lentamente en el inversionista; ya sea adoptando las diferentes formas de actuación en los cuatro trabajos anteriores (Titman, 2002). Lo anterior es justificación de no utilizar periodos largos en el estudio, debido a que el aprendizaje del inversionista va cambiando y sería distinto su comportamiento a lo largo del tiempo.

Este capítulo busca responder a cómo el aprendizaje o la psicología del inversionista, indican una señal positiva (negativa) en el corto plazo, debido a diferentes niveles de incrementos (decremento) en la intensidad del I+D. Ho, Tjahjapranata y Yap (2006), utilizan variables como tamaño, apalancamiento y nivel de concentración en un mercado o sector específico. En este capítulo no se consideran otros factores, hasta el capítulo 5 es cuando se utilizan otras variables. En la tabla 4.1 se resumen los artículos citados en el estudio de la literatura.

lo que, para acciones con una alta participación de *retail investor*, es posible observar un *excess return* positivo (negativo) en base al sentimiento por este tipo de inversionista.

Tabla 4.1 Relación de los artículos citados en el estudio de la literatura.

Autor (año)	Muestra	Metodología	Aportación relacionada con el tema
McConnell y Muscarella (1985)	658 anuncios de empresas	Análisis estadístico	En promedio el mercado reaccionaba positivamente ante anuncios, sobre incrementos en los planes futuros en inversiones de capital y negativamente ante decrementos.
Chan, Martin y Kensinger (1990)	Beneficios a corto plazo, nivel de tecnología, concentración en la industria (entre las 4 con mayores ventas del sector)	OLS	Las empresas de alta tecnología, que anunciaban incrementos en el gasto en I+D, se tenía en promedio rendimientos anormales positivos.
Woolridge y Snow (1990)	767 estrategias de inversión por 248 empresas en 102 industrias	Estudio de eventos (MARA)	El inversionista valora a los administradores cuyas estrategias de inversión benefician al accionista.
Doukas y Switzer (1992)	Concentración en el mercado	Estudio de eventos (CAPM)	Los inversionistas por lo general interpretan un anuncio sobre incrementos en I+D, como buena noticia, si la empresa tenía una alta concentración en su mercado.
Johnson y Pazderka (1993)	Canada: BV, I+D, tasa de interés, ME	OLS	El inversionista (mercado canadiense) reacciona en el corto plazo ante inversiones en I+D.
Barberis, Shleifer y Vishny (1998)	Anuncios de reportes financieros	Análisis estadístico	El inversionista tiene una baja reacción ante eventos, debido a su perfil conservador.
Daniel, Hirshleifer y Subrahmanyam (1998)	Rendimientos, IPO	Análisis estadístico	El inversionista reacciona a nueva información, siempre y cuando sea información recogida por el mismo.
Hong y Stein (1999)	Rendimientos, dividendos	Análisis estadístico	En el mercado hay 2 tipos de inversionistas, los fundamentalistas que provocan baja reacción, y los técnicos que provocan sobre reacción.
Hall (1999)	Empresas de manufactura, patentes, I+D	OLS	Parte del valor de mercado de los activos intangibles puede encontrarse en la información contenida en las diferentes medidas de las patentes y a su vez esta, se aproxima a la intensidad del I+D.

Tabla 4.1 (continua).

Autor (año)	Muestra	Metodología	Aportación relacionada con el tema
Chan, Lakonishok y Sougiannis (2001)	Rendimientos, publicidad, Fama-French <i>factors</i> , <i>momentum</i>	Estudio de eventos	Examinaron la intensidad del I+D a mediano plazo. Observaron que el mercado era pesimista cuando empresas de tecnología disminuían el gasto en I+D. La intensidad del I+D está asociada con la volatilidad del rendimiento.
Titman (2002)	Discusión de artículos		La psicología y el aprendizaje del inversionista, es otro factor en la reacción ante eventos
Cheng (2004)	CEO edad > 62, ROE, BV, EBT, ME, I+D	OLS	Existe una relación entre el valor de las acciones y la compensación de los administradores.
Kadiyala y Rau (2004)	Clasificación de los abnormal returns positivos/negativos, Fama-French factors	Estudio de eventos (Newey-West, <i>factor model</i>)	El inversionista tiene una baja reacción ante eventos.
Eberhart, Maxwell y Siddique (2004)	I+D/ventas, I+D/activos, Fama-French <i>factors</i>	Estudio de eventos (Newey-West)	Examinaron incrementos mayores al 5%, en la intensidad del I+D. Se observó una baja reacción del inversionista ante este evento, en el largo plazo (5 años).
Kumar y Lee (2006)	Transacciones de inversionistas, Fama-French <i>factors</i> , <i>momentum</i>	Newey-West, <i>factor model</i>	Los inversionistas ponen mayor atención a las transacciones que al análisis de inversiones estos compran (venden) acciones de forma sistemática.
Baker y Wurgler (2006)	Rendimiento fondos, IPOs, MV/BV, pagan dividendo y no pagan dividendo	Estudio de eventos (<i>factor model</i>)	Los inversionistas tienen tendencia a especular con cierto tipo de acciones.
Ho, Tjahjapranata y Yap (2006)	Tamaño, apalancamiento y nivel de concentración en el mercado	Newey-West, <i>factor model</i>	Estudiaron las relaciones entre el rendimiento de la acción, el tamaño de la empresa, sector de concentración, nivel de apalancamiento y el gasto en I+D. El nivel de concentración no era significativo.

OLS: Ordinary least square, CEO: Chief Executive officer, ROE: Return on equity, BV: Book value, EBT: Earning before tax, ME: Market equity, IPO: initial public offer.

4.3 Datos utilizados

Debido a los pocos eventos donde empresas mexicanas reportan su gasto en I+D (base de datos consultada Economática), el estudio se realiza con información de empresas de Estados Unidos de Norte América. Se utilizaron estados financieros de COMPUSTAT, base de datos de Standard & Poor's, precios de acciones del *Center for Research in Security Prices* (CRSP) de University of Chicago. Entre 2000 y 2006 se filtró la información a reportes financieros anuales de empresas activas, con ventas mayores a \$1 millón y activos mayores a \$1 millón. Los datos seleccionados de COMPUSTAT, fueron el gasto en I+D (ítem 46 COMPUSTAT), ventas (ítem 12) y el total de activos (ítem 6). Se utilizaron precios diarios de CRSP.

4.3.1 La medición del I+D en la literatura

En los primeros trabajos relacionados sobre el estudio del gasto en I+D, se analizan los montos de este gasto. Posteriormente se observó que el monto era una medida que no diferenciaba el esfuerzo de la empresa por realizar este gasto. Por ejemplo, una empresa pequeña se comparaba con una empresa grande por tener el mismo monto del gasto en I+D. De esa idea surge la necesidad de medir la intensidad del I+D, la relación del gasto en I+D entre sus ventas o activos totales. De esta forma se diferencian esfuerzos para realizar este gasto entre empresas, a mayores ventas o activos, se requiere mayor gasto en I+D.

Eberhart, Maxwell y Siddique (2004) señalaron que el mantener la intensidad del I+D constante en el tiempo, no tenía porqué representar nueva información para la valoración del precio de la acción. Por lo que propusieron estudiar los cambios porcentuales en la intensidad del I+D, los cuales traen consigo nueva información a descontar por el inversionista (en caso de ser diferente de cero).

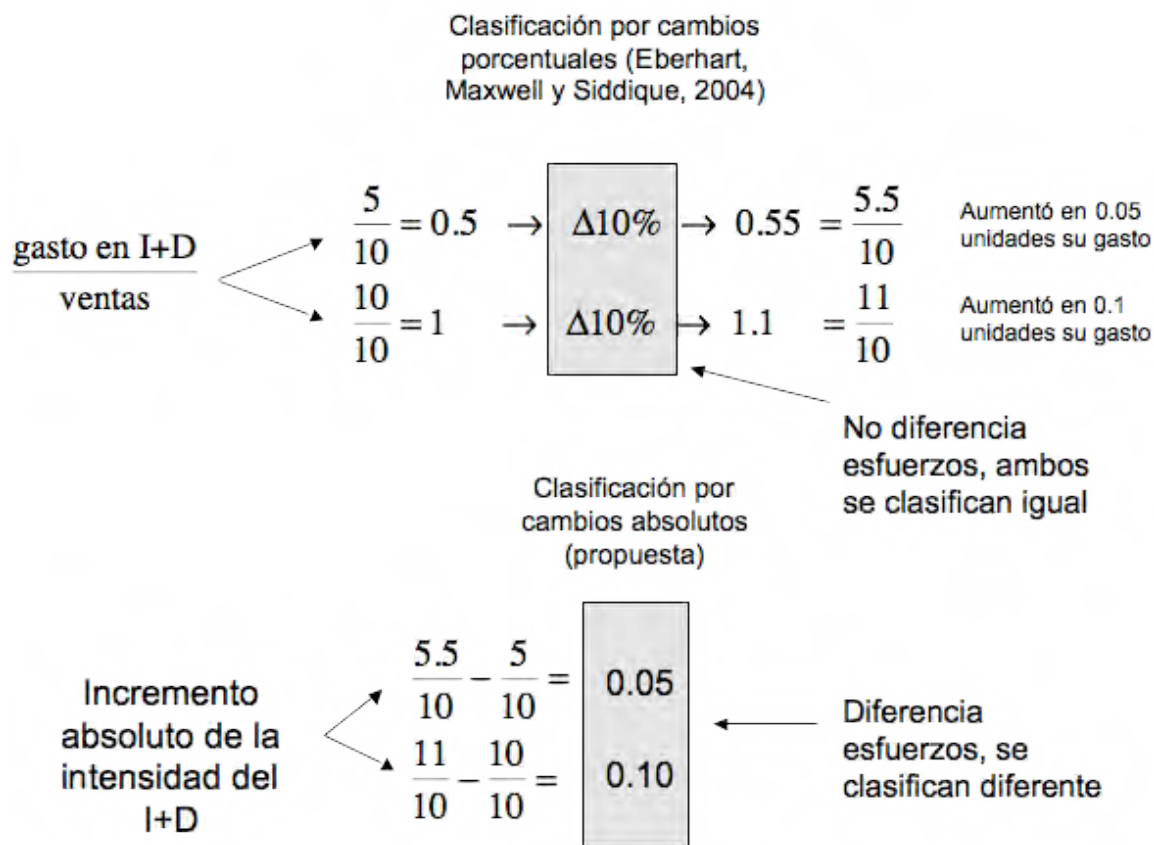
El problema que surge con esta forma de medir, es caer en el error de los primeros trabajos. Por ejemplo, dos empresas tienen un incremento del 10% en la intensidad del I+D:

(1) una empresa incrementa su gasto en I+D de 5 millones a 5.5 millones teniendo 10 millones de ventas (pasa de 0.5 a 0.55 en la intensidad del I+D), (2) otra empresa incrementa su gasto en I+D de 10 millones a 11 millones, con la misma cantidad de ventas (pasa de 1 a 1.1 la intensidad del I+D). Ambas empresas tiene un cambio porcentual del 10% en la intensidad del I+D, siendo el esfuerzo de la segunda empresa mayor al incrementar 1 millón su gasto en I+D contra 0.5 millones de la primera empresa. Por lo que esta forma de medir el gasto en I+D, no diferencia esfuerzos en la realización de este gasto.

Si en lugar de considerar incrementos porcentuales de la intensidad del I+D, se consideran los cambios absolutos de la intensidad del I+D, se reflejan tanto los esfuerzos en realizar este gasto como nueva información a descontar (en caso de ser diferente de cero). En el ejemplo anterior la primera empresa tiene un incremento en la intensidad del I+D de 0.05 ($0.55 - 0.5$) y la segunda empresa de 0.1 ($1.1 - 1$), siendo la segunda la que mayor esfuerzo hizo en realizar este gasto. Si se toman incrementos porcentuales se estaría clasificando por igual ambas empresas, caso contrario si se toman cambios absolutos (ver la figura 4.1 con el ejemplo).

Figura 4.1 Comparativo de la medición del I+D.

En la figura se simulan dos formas de clasificar a dos empresas con el mismo nivel de ventas. En el primer tipo de clasificación se toman incrementos porcentuales de la intensidad del I+D, y en el segundo tipo se toman cambios absolutos de la intensidad del I+D. En el segundo tipo de clasificación se reflejan tanto los esfuerzos en realizar este gasto como nueva información a descontar (por ser diferente de cero). La primera empresa tiene un incremento en la intensidad del I+D de 0.05 (0.55-0.5) y la segunda empresa de 0.1 (1.1-1), siendo la segunda la que mayor esfuerzo hizo en realizar este gasto. Si se toman incrementos porcentuales se estarían clasificando por igual ambas empresas, caso contrario si se toman cambios absolutos.



4.3.2 Propuesta de medición del I+D

En este trabajo se proponen cambios absolutos de la intensidad del gasto en I+D, para estudiar el comportamiento del inversionista ante este evento. Esta forma de medir mantiene el concepto original referido a la intensidad del gasto en I+D del trabajo de Eberhart, Maxwell y Siddique (2004). Además si existe un cambio en unidades de la intensidad del I+D, el mercado descuenta esta nueva información, y se diferencian esfuerzos entre empresas al realizar este gasto. Para conocer el impacto de esta nueva información a diferentes incrementos o decrementos, se utilizaron 8 niveles de cambios absolutos en la intensidad del I+D. En la Tabla 4.2 se encuentra la estadística descriptiva de muestra. El nivel 1, señalado en la Tabla, se refiere a incrementos de la intensidad del I+D en un rango entre 5 y 9.99 (<10) unidades. El nivel 5, en panel b Tabla 4.2., se refiere a un rango entre -9.99 a -5 unidades de cambio absoluto de la intensidad del I+D.

En la tabla 4.2a se analizan los datos para incrementos absolutos en la intensidad del I+D y en la tabla 4.2b se encuentran los decrementos en la intensidad del I+D. Se puede observar que el gasto en I+D entre las ventas totales (o entre el total de activos) es mayor para el grupo de empresas que presentan incrementos absolutos en la intensidad del I+D (panel a) en comparación a la relación al grupo que presenta decrementos (panel b).

Si se invirtiera en un portafolio con las empresas que incrementan su gasto en I+D, se obtendría un rendimiento diario de 0.51311% y 0.51784% (con igual ponderación para cada empresa o considerando la capitalización bursátil) en los primeros 9 días del año (*trading days*). Estos rendimientos son superiores a los que obtienen al invertir en un portafolio formado por empresas que disminuyen su gasto en I+D (0.3547% y 0.15506% respectivamente²¹). Lo anterior es congruente con que el inversionista descuenta como información positiva el hecho de tener incrementos en el gasto en I+D (hipótesis ii).

²¹ Se excluye el análisis de los primeros tres meses debido a que los resultados empíricos no fueron satisfactorios.

Si se descompone el rendimiento anterior, en diferentes niveles de incremento o decremento en las medidas de I+D, se esperaría que entre mayor fuera el cambio, la reacción del mercado sería mayor. Lo anterior no se cumple, ni en los casos de incremento (nivel 1 al 5), ni en los casos de decrementos (nivel 5 al 8). Esto sucede ya sea ponderando el portafolio por igual o por capitalización bursátil (cuarta y quinta ventanas de los paneles a y b de la tabla 4.2).

En el caso de formar portafolios con empresas clasificadas de alta tecnología²², este portafolio sería mejor que un portafolio formado por el resto de las empresas. Posiblemente sea debido a una mayor credibilidad del inversionista en la utilización de este gasto en este grupo de empresas. Los portafolios anteriores son mejores que los portfolios formados por decrementos absolutos en la intensidad del I+D, lo cual es razonable. En el caso de los rendimientos de los portafolios en caso de decrementos en el gasto en I+D (tabla 4.2b) se muestran inconsistencias en los resultados. Por ejemplo, los portafolios de baja tecnología, muestran mejor desempeño que el portafolio de alta tecnología con ponderación por capitalización, caso contrario si se comparan con el portafolio con igual ponderación.

²² Las empresas tienen ventas mayores a \$35 millones y un gasto en I+D mayor a \$1 millón

Tabla 4.2. Estadística Descriptiva

Las siguientes tablas presentan un resumen de la información obtenida de COMPUSTAT y CRSP (mercados financieros NASDAQ, NYSE y AMEX). Se filtró la información a reportes anuales de empresas activas, con ventas mayores a \$1 millón y activos mayores a \$1 millón. \$MM son millones de dólares (USD). Entre paréntesis se encuentran los rangos en cambios anuales de la intensidad del I+D, según lo indique, incremento o decremento.

a) Observaciones donde los cambios anuales en la intensidad del I+D, crecen más de 5 unidades.

Incrementos en I+D:		Desde 2001 a 2006, frecuencia anual			
	Observaciones	Media	Desviación Standard	Mínimo	Máximo
Ventas (\$MM)	861	178.88	1,179.61	1.01	22,476.32
Total activos (\$MM)	861	371.18	2,155.46	1.35	36,178.17
Gasto en I+D (\$MM)	861	71.22	313.55	0.42	4,955
Medidas en I+D (%)					
Total I+D/ Total ventas	861	35.81			
Total I+D/ Total activos	861	17.64			
Niveles de incremento anual en la intensidad del I+D					
Nivel 1 (5 – 10)	401	7.14	1.43	5.00	9.99
Nivel 2 (10 – 15)	177	12.30	1.40	10.02	14.98
Nivel 3 (15 – 25)	145	19.05	2.81	15.01	24.83
Nivel 4 (25 – >25)	138	45.66	37.00	25.02	361.19
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>).					
Misma ponderación	54	0.51311	1.39	-2.88	3.72
Pond. por capitalización	54	0.51784	1.42	-2.56	4.17
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>). Misma ponderación y por nivel de cambio en la intensidad del I+D					
Nivel 1 (5 – 10)	54	0.57237	1.51	-2.70	3.47
Nivel 2 (10 – 15)	54	0.4123	1.60	-3.77	4.01
Nivel 3 (15 – 25)	54	0.53605	2.13	-3.40	7.93
Nivel 4 (25 – >25)	54	0.47234	1.56	-3.3	5.3
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>). Ponderación por capitalización bursátil y por nivel de cambio la intensidad del I+D.					
Nivel 1 (5 – 10)	54	0.63413	1.63	-2.77	5.50
Nivel 2 (10 – 15)	54	0.60553	1.96	-3.3	5.51
Nivel 3 (15 – 25)	54	0.53233	1.88	-2.97	5.98
Nivel 4 (25 – >25)	54	0.44417	1.66	-3.28	5.17
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en <u>empresas de alta tecnología</u> (ventas > 35 \$MM y gasto I+D > 1 \$MM), en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>).					
Misma ponderación	54	0.53808	1.71216	-3.18855	4.11236
Pond. por capitalización	54	0.56638	1.54582	-2.656	4.92234
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en <u>empresas de baja tecnología</u> (ventas < 35 \$MM o gasto I+D < 1 \$MM), en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>).					
Misma ponderación	54	0.50644	1.32146	-3.18699	3.52988
Pond. por capitalización	54	0.42503	1.41897	-2.51176	3.18845

COMPORTAMIENTO DEL INVERSIONISTA A DIFERENTES NIVELES DE INVERSIÓN EN I+D

Tabla 4.2 (Continua).

b) Observaciones donde los cambios anuales en la intensidad del I+D, decrecen menos de 5 unidades.

Decrementos en I+D:		Desde 2001 a 2006, frecuencia anual			
	Observaciones	Media	Desviación Standard	Mínimo	Máximo
Ventas (\$MM)	739	440.32	3,451.78	1.02	70,565.63
Total activos (\$MM)	739	833.26	6,059.46	2.08	102,620.4
Gasto en I+D (\$MM)	739	43.73	221.86	0	4,788.91
Medidas en I+D (%)					
Total I+D/ Total ventas	739	6.78			
Total I+D/ Total activos	739	2.82			
Niveles de decremento anual en la intensidad del I+D					
Nivel 5 (5 – 10)	322	-7.06565	1.45	-9.95	-5.01
Nivel 6 (10 – 15)	137	-12.17319	1.44	-14.99	-10.06
Nivel 7 (15 – 25)	145	-19.16726	3.05	-24.92	-15.00
Nivel 8 (25 – >25)	135	-47.64945	34.78	-324.31	-25.02
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en los primeros 9 días (<i>trading days</i>) posteriores al reporte financiero anual.					
Misma ponderación	54	0.35471	1.19	-2.78	2.92
Pond. por capitalización	54	0.15506	1.24	-2.89	3.32
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>). Misma ponderación y por nivel de cambio en la intensidad del I+D					
Nivel 5 (5 – 10)	54	0.18342	1.31	-3.51	2.29
Nivel 6 (10 – 15)	54	0.52267	1.52	-2.59	3.44
Nivel 7 (15 – 25)	54	0.3586	1.46	-3.50	3.85
Nivel 8 (25 – >25)	54	0.39688	1.40	-3.55	5.07
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>). Ponderación por capitalización bursátil y por nivel de cambio en la intensidad del I+D.					
Nivel 5 (5 – 10)	54	0.09044	1.59	-3.81	3.67
Nivel 6 (10 – 15)	54	0.32045	1.60	-3.37	3.40
Nivel 7 (15 – 25)	54	0.26658	1.39	-3.14	3.51
Nivel 8 (25 – >25)	54	0.06437	1.16	-2.15	2.69
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en <u>empresas de alta tecnología</u> (ventas > 35 \$MM y gasto I+D > 1 \$MM), en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>).					
Misma ponderación	54	0.38941	1.30	-3.33	3.55
Pond. por capitalización	54	0.14859	1.28	-2.81	3.56
Prima de riesgo promedio diaria (r menos rf) (%) en <u>empresas de baja tecnología</u> (ventas < 35 \$MM o gasto I+D < 1 \$MM), en los primeros 9 días del año (<i>trading days</i>).					
Misma ponderación	54	0.33223	1.21	-2.48	2.65
Pond. por capitalización	54	0.25017	1.61	-3.24	5.00

4.4 Metodología de investigación

En la literatura se pueden encontrar trabajos donde se utiliza *zero-investment portfolio returns* para ajustar los rendimientos de un portafolio a varios factores de riesgo (por ejemplo, Ikenberry y Ramnath, 2002; Eberhart, Maxwell y Siddique, 2004). Este tipo de portafolios tienen una posición larga en un tipo de empresas y una posición corta en empresas contrarias al primer tipo (por ejemplo, largo en empresas pequeñas y corto en empresas grandes). Dos modelos de este tipo, es el modelo de 3 factores de Fama y French (1993) y el modelo de 4 factores de Carhart (al modelo de Fama y French le incorporan el factor *Momentum*). Al utilizar cualquiera de estos modelos, se puede obtener un rendimiento residual en relación a los factores de riesgos utilizados, al cual se le llama rendimiento anormal (α , en la ecuación 4.1).

No existe un consenso en la literatura de cómo calcular los rendimientos de los portafolios (RP_t , en la ecuación 4.1), ya sea utilizando igual ponderación o ponderación por capitalización bursátil (Loughran y Ritter, 2000; Fama, 1998), por lo que se utilizan ambos tipos de ponderación en el estudio.

En la literatura se pueden encontrar trabajos donde se utilizan estos modelos de factores para el análisis del desempeño, rendimientos y el estudio de eventos. Algunos recientes son Bollen y Whaley (2009), Campbell, Ramadorai y Schwartz (2009), Christoffersen y Sarkissian (2009), Fang y Peress (2009) y Gil-Bazo y Ruiz-Verdu (2009).

4.4.1 Modelo de Carhart

La ecuación (3.1) representa el modelo de Carhart (Fama y French, 1993; Carhart, 1997).

$$RP_t - rf_t = \alpha + b(RM_t - rf_t) + sSMB_t + hHML_t + mMom_t + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

Donde RP_t es el rendimiento del portafolio, ya sea utilizando una misma ponderación o ponderación por capitalización de las empresas que son parte del evento a analizar (número de nivel, o rango en el cambio absoluto en la intensidad del I+D). rf_t es la tasa libre de riesgo (T-bill a un mes), α es el rendimiento anormal, RM_t es el índice de mercado del CRSP (contiene empresas de los mercados NASDAQ, NYSE y AMEX). $(RM_t - rf_t)$ es la prima de riesgo del mercado. Los portafolios que se incluyen en los factores SMB_t , HML_t y Mom_t se ponderan por capitalización bursátil. Estos factores y ε_t , se explican a continuación.

SMB_t (*Small Minus Big*) es el promedio de rendimiento entre 6 portafolios; 3 portafolios formados por pequeñas empresas menos el rendimiento de 3 portafolios formado por grandes empresas.

$$SMB_t = \frac{1}{3}(SmallValue_t + SmallNeutral_t + SmallGrowth_t) - \frac{1}{3}(BigValue_t + BigNeutral_t + BigGrowth_t) \quad (4.2)$$

donde:

Small son el 50% del total de las empresas con menor capitalización bursátil.

Big son el 50% del total de las empresas con mayor capitalización bursátil.

Value son el 30% de las empresas con mayor BE/ME .

Neutral son el 40% de las empresas entre *Value* y *Growth*.

Growth son el 30% de las empresas con menor BE/ME .

BE/ME *book to equity* entre *market equity*.

Por ejemplo, $BigValue_t$ es el rendimiento promedio tomado del 30% de las empresas con mayor BE/ME , que se recogen del 50% de las acciones con mayor capitalización, en el momento t .

HML_t (*High Minus Low*) es el rendimiento de un portafolio formado por empresas

con una relación alta, entre el precio en libros sobre su precio de mercado, menos el rendimiento de un portafolio con una baja relación, entre su precio en libros sobre su precio de mercado.

$$HML_t = \frac{1}{2}(SmallValue_t + BigValue_t) - \frac{1}{2}(SmallGrowth_t + BigGrowth_t) \quad (4.3)$$

Mom_t (*Momentum*) es el rendimiento de las empresas ganadoras (*high momemtum stocks*) menos el rendimiento de empresas perdedoras (*low momemtum stocks*). La diferencia entre el trabajo de Carhart (1997) y lo calculado por French²³ es que el primero se utilizó misma capitalización.

$$Mom_t = \frac{1}{2}(SmallHigh_t + BigHigh_t) - \frac{1}{2}(SmallLow_t + BigLow_t) \quad (4.4)$$

donde:

Small son el 50% del total de las empresas con menor capitalización bursátil.

Big son el 50% del total de las empresas con mayor capitalización bursátil.

High son el 30% de las empresas con mayor rendimiento en los pasados 11 meses.

Low son el 30% de las empresas con menor rendimiento en los pasados 11 meses.

ε_t es el error del modelo.

t es el día, se utilizan los primeros 9 días (*trading days*)²⁴ de cada año, donde se recalcula todos los factores. Bajo el supuesto de que la mayoría de las empresas en los mercados financieros analizados reportan sus estados financieros al final del año (COMPUSTAT).

²³ Los cuatro factores del modelo se obtuvieron de la página web de Kennenth French (<http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french>, consultada el 1 de marzo, 2008).

²⁴ Se buscó en un horizonte de los primeros tres meses de cada año, el plazo donde el modelo fuera estadísticamente significativo.

Para el cálculo de la ecuación (3.1) se utiliza la técnica Newey-West, y de esta forma hacer la corrección de los errores por heterocedasticidad y autocorrelación.

Durante los 54 días analizados, 9 días en cada uno de los 5 años (2001-2006), si el *p-value* en el factor α (rendimiento anormal) es menor al 0.05, en ambos portafolios, misma ponderación y ponderación por capitalización bursátil; se considera que el resultado de este factor es significativo al 95% de confianza.

4.5 Resultados empíricos

La tabla 4.3 presenta los rendimientos anormales en los primeros 9 días de cada año (*trading days*, días en que operan los mercados financieros) durante el periodo 2001 al 2006, fue el plazo donde el modelo era estadísticamente significativo²⁵. En el panel a de la tabla se encuentran los resultados para el grupo de empresas con incrementos anuales en la intensidad del I+D, utilizando el modelo de 4 factores de Carhart tanto para portafolios con ponderación igual como para portafolios con ponderación por capitalización. Se esperaría un rendimiento anormal superior, conforme se aumenta de nivel (del 1 al 4). Notar que los niveles 1 y 4 reportan rendimientos anormales significativos, mostrando incongruencia en el rendimiento anormal para ambos portafolios, donde este rendimiento es mayor cuando se produce un menor cambio en la intensidad del I+D. Por ejemplo, en el nivel 1 utilizando igual ponderación, el rendimiento anormal es de 0.389% de rendimiento promedio diario y en el nivel 4 de 0.33%, a mayor incremento en cambio absoluto de la intensidad del I+D disminuye el rendimiento. Para el portafolio con capitalización bursátil, el rendimiento anormal en el nivel 1 es de 0.487% y en el nivel 4 de 0.39%, sucediendo lo mismo que en el portafolio anterior, un nivel inferior produce mayor rendimiento anormal.

²⁵ Se buscó la aprobación del modelo en los primeros tres meses de cada año, ya que las empresas tienen tres meses para reportar los resultados del último cuarto a las bolsas de valores.

En el panel b de la tabla 4.3 se analizan los decrementos en el cambio de las medidas del gasto en I+D. No se encontraron rendimientos anormales significativos al 95% de confianza para cada nivel en ambos portafolios. Por ejemplo, el nivel 6 muestra un rendimiento anormal significativo con el primer portafolio, siendo no significativo en el segundo portafolio.

Por lo anterior, se deduce que el inversionista tiene una mayor reacción ante resultados buenos, que frente a resultados malos, similar a lo encontrado por Johnson y Pazderka (1993), lo cual contradice la hipótesis de baja reacción del inversionista ante eventos. Aunque en este estudio los resultados deben tomarse con cuidado ya que por una parte se encontraron rendimientos anormales significativos en el nivel 1 y 4, pero desaparece ésta significancia en los niveles 2 y 3. Luego, al parecer no es suficiente el hecho de tener cambios absolutos (positivos o negativos) en la intensidad del gasto en I+D para que los inversionistas lo interpreten como una señal.

En la tabla 4.4, se encuentran los rendimientos anormales para el caso de empresas clasificadas como de alta tecnología y de baja tecnología, donde se consideran empresas de alta tecnología aquellas que tenían ventas superiores a \$35 millones y por lo menos \$1 millón de gasto en I+D. Los resultados son similares a los encontrados por Chan, Martin y Kensinger (1990) y Szewczyk, Tsetsekos y Zantout (1996). En el corto plazo, los inversionistas reaccionan positivamente ante incrementos en el gasto en I+D en empresas de alta tecnología. El portafolio ponderado por capitalización bursátil (panel b de la tabla), no produce rendimiento anormal significativo.

Tabla 4.3. Rendimiento anormal promedio: Modelo Carhart, 2001-2006

Las siguientes tablas muestran el rendimiento anormal promedio diario. Entre 2001-2006 en los primeros 9 días de cada año, en los mercados NASDAQ, NYSE y AMEX. Se utilizó el modelo de Carhart, y se estimaron los factores con la técnica de Newey-West.

$$RP_t - rf_t = \alpha + b(RM_t - rf_t) + sSMB_t + hHML_t + mMom_t + \varepsilon_t$$

RP_t es el rendimiento del portafolio, ya sea utilizando una misma ponderación o ponderación por capitalización de las empresas son parte del evento a analizar (numero de nivel, o rango en el cambio anual en la intensidad del I+D). rf_t es la tasa libre de riesgo (T-bill a un mes), α es el rendimiento anormal, RM_t es el índice de mercado del CRSP, SMB_t es el rendimiento de un portafolio formado por pequeñas empresas menos el rendimiento de un portafolio formado por grandes empresas, HML_t es el rendimiento de un portafolio formado por empresas con una relación alta, del precio en libros entre su precio de mercado, menos el rendimiento de un portafolio con una baja relación, de su precio en libros entre su precio de mercado, y Mom_t es el rendimiento de las empresas ganadoras (*high momentum stocks*) menos el rendimiento de empresas perdedoras (*low momentum stocks*). t es el día, entre los primeros 9 días del año (*trading days*). Los p -value de cada factor están debajo del factor en paréntesis. * son variables significativas diferentes de cero a un 95% (o más) de confianza.

a) Observaciones donde los cambios anuales en la intensidad del I+D, son mayores a 5 unidades.

Incrementos en I+D:	Modelo de cuatro factores: Carhart			
	Rendimiento anormal	b	s	h
<u>Misma ponderación por grupos de incrementos en la intensidad del I+D</u>				
Nivel 1	0.00389 (0.002)*	1.08180 (0.000)*	1.35837 (0.000)*	0.35974 (0.425)
Nivel 2	0.00193 (0.1670)	1.23991 (0.0000)*	1.12951 (0.0000)*	0.99504 (0.0970)
Nivel 3	0.00246 (0.2550)	1.76424 (0.0000)*	0.65349 (0.1310)	1.21831 (0.2970)
Nivel 4	0.00330 (0.0320)	0.83028 (0.0000)*	1.29822 (0.0020)*	0.31719 (0.7200)
<u>Ponderación por capitalización, grupos de incrementos en la intensidad del I+D</u>				
Nivel 1	0.00487 (0.0130)*	1.10909 (0.0000)*	0.59357 (0.0690)	-0.64977 (0.2340)
				-0.72065 (0.0300)*

Nivel 2	0.00353 (0.0110)*	1.52086 (0.0000)*	1.49190 (0.0020)*	0.59942 (0.4450)	-0.83199 (0.0040)*
Nivel 3	0.00325 (0.0840)	1.28080 (0.0000)*	1.46083 (0.0010)*	0.28787 (0.7830)	-0.22257 (0.5790)
Nivel 4	0.00390 (0.0390)*	0.56507 (0.0020)*	0.65623 (0.0640)	-1.11090 (0.2370)	0.36798 (0.3280)

b) Observaciones donde los cambios anuales en la intensidad del I+D, son menores a -5 unidades.

Decrementos en I+D:	Modelo de cuatro factores: Carhart				
	Rendimiento anormal	b	s	h	m
<u>Misma ponderación por grupos de decrementos en la intensidad del I+D</u>					
Nivel 5	0.00127 (0.1820)	1.00727 (0.0000)*	1.44270 (0.0000)*	0.15525 (0.8050)	-0.21611 (0.3630)
Nivel 6	0.00369 (0.0150)*	0.99067 (0.0000)*	1.08422 (0.0000)*	-0.07897 (0.8660)	-0.66104 (0.0610)
Nivel 7	0.00185 (0.2590)	1.14752 (0.0000)*	0.96758 (0.0080)*	0.03080 (0.9650)	-0.05657 (0.8680)
Nivel 8	0.00212 (0.1100)	1.24636 (0.0000)*	0.57930 (0.0640)	0.17102 (0.7450)	-0.02640 (0.9110)
<u>Ponderación por capitalización, grupos de decrementos en la intensidad del I+D</u>					
Nivel 5	-0.00010 (0.9320)	1.49357 (0.0000)*	0.75914 (0.0420)*	-0.85550 (0.2400)	0.62834 (0.0390)*
Nivel 6	0.00187 (0.2680)	0.85394 (0.0000)*	1.24216 (0.0070)*	-0.23437 (0.6440)	-0.88393 (0.0030)*
Nivel 7	0.00114 (0.4480)	0.95919 (0.0000)*	1.19266 (0.0030)*	0.13467 (0.8400)	0.13128 (0.7030)
Nivel 8	-0.00091 (0.4610)	0.91689 (0.0000)*	0.43616 (0.1490)	0.76200 (0.2210)	-0.23225 (0.4350)

Tabla 4.4. Rendimiento anormal promedio: Empresas de alta y baja tecnología

En las siguientes tablas se resume el rendimiento anormal y los factores del modelo de Carhart, en el periodo, 2001-2006, en los primeros 9 días de cada año. En los mercados NASDAQ, NYSE y AMEX. \$MM son millones de dólares (USD). Los *p-value* de cada factor están debajo del factor en paréntesis.

a. Observaciones donde los cambios anuales en la intensidad del I+D, son mayores a 5 unidades: Empresas de alta tecnología

Incrementos en I+D:	Modelo de cuatro factores: Carhart anormal				
	Rendimiento	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>h</i>	<i>m</i>
<u>Empresas de alta tecnología</u> (ventas > 35 \$MM y gasto I+D > 1 \$MM)					
1- Misma ponderación					
Nivel 1 al 4	0.00303 (0.0230)*	1.40015 (0.0000)*	1.38937 (0.0000)*	0.61476 (0.1830)	-0.82838 (0.0340)*
2- Ponderación por capitalización					
Nivel 1 al 4	0.00430 (0.0130)*	1.05517 (0.0000)*	0.63435 (0.0350)*	-0.73988 (0.1300)	-0.59708 (0.0480)*

b. Observaciones donde los cambios anuales en la intensidad del I+D, son mayores a 5 unidades: Empresas de baja tecnología

Incrementos en I+D:	Modelo de cuatro factores: Carhart				
	Rendimiento anormal	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>h</i>	<i>m</i>
<u>Empresas de baja tecnología</u> (ventas < 35 \$MM o el gasto I+D < 1 \$MM)					
1- Misma ponderación					
Nivel 1 al 4	0.00326 (0.0140)*	1.06195 (0.0000)*	1.03457 (0.0000)*	0.58633 (0.3010)	-0.53069 (0.0560)
2- Ponderación por capitalización					
Nivel 1 al 4	0.00262 (0.0860)	1.06454 (0.0000)*	1.25664 (0.0010)*	-0.05772 (0.9260)	-0.05786 (0.8420)

4.6 Conclusiones

Se estudian los primeros tres meses de cada año debido a que en el último cuarto de cada año es cuando la empresa reporta la mayor proporción de gasto en I+D (en promedio del 48% del total del gasto en I+D reportado en el año)²⁶. Se encontró evidencia que el mercado reacciona ante cambios positivos de la intensidad del gasto en I+D. En el caso de cambios negativos no hay evidencia de rendimientos anormales significativos, esto para el corto plazo (9 días). Los resultados no son significativos en periodos de los tres primeros meses sin incluir el periodo de 9 días del año entre el 2001 al 2006.

Los niveles en los cuales fue significativa la inversión en I+D, fue en cambios absolutos anuales en la intensidad del gasto en I+D entre 5 y 10 unidades, y para casos de cambios superiores a 25 unidades, con un rendimiento anormal promedio diario de 0.438% y 0.36%²⁷, resultados cercanos a los estudios relacionados con la I+D en el corto plazo, presentados en la tabla 4.5. Debido a que el rendimiento anterior se estudia en los primeros días del año, se tiene que considerar el efecto Enero (Keim, 1983²⁸; Sun y Tong, 2010). Keim encontró un rendimiento anormal promedio diario de 0.121% en el mes de enero, pero la mayor parte de este rendimiento anormal lo observó en los primeros 5 días del año, en un 26.3% del rendimiento acumulado en 21 días, que equivale a 0.1336%²⁹ de rendimiento promedio anormal diario. Los rendimientos anormales anteriores debido al efecto Enero son menores al rendimiento anormal encontrados en el estudio³⁰;

²⁶ Es del 16%, 19%, 17% y 48% en el Q1, Q2, Q3 y Q4 respectivamente.

²⁷ Promedio del rendimiento anormal de los portafolios con una misma ponderación y ponderación por capitalización, respectivamente.

²⁸ La base de datos utilizada es del CRSP, en los mercados NYSE y AMEX entre 1963 y 1979. Estudia el rendimiento anormal considerando el efecto tamaño. Observa que el que para empresas de menor capitalización el efecto enero es positivo y conforme aumenta la capitalización el efecto enero es negativo. Lo anterior solo se observa en el mes de enero (Keim, 1983, pág. 9).

²⁹ 0.121 por 21 por 0.263 entre 5.

³⁰ Bajo el supuesto que el efecto Enero se mantenga igual de alto que en los primeros 5 días durante los primeros 9 días. Lo anterior para poder comparar ambos rendimientos anormales.

aproximadamente el 37% del rendimiento anormal encontrado es debido al efecto Enero³¹. Por lo que se acepta la hipótesis (i) de este documento.

Con respecto a incrementos en la intensidad del gasto en I+D para empresas catalogadas como de alta tecnología, se documenta resultados positivos en el corto plazo, soportando resultados previos en la literatura (Sood y Tellis, 2009).

Además, se encontraron inconsistencias en el modelo cuando los incrementos en la intensidad del gasto en I+D son entre 10 y 25 unidades, dejando para futuras investigaciones el tratamiento de este problema. La irregularidad de estas variaciones en el modelo pudieron ser ocasionadas por patrones psicológicos en el inversionista, como el *conservatism bias* de Barbaris, Shleifer y Vishny (1998), el *overconfidence bias* discutido por Daniel, Hirshleifer y Subrahmanyam (1998), la reacción de Fundamentalistas-Técnicos descrita por Hong y Stein (1999), el *sentiment* de Baker y Wurgler (2006), el *retail investor* de Kumar y Lee (2006) o la *psychological bias* de Titman (2002). Estas irregularidades pudieron ser percibidas dentro de la función de valor del inversionista y repercutieron en la toma de decisiones. El siguiente apartado buscará mejorar y sensibilizar el modelo debido a inconsistencias y posibles sesgos debido al comportamiento del inversionista.

El siguiente capítulo trata de buscar como sensibilizar el modelo de este apartado, tomando en cuenta alguna de las irregularidades comentadas anteriormente; buscará entender el comportamiento del inversionista cuando este es pesimista (optimista) y como incluirlo dentro de la función de valor del inversionista (se desarrolla en el capítulo 5).

³¹ La diferencia en rendimiento anormal es alta, aunque ambos estudios difieren en el tiempo es probable que siga siendo inferior el rendimiento anormal del efecto Enero durante 2001-2006.

Tabla 4.5 Relación del rendimiento anormal debido al gasto en I+D

Autor (año)	Muestra	Rendimiento anormal*
McConnell y Muscarella (1985)	658 anuncios de empresas	-Para incrementos -0.55% diario -Para decrementos +1.47% diario
Chan, Martin y Kensinger (1990)	Beneficios a corto plazo, nivel de tecnología, concentración en la industria (entre las 4 con mayores ventas del sector)	En el primer día +0.53%
Doukas y Switzer (1992)	Concentración en el mercado	Dos días antes del anuncio 0.83% (0.415% diario)
Chan, Lakonishok y Sougiannis (2001)	Rendimientos, publicidad, Fama-French <i>factors</i> , <i>momentum</i>	7.44% a 6.84% rendimiento en un año
Kadiyala y Rau (2004)	Clasificación de los abnormal returns positivos/negativos, Fama-French <i>factors</i>	-Para empresas que reportaron pérdidas -9.15% en 36 meses -Para empresas que reportaron beneficios 3.98% en 36 meses
Eberhart, Maxwell y Siddique (2004)	I+D/ventas, I+D/activos, Fama-French <i>factors</i>	Entre 0.617% y 0.252% de rendimiento mensual promedio en 5 años

* con un nivel de confianza del 5%.

Capítulo 5 RELACIONES ENTRE LA CREACIÓN DE VALOR Y LA INVERSIÓN EN I+D: APROXIMACIÓN MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES³²

CONTENIDO

- 5.1 Introducción
- 5.2 Antecedente de las Redes Neuronales Artificiales (RNA)
- 5.3 Datos utilizados
- 5.4 Metodología de investigación
 - 5.4.1 Introducción a las RNA
 - 5.4.2 Arquitectura de la RNA
 - 5.4.3 Selección de la mejor arquitectura
- 5.5 Resultados empíricos
- 5.6 Conclusiones

³² Agradezco los apoyos a esta investigación de César Beltrán y Carina Huguet de IESE.

Resumen

Este apartado proporciona nuevos conocimientos sobre la interacción de los efectos del tipo de interés a 5 años, el nivel de apalancamiento (la relación del pasivo y activo), sobre las pérdidas históricas, el crecimiento del PIB, la intensidad del gasto en I+D y los ingresos con el rendimiento de la acción en el corto plazo. El modelo no lineal utilizado (combinación de modelos mediante redes neuronales artificiales) explica 31.59% de la varianza del rendimiento de las acciones en los primeros 5 meses del año, entre 2000-2006, en los mercados AMEX, NASDAQ y NYSE. Las variables relacionadas con los resultados de la empresa se sensibilizaron multiplicándolas por uno más la desviación estándar de cada activo, para diferenciar riesgos entre empresas.

5.1 Introducción

En la literatura se pueden encontrar varios trabajos donde la innovación provoca oportunidades de crecimiento económico, aunque no está muy claro cuáles factores externos al proyecto propician la credibilidad del inversionista antes de que estos proyectos obtengan resultados. Las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) son clave en la innovación y pueden provocar que el inversionista invierta en empresas con inversiones relevantes en I+D.

Ho, Tjahjapranata y Yap (2006) estudiaron las relaciones entre el rendimiento de la acción, el tamaño de la empresa, el sector donde se concentra la empresa, el nivel de apalancamiento y el gasto en I+D. Encontraron que el inversionista valoraba mejor el gasto en I+D en empresas grandes, solo cuando estas tenían un apalancamiento bajo. Si el apalancamiento era alto, el inversionista valoraba mejor a las empresas pequeñas. El nivel de concentración en el sector no era significativo y el modelo lineal explicaba el 5% de la

varianza. En este capítulo se pretende aumentar la explicación de la varianza del modelo, utilizando modelos no lineales, además de incluir otras variables.

El objetivo de este capítulo es la identificación de factores que provocan que los inversionistas compren acciones en los mercados financieros en el corto plazo frente a aumentos o disminuciones en el gasto en I+D, así como la relación no lineal de dichos factores. La hipótesis a contrastar es la iii de este documento³³.

El capítulo está dividido en 6 secciones, en la sección 5.2 se mencionan trabajos donde se utilizan las Redes Neuronales Artificiales (RNA). En la sección 5.3 se citan las fuentes de las bases datos. En la sección 5.4 se proporciona una introducción a las RNA y se explica cómo se selecciona la mejor arquitectura a utilizar para la contrastación de la hipótesis. En la sección 5.5 se mencionan los resultados empíricos y en la sección 5.6 se presentan las conclusiones del estudio.

5.2 Estudio de la literatura

Un resumen del estudio de la literatura se muestra en la Tabla 5.1. Con respecto al impacto del gasto en I+D en el corto plazo, Szewczyk, Tsetsekos y Zantout (1996) documentan que la reacción del inversionista en el mercado financiero ante anuncios en incrementos en gastos en I+D es positiva en el sector de alta tecnología y negativa para el resto (0.477% de rendimiento anormal en 2 días para el caso de reacción positiva). Además, observaron que a menor flujo de efectivo la empresa busca financiamiento externo, el cual es un mecanismo de monitoreo por terceros para conocer mejor la empresa. Dicho mecanismo de monitoreo es entendido como otra señal positiva por el inversionista.

No solo el gasto en I+D le interesa al inversionista sino también la forma como se financia. A través del tiempo podemos ver cómo el inversionista va cambiando la forma de

³³ Hipótesis iii: la relación de los factores que considera el inversionista tienen una relación no-lineal.

ver el financiamiento. Booth, Junttila, Kallunki, *et al.* (2006) examinan la forma de financiar el gasto en I+D ya sea con capital o con deuda. Encontraron que el mercado accionario en diferentes países evaluaba mejor el financiamiento con capital debido a la existencia de información asimétrica entre las empresas y los inversionistas, principalmente de inversionistas institucionales. Esta asimetría era mayor cuando el financiamiento era con deuda (al contrario de lo encontrado por Szewczyk, Tsetsekos y Zantout., 1996), ya que la información mediante financiamiento con deuda no era tan clara para el inversionista como cuando el financiamiento es con capital.

En relación a lo anterior, los inversionistas institucionales buscarán ejercer presión sobre la empresa para que esta obtenga resultados en el corto plazo. Jones y Danbolt (2003) examinaron la reacción del mercado ante anuncios de inversiones en I+D, asociándolo a un rendimiento anormal del 1%. El nivel del rendimiento anormal puede variar dependiendo de la estructura del patrimonio de la empresa, teniendo una relación negativa en aquellas empresas donde la participación de inversionistas institucionales es mayor al 5% de las acciones comunes de la empresa.

Hall y Oriani (2005), examinaron Francia, Alemania e Italia, en la relación del valor de mercado y el gasto en I+D. Encontrando que en Francia e Italia, en caso de no existir un inversionista mayoritario (al menos con 1/3 de las acciones) el mercado reacciona positivamente ante inversiones en I+D.

Un trabajo donde se examinan los costos de agencia y el gasto en I+D es en Cheng (2004) quien estudia la relación entre la reducción del gasto en I+D y el incremento en la compensación de los CEO, siendo este último un incentivo para que el CEO se enfoque en el desempeño de la empresa a corto plazo. Una reducción en el gasto en I+D ayudaría al desempeño a corto plazo a costa de una reducción en el desempeño a largo plazo (futuros beneficios en la inversión en I+D). Esta compensación se observa principalmente en las gratificaciones anuales sobre opciones (*stock options*) de la compañía, (1) ya sea cuando está por retirarse el CEO o (2) cuando la compañía tiene una baja en sus utilidades o pérdidas menores; esto debido a problemas de agencia entre accionistas y CEO. Así, la

compensación es factor equilibrante entre la reducción en el gasto en I+D y los deseos del CEO por evitar los 2 problemas anteriores. En la ausencia de estos 2 problemas no encuentro evidencia empírica de esta relación.

La búsqueda de los factores que provoquen la credibilidad en este tipo de inversiones ha sido muy variada. La opinión de expertos puede inducir ruido al modelo, por ejemplo, en el trabajo de Ogneva y Subramanyam (2007), se examina la opinión de la auditoría por la SEC y la reacción del mercado ante este evento (después de 1 año).

La credibilidad en proyectos en I+D puede aumentar (disminuir) dependiendo del sentimiento (optimista o pesimista) del inversionista en el momento de tomar decisiones. Brown y Cliff (2005) propusieron un modelo para medir el sentimiento del mercado y lo utilizaron para predecir el rendimiento del mercado para los siguientes 1-3 años. Se observó una reacción principalmente en acciones con alta capitalización (sentimiento). Este sentimiento ya sea optimista o pesimista no cambia frecuentemente sino que se refuerza además de estar fuertemente correlacionado con el mercado, sin que esto signifique la predicción de rendimientos a corto plazo.

La consecuencia de un sentimiento alto en el mercado (la gran mayoría lo piensa así) es un mercado sobrevaluado, lo que implica que el mercado se revertirá a su valor intrínseco en el largo plazo. La razón por la cual los especuladores (inversionistas irracionales) pueden sobrevivir a esta mala valoración del mercado (mercado sobrevaluado) es que los fundamentalistas (inversionistas racionales) no toman esta oportunidad de arbitraje debido a la elevada incertidumbre, lo que lleva a especuladores a reforzar su posición (la gente se vuelve más optimista si ve que se une más gente a esta tendencia).

Otro aspecto es la tendencia a especular por parte de un grupo de inversionistas. Baker y Wurgler (2006) examinaron como la percepción (*sentiment*, tendencia a especular) de los inversionistas afecta desproporcionadamente a los precios de activos que están valuados principalmente por este instinto. Para acciones de empresas pequeñas, jóvenes, volátiles, con pérdidas, que no pagan dividendos, de crecimiento alto y con problemas de

insolvencia financiera, sugieren que están relativamente subvaloradas, en baja-percepción con relación a la media, no son atractivas para especuladores y optimistas.

Igualmente el desarrollo de la economía puede aumentar (disminuir) la reacción del inversionista. Xu y Zhang (2004), examinan en el largo plazo (5 años) el rendimiento del mercado japonés, en relación al gasto en I+D. Dividieron la muestra en 3 clases y encontraron, (1) en momentos de inicio de una burbuja económica existe una relación negativa al evento, (2) en momentos de madurez de la burbuja la relación es poco positiva, (3) en momentos posteriores a la burbuja, la relación es significativamente positiva.

La interpretación de las utilidades y del valor en libros influye en la percepción del inversionista sobre el desempeño de la empresa ya que las inversiones en activos intangibles se reportan como un gasto cuando este se realice (*Financial Accounting Standard* No. 2) afectando a las utilidades y no modificando el valor en libros. Esto puede dar lugar a errores en la clasificación de empresas solventes. Franzen, Rodgers y Simin (2007) encontraron que ante incrementos del gasto en I+D aumentaba la probabilidad de error en la clasificación de empresas solventes, pues empresas con altos niveles en la intensidad del gasto en I+D provocan una mala interpretación en las utilidades.

Si el I+D provoca crecimiento y a la vez modifica algunas razones financieras (por ejemplo valor en libros), es de esperarse que sea un factor a analizar, en el contexto de la credibilidad del desarrollo futuro de la empresa. Al contrario, y no menos importantes son los factores que nos ayudan a detectar una posible quiebra. En la literatura podemos encontrar varios modelos de quiebras, como por ejemplo, Z-score y O-score (Altman, 1968; Ohlson, 1980), los cuales utilizan diferentes factores que podrán tener una posible influencia en la credibilidad del inversionista.

Se observa en la literatura que dependiendo de los factores a considerar y la forma de medir el I+D, va a existir una reacción del inversionista ante este evento (gasto en I+D) en el corto, mediano o largo plazo. En el capítulo 2 se encontró evidencia de reacción en el corto plazo (9 días) ante incrementos en la intensidad del I+D (*R&D intensity*, en cambios

en valor absoluto) y ante decrementos no se encontró evidencia estadísticamente significativa. Además, para empresas clasificadas como de alta tecnología la reacción era mayor.

Para el mediano plazo, Chan, Lakonishok y Sougiannis (2001), examinan la intensidad del I+D (en valor) y observan que el mercado es pesimista cuando empresas de tecnología disminuyen el gasto en I+D. Además este tipo de empresas con una alta relación entre el gasto en I+D y el valor de sus activos (a valor de mercado) y con bajos rendimientos históricos, experimentaban rendimiento futuros altos (3 años). Tuvieron los mismos resultados con los gastos de publicidad. Se comparó en un periodo de 3 años, portafolios con empresas que invertían en I+D contra empresas que no invertían en I+D, siendo en promedio rendimientos similares, 19.65% y 19.5% respectivamente. Eberhart, Maxwell y Siddique (2004) examinaron eventos mayores al 5% de incremento en la intensidad del I+D (en cambios porcentuales), encontrando una baja reacción del inversionista ante este evento en el largo plazo (5 años).

Sobre la base de los trabajos de investigación anteriores, este capítulo tiene como finalidad la búsqueda de los factores y su relación no lineal, que provoca la credibilidad del inversionista en el corto plazo, esto frente a aumentos o disminuciones en el gasto en I+D.

Tabla 5.1 Relación de los artículos citados en el estudio de la literature.

Autor (año)	Muestra	Metodología	Aportación relacionada con el tema
Altman, 1968	Razones financieras	Análisis discriminante	El modelo <i>Z-score</i> para la predicción de quiebras.
Ohlson, 1980	Razones financieras	<i>Logit</i>	El modelo <i>O-score</i> para la predicción de quiebras.
Szewczyk, Tsetsekos y Zantout (1996)	Tobin's <i>q</i> , <i>cash flow</i> , razones de deuda, propiedad institucional	OLS	Encontraron que el mercado reaccionaba ante anuncios en incrementos en I+D, siendo positiva en el sector de alta tecnología y negativa para el resto. Se observó que empresas con un Tobin's <i>q</i> alto, tenían una reacción positiva ante anuncios por incrementos en I+D. También encontraron efectos positivos en el nivel de apalancamiento y la proporción de inversores institucionales, al reducir estos los costos de agencia.
Chan, Lakonishok y Sougiannis (2001)	Publicidad, Fama-French <i>factors</i>	OLS	Encontraron que el mercado era pesimista cuando empresas de tecnología disminuían el gasto en I+D. Se comparó en un periodo de 3 años, portafolios con empresas que invertían en I+D contra empresas que no invertían en I+D, encontraron en promedio rendimientos similares. Observaron que la intensidad en I+D está asociada con una alta volatilidad de la acción.
Jones y Danbolt (2003)	Estructura del capital social, anuncios de I+D, índice FTSE	OLS	Examinaron la reacción del mercado ante anuncios en I+D. El nivel del rendimiento anormal puede variar dependiendo de la estructura del capital social de la empresa, teniendo una relación negativa en aquellas empresas donde la participación de inversionistas institucionales es mayor al 5% de las acciones comunes de la empresa, debido a la presión por estas instituciones de obtener resultados a corto plazo.
Xu y Zhang (2004)	I+D entre activos totales	OLS	Examinan el largo plazo (5 años) del rendimiento del mercado japonés, en relación al gasto en I+D. Encontrando evidencia moderada de una relación positiva. Dividiendo la muestra en 3 encontraron: 1) en momentos de inicio de una burbuja económica encontraron una relación negativa al evento, 2) en momentos de madurez de la burbuja la relación es poco positiva, 3) en momentos posteriores a la burbuja, la relación es significativamente positiva.

Tabla 5.1 (continua).

Autor (año)	Muestra	Metodología	Aportación relacionada con el tema
Cheng (2004)	CEO edad > 62, ROE, BV, EBT, ME, I+D	OLS	Existe una relación entre el valor de las acciones y la compensación de los administradores.
Eberhart, Maxwell y Siddique (2004)	I+D/ventas, I+D/activos, Fama- French <i>factors</i>	Estudio de eventos (Newey-West)	Examinaron incrementos mayores al 5%, en la intensidad del I+D. Se observó una baja reacción del inversionista ante este evento, en el largo plazo (5 años).
Brown y Cliff (2005)	Encuestas, Fama- French <i>factors</i>	Newey-West, Cochrane- Orcutt	Examinaron las encuestas sobre el sentimiento del mercado, el cual puede utilizarse para predecir el rendimiento del mercado para los siguientes 1-3 años (este efecto es principalmente en acciones con alta capitalización), además está medida puede explicar el diferencial de valor de mercado con su valor intrínseco. Por lo que se sugiere el incluir el sentimiento del inversionista en los modelos de valuación de activos, ya que este sentimiento irracional afecta a los precios de los activos. Este sentimiento ya sea optimista o pesimista no cambia frecuentemente sino que se refuerza.
Hall y Oriani (2005)	Estructura del capital social, I+D, ventas, activos	Análisis estadístico, OLS	Examinaron Francia, Alemania e Italia, en la relación del valor de mercado y el gasto en I+D. Encontrando para Francia e Italia, cuando no existe un inversionista mayoritario (1/3 acciones) el valor de mercado reacciona positivamente ante inversiones en I+D.
Ho, Tjahjapranata y Yap (2006)	Tamaño, apalancamiento y nivel de concentración en el mercado	Newey-West, <i>factor model</i>	Estudiaron las relaciones entre el rendimiento de la acción, el tamaño de la empresa, sector de concentración, nivel de apalancamiento y el gasto en I+D. Encontraron que el inversionista valoraba mejor el gasto en I+D en empresas grandes, solo cuando estas tenían un apalancamiento bajo. Si el apalancamiento era alto, el inversionista valoraba mejor a las empresas pequeñas. El nivel de concentración no era significativo.
Baker y Wurgler (2006)	Rendimiento fondos, IPOs, MV/BV, pagan dividendo y no pagan dividendo	Estudio de eventos (<i>factor model</i>)	Los inversionistas tienen tendencia a especular con cierto tipo de acciones.

Tabla 5.1 (continua).

Autor (año)	Muestra	Metodología	Aportación relacionada con el tema
Booth, Junttila, Kallunki, <i>et al.</i> (2006)	ROE, STR=ME / (ME+deuda), STR/PIB	Newey-West	Examinaron la forma de financiar el gasto en I+D, ya sea con capital y con deuda. Encontraron que el mercado accionario en diferentes países, evaluaban mejor el financiamiento con capital. Debido a la existencia de información asimétrica entre la empresas y los inversionistas, siendo más alta cuando el financiamiento era con deuda.
Franzen, Rodgers y Simin (2007)	Intensidad del I+D, rendimientos y 2,262 casos de bancarrota	OLS (modelo <i>O-score</i>)	Encontraron que ante incrementos del gasto en I+D, aumentaba la probabilidad de error en la clasificación de empresas solventes, ya que empresas con medidas en I+D altas, provocan una mala interpretación en las utilidades y en el valor en libros. A diferencias de las inversiones en activos tangibles que se capitalizan en el balance y se deprecian en el tiempo, las inversiones en desarrollo de activos intangibles se reportan como un gasto (cuando este se realice, Financial Accounting Standard No. 2) afectando a las utilidades y no modificando el valor en libros.
Ogneva y Subramanyam (2007)	Opinión auditoria, Fama-French <i>factors</i>	OLS	Examinaron la primera vez que se daba la opinión de la auditoria por la SEC y la reacción del mercado ante este evento. No encontraron evidencia de que los rendimientos anormales negativos en Australia y EUA fueran estadísticamente significantes,

OLS: *Ordinary least square*, ROE: *Return on equity*, BV: *Book value*, ME: *Market equity*, IPO: *initial public offer*, PIB: producto interno bruto.

5.3 Antecedentes de las Redes Neuronales Artificiales (RNA)

La complejidad del mundo real va más allá de la linealidad, existen trabajos empíricos donde se comparan los modelos lineales contra los no lineales. Kanas (2001), examina el desempeño de modelos lineales y de RNA en la predicción del índice Dow Jones y el Financial Times (FT). Siendo superior la predicción de la dirección del rendimiento en los modelos no lineales mostrándose evidencia de una relación no lineal entre variables rezagadas en el tiempo (porcentaje de cambio del volumen negociado y porcentaje de cambio en dividendos) y los rendimientos de las acciones. Más recientemente Olson y Mossman (2003) compararon la predicción mediante RNA contra *ordinary least squares* (OLS) y la regresión logística. La predicción es a un año para acciones del mercado canadiense, utilizando 61 razones financieras. Resultando las RNA (*Backpropagation network*) predicen mejor que los modelos lineales.

Igualmente se pueden encontrar estudios en la literatura relacionados con el uso de las RNA en las finanzas y sus comparativos con modelos lineales. Zhang, Eddy Patuwo y Hu (1998) trabajan sobre modelos de RNA aplicados a la predicción; Huang, Lai, Nakamori y Wang. (2004) con modelos aplicados a la predicción del tipo de cambio; Vellido, Lisboa y Vaughan (1999) con modelos aplicados a la administración; Wong y Selvi (1998), con aplicaciones a la administración; Chatterjee, Ayadi y Boone (2000) con modelos de RNA utilizados en los mercados financieros; Fadlalla y Lin (2001) con modelos sobre tendencias de las aplicaciones de RNA en finanzas.

Un estudio reciente sobre las aplicaciones de las RNA a la economía, administración y finanzas, es el de Huang, Lai, Nakamori y Wang (2007). Estos autores encontraron en la literatura que la mayoría de los modelos RNA que se utilizan para la predicción de los mercados accionarios son multivariantes donde los resultados de su desempeño pueden mejorar si se combinan con otros modelos lineales o no lineales. Estos modelos tienen que incluir la historia y acciones tomadas que puedan afectar la credibilidad (futuro).

Estas acciones pueden estar relacionadas con la empresa, los inversionistas, los intermediarios financieros y el gobierno que directa o indirectamente afecten al activo cuyo precio se desea predecir.

Esta complejidad va acompañada por información parcial e información irrelevante, sumando ruido al modelo, lo cual provoca la aplicación de técnicas no lineales para modelar toda esta complejidad. Algunas de las razones por las que se eligen las RNA son, (1) por su capacidad de establecer las relaciones no lineales entre las variables de entrada (peso de cada factor) y las variable(s) de salida (variable dependiente); (2) pueden aproximarse a cualquier función continua; (3) llegan a generalizar sus resultados, entre datos para su aprendizaje y datos para la prueba del modelo.

Huang, Lai, Nakamori y Wang (2007) mencionan que el tipo de variables implicadas en estudios financieros son modelos que utilizan en general, índices retrasados, tasas de interés y el tipo de cambio. Las variables macroeconómicas observadas en la literatura son tipos de interés a corto y largo plazo, inflación, producción industrial y PIB. Los principales modelos de RNA utilizados son: *multi-layer perceptrons* (MLP), *recurrent neural networks* (RNNs), *probabilistic neural network* (PNN) y *reasoning neural networks*. El más frecuentemente usado en la literatura es el MLP.

En la literatura se puede encontrar la integración de RNA y otras tecnologías para la predicción de la economía y las finanzas. Tecnologías como algoritmos genéricos, *wavelet analysis*, lógica borrosa, reconocimiento de patrones y modelos de series de tiempo. Igualmente existen trabajos donde se combinan diferentes métodos para la mejora del modelo de predicción. Además se ha observado que la integración de RNA con otras tecnologías o la combinación de RNA mejora el modelo de predicción.

5.4 Datos utilizados

Además de COMPUSTAT y CRSP (descritos en el capítulo anterior), se usaron datos del *Intertational Statistical Yearbook* (proporcionado por DSI, *Data & Servicices & Information*) entre 1999 y 2006, con un total de 17,234 observaciones.

Las observaciones de COMPUSTAT se filtran a reportes financieros anuales de empresas activas con ventas y activos mayores a \$1 millón. Específicamente los datos anuales utilizados fueron valor en libros (ítem 60 COMPUSTAT), total de activos (ítem 6), gastos en I+D (ítem 46), total pasivo (ítem 181), capital circulante (ítem 4), pasivo circulante (ítem 5), depreciación (ítem 14), utilidad neta (ítem 172) y utilidad de la operación antes de impuestos (ítem 170).

De DSI se usa el crecimiento anual del PIB (ítem S201), la tasa a corto plazo en promedio del último mes del año (ítem S201) y la tasa a largo plazo en promedio del último mes del año (ítem S202). De CRSP, la tasa de rendimiento de la acción en los primeros 5 meses del año.

Los datos anteriores se utilizaron para calcular las variables del modelo de predicción del rendimiento de las empresas. Estas variables se seleccionaron a partir de los trabajos de Huang, Lai, Nakamori y Wang (2007); Ho, Tjahjapranata y Yap (2006); Ohlson (1980) y Samaniego, Ruiz y Bach (2008). Se realizan pruebas con diferentes combinación de variables de los trabajos anteriores dentro de un modelo lineal, ya que estos trabajos buscando el desempeño futuro de la empresa. Posteriormente se seleccionan las variables para un mayor análisis (ver tabla 5.1).

Las variables relacionadas con los resultados de la empresa, cumplen con 3 características principales: (1) su valor es diferente de cero si existe un cambio entre un año a otro, ya que si no hay cambio en los flujos futuros de la empresa no tiene porque existir un incremento en el valor de la empresa y por consecuencia un rendimiento de la acción.

(2) Su valor es comparable con el resto de las empresas sin importar el tamaño y la volatilidad del rendimiento. (3) Los factores que multiplican a cada variable son significativamente diferente de cero dentro del modelo (ver ecuación 5.1).

En parte para cumplir con el punto (1) se utilizan incrementos, para lograr el punto (2) se dividió la variable entre el total de activos, para diferenciar tamaños de empresa, y se multiplica por $(1 + \sigma_i)$ para diferenciar riesgos de empresas y así cumplir con el punto (2).

Posiblemente la solución al punto (1) es utilizar cambios porcentuales. Un problema con esta medida es que no podemos cumplir con el punto (2), por ejemplo, suponiendo 2 empresas iguales, donde la única diferencia es lo que se gasta en I+D, en un año ambas tienen a un cambio porcentual del 11.11% en esta variable. Esto se logró con los siguientes valores $(10 - 9) / 9$ y $(1,000 - 900) / 900$ respectivamente, en la primera ecuación significó un aumento en una unidad monetaria para lograrlo, contra 100 unidades monetarias en la segunda. El esfuerzo de la segunda empresa por incrementar este gasto fue mayor, lo cual no se refleja en el cambio porcentual.

El modelo que predice el rendimiento de la empresa en los primeros 5 meses es el siguiente:

$$r_i = \sum_{j=1}^6 \left[\beta_j \Delta_{ratio_j} (1 + \sigma_i) \right] + \beta_7 i_{PIB} + \beta_8 i_{prima} + \beta_9 i_l \quad (5.1)$$

donde:

r_i es el rendimiento en los primeros 5 meses del año de la empresa i .

$\sum_{j=1}^6 \left[\beta_j \Delta_{ratio_j} (1 + \sigma_i) \right]$ es la multiplicación de cada factor por el incremento

(decremento) de los ratios de la empresa de la tabla 5.2 (primeras 6 variables) por uno más la desviación estándar del precio de la acción.

$\beta_7 i_{PIB}$ es el factor por el crecimiento del PIB.

$\beta_8 i_{prima}$ es el factor por la prime de riesgo del mercado.

$\beta_9 i_l$ es el factor por el tipo de interés a 5 años.

Después de obtener los factores dentro de un modelo de RNA (combinación de modelos lineales y no lineales) se selecciona la mejor combinación y se calcula el *p-value* para identificar la significancia de cada factor, para cumplir con el punto (3).

Tabla 5.2. Estadística descriptiva

Relación de las variables utilizadas en el modelo de predicción de la tasa de rendimiento de las empresas en los primeros 5 meses del año. La base de datos utilizada es COMPUSTAT (mercados financieros NASDAQ, NYSE y AMEX), *Center for Research in Security Prices (CRSP)* y del *International Statistical Yearbook* (proporcionado por DSI, *Data & Services & Information*) entre 1999 y 2006. Para COMPUSTAT se filtra la información a reportes financieros anuales de empresas activas, con ventas mayores a \$1 millón y activos mayores a \$1 millón. Los datos anuales utilizados: valor en libros (ítem 60), total de activos (ítem 6), gastos en I+D (ítem 46), total pasivo (ítem 181), capital circulante (ítem 4), pasivo circulante (ítem 5), depreciación (ítem 14), utilidad neta (ítem 172) y utilidad de operación antes de impuestos (ítem 170). De DSI el crecimiento anual del PIB (ítem S201), la tasa a corto plazo en promedio del último mes del año (ítem S201) y la tasa a largo plazo en promedio del último mes del año (ítem S202). Del CRSP la tasa de rendimiento de la acción en los primeros 5 meses del año. De cada variable se obtuvieron 17,234 observaciones.

	Variables	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	Incremento del gasto en I+D entre total del activo	-0.0004	0.0598	-3.238	0.950
2	Incremento del activo circulante menos el pasivo circulante dividido entre el total del activo	-0.0005	0.1215	-2.406	3.298
3	Incremento de los ingresos antes de impuestos más depreciación dividido entre total del activo	0.0045	0.2713	-11.1178	7.4823
4	Toma el valor de 1 si la empresa tuvo pérdida neta en los 2 últimos reportes financieros anuales, y el valor de 0 en caso contrario	0.1803	0.3844	0	1
5	Toma el valor de 1 si el total del pasivo supera al total del activo (el modelo tratará de excluir empresas en posible quiebra, ya sea que inviertan o no inviertan en I+D)	0.0235	0.1516	0	1
6	Incremento del pasivo total entre activo total	0.0013	0.1314	-3.8058	1.7998
7	Crecimiento anual del Producto Interno Bruto	2.5007	0.9126	0.8	3.6
8	Prima de riesgo (<i>Dow Jones industrial composite</i> – tasa de interés a un mes), rendimientos en el último mes del año	0.0083	0.0306	-0.0544	0.0447
9	Promedio del tipo de interés a 5 años en el último mes del año (%)	4.4439	0.3300	4	5.1
10	Rendimiento en los primeros 5 meses del año (es la variable dependiente)	0.0842	0.3747	-0.9784	11.0776

5.5 Metodología de investigación

5.5.1 Introducción a las Redes Neuronales Artificiales (RNA)

La arquitectura de una RNA es similar a la estructura del cerebro, cuyas unidades de procesamiento son conocidas como neuronas, las cuales aprenden e identifican patrones. La RNA es un modelo de adaptación estadística, que busca esos pesos para cada neurona, las cuales están conectadas entre sí. Estos pesos (*inputs*) se inician arbitrariamente asignándolos a cada neurona de entrada.

Posteriormente, estos pesos sirven para calcular los pesos de las siguientes neuronas y así llegar a las neuronas en las salidas del modelo (*outputs*). Estas se comparan con los objetivos (*targets*); si existe una diferencia superior a la esperada del modelo entre *outputs* y *targets* (en base a una función de desempeño asignada, por ejemplo error cuadrado medio), se modifican los pesos mediante un algoritmo de aprendizaje. Esto se repite una y otra vez hasta lograr los objetivos o al alcanzar un máximo de iteraciones (establecimiento de un límite de búsqueda). Así, el modelo se adapta (estadísticamente) a un conjunto de datos, captando toda la información contenida, dentro del modelo de RNA, ya sea que la información contenga ruido, esté incompleta o no se visualicen relaciones entre las variables. Su consistencia se prueba con otros 2 conjuntos de datos (datos para la prueba y datos para la validación del modelo).

Existen una gran variedad de tipos de RNA, algoritmos de aprendizaje y combinaciones entre distintos tipos de modelos que se utilizan para la predicción, clasificación y la reducción de la dimensión.

En la literatura se pueden encontrar diferentes combinaciones entre modelos lineales y no lineales o combinaciones de diferentes modelos no lineales, que pueden llegar a mejorar el desempeño obtenido con un solo modelo. Un ejemplo es el *meta-learning* (Yu,

Wang y Lai, 2007) cuya arquitectura intenta extraer conocimiento, a través de varias RNA, que trabajan sobre diferentes conjuntos de datos, para después utilizar ese conocimiento en su conjunto, y así explicar el conjunto de información disponible. Este *meta-model* o *ensemble-model* intenta aumentar su precisión al utilizar diferentes tipos de RNA para extraer conocimiento y en su conjunto obtener un mejor aprendizaje de los datos. Al final es un aprendizaje basado en conocimiento ya adquirido por separado de varias arquitecturas de RNA. Existen 2 tipos de métodos de *meta-learning* basados en (1) diferentes conjuntos de datos y (2) en diferentes arquitecturas de RNA.

5.5.2 Arquitectura de la RNA

Para la búsqueda de la estructura que mejor obtiene conocimiento de los datos, en este estudio, se selecciona entre un modelo de regresión lineal, quince modelos de RNA del tipo MLP (*Multi-layer Perception*), un modelo que combina un método lineal (ACP, Análisis de Componentes Principales) con uno de RNA, y un modelo que combina tres RNA-MLP en la entrada con una RNA en la salida (*Meta-learning* del tipo 2). Las ecuaciones a resolver de las metodologías anteriores se dan a continuación, para mayor detalle se puede consultar McNeils (2005).

Modelo de regresión lineal

$$\underset{\hat{\beta}}{Min} \text{ se} = \sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2 = \sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad (5.2)$$

$$\text{s.t. } y_t = \sum_{i=1}^n \beta_i x_{i,t} + \varepsilon_t \quad (5.3)$$

$$\hat{y}_t = \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i x_{i,t} \quad (5.4)$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (5.5)$$

Siendo $\underset{\hat{\beta}}{Min}$ la función a minimizar cambiando los parámetros a estimar $\hat{\beta}_i$, esta función son la suma de los errores al cuadrado, tal que (s.t.) la variable dependiente

(rendimiento de la acción en los primeros 5 meses del año) y_t , se explica por n número de variables independientes, x_i es la variable independiente, β_i es el coeficiente, y ε_t es el error. El rendimiento estimado $\hat{y}_t$ tiene una distribución normal N en los errores con media cero y varianza σ^2 constante.

Modelos no lineales

RNA-MLP ($m^*, 1$) con m^* neuronas en la capa oculta y 1 neurona en la capa de salida, la función de transferencia es tangente sigmoidea en la capa oculta, la función de transferencia es lineal en la capa de salida, sin sesgo en ambas capas, la función del desempeño es mediante el error cuadrado medio (*mse*), la RNA se entrena con el algoritmo de Levenberg Marquardt (método de optimización).

$$\underset{IW, LW}{Min} \text{ mse} = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}{T} = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2}{T} \quad (5.6)$$

$$\text{s.t. } \hat{y}_t = \sum_{m=1}^{m^*} LW_m N_{m,t}$$

$$\begin{aligned} N_{m,t} &= Ts(I_{m,t}) \\ &= \frac{2}{1 + e^{-2I_{m,t}}} - 1 \end{aligned} \quad (5.6)$$

$$I_{m,t} = \sum_{j=1}^n IW_{m,j} x_{j,t} \quad (5.7)$$

Donde LW_m son los pesos de la capa de salida, $IW_{m,j}$ son los pesos de la capa de entrada, m^* son las neuronas en la capa oculta y n el número de variables independientes, Ts es una función tangente sigmoidea.

Meta-learning mediante la combinación de modelos lineales y no lineales

En esta sección se aplica ACP para la selección de los modelos de RNA a utilizar. De los resultados ($\hat{y}_t$) de los 15 modelos de RNA-MLP se calculan las componentes que explican la varianza entre los resultados, y se toman las 3 componentes que explican la mayor varianza. Cada componente utiliza las 15 variables asignándoles un peso (relación lineal), entre mayor sea el peso mayor influencia tiene la variable (o RNA-MLP) en esa componente. Posteriormente se utiliza una RNA con las 3 variables (componentes) anteriores.

Meta-learning mediante la combinación de modelos no lineales

Las tres RNA-MLP seleccionadas en el apartado anterior, se selecciona una arquitectura de RNA de cada componente (la de mayor influencia de cada componente). Se colocan las RNA sin tener conexión entre ellas y sus salidas se conectan a otra RNA-MLP igualmente es parte de la arquitectura total. El algoritmo va a buscar la solución de las cuatro RNA-MLP.

5.5.3 Selección de la mejor arquitectura

Un menor error cuadrado medio (ecuación 5.8) o un máximo R^2 (ecuación 5.9, se puede interpretar como el porcentaje de varianza que explica el modelo) o un máximo SR (ecuación 5.10, el cual nos da el porcentaje de aciertos en la predicción en la dirección positivo/negativo del rendimiento), no significa que el modelo es el correcto.

$$mse = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2}{T} \quad (5.8)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - \bar{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y}_t)^2} \quad (5.9)$$

$$D_t = 1 \quad \text{Si } \hat{y}_t \cdot y_t > 0, 0 \text{ cualquier otro}$$

$$SR = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T D_t \quad (5.10)$$

Una manera de interpretar los resultados de los mejores modelos es mediante el análisis de las derivadas parciales del modelo, en otras palabras ver el efecto que produce una variable independiente sobre la variable dependiente. En un modelo lineal es fácil observarlo, debido a que cada coeficiente de cada variable independiente, nos da el efecto que se produce sobre la variable dependiente. En el caso de una RNA es difícil observarlo, debido a las relaciones no lineales del modelo.

Los resultados obtenidos de las derivadas parciales (de un modelo lineal o no lineal) de cada variable independiente deben de ser congruentes con los efectos positivos o negativos que producen sobre la variable dependiente, en caso de ser incongruente, el modelo de RNA lo sobre estimamos (*overfitted model*) con demasiados parámetros.

Para la obtención de las derivadas parciales se utiliza el método de diferencia finitas y para saber si las variables empleadas en el modelo son realmente importantes dentro del mismo o son estadísticamente distintas de cero, se utiliza el método *bootstrapping*. Un método para el cálculo de diferencias finitas es resolviendo la ecuación (5.11), que consiste en evaluar el modelo con un incremento en la variable independiente de 1×10^{-6} menos la evaluación del modelo (sin incremento) entre el incremento ($h=1 \times 10^{-6}$).

$$\frac{dy}{dx_i} = \frac{f(x_i + h) - f(x_i)}{h} \quad (5.11)$$

El método de *bootstrapping* consiste en utilizar muestras aleatorias con reemplazo de los datos utilizados (en este caso se utilizaron 700 muestras tomadas aleatoriamente de las 17,234 observaciones, sin importar que se repitan), donde se recalcula para cada muestra su RNA y su derivada parcial para cada variable independiente.

Posteriormente las 700 derivadas parciales resultantes de cada variable independiente, se calcula el estadístico *t-student*, si el resultado es mayor o igual a 0.05 (95% de confianza), no podemos rechazar la hipótesis nula, donde el parámetro sea igual a cero. Para mayores detalles de ambos métodos ver McNeils (2005).

5.6 Resultados empíricos

En la tabla 5.3 se encuentran los resultados empíricos de los modelos utilizados, para la predicción del rendimiento en los primeros 5 meses del año. Conforme va aumentando la complejidad de las estructuras de los modelos, mejoran los resultados. Por ejemplo, para el total de las observaciones, el modelo lineal tiene un R^2 de 0.1022, el cual mejora los resultados de Ho, Tjahjapranata y Yap (2006), cuyo modelo lineal tiene un R^2 de 0.05. Esta mejora es por la inclusión de otras variables y la sensibilidad del modelo debido al comportamiento del inversionista (optimista o pesimista). La estructura del *meta-model* o *meta-learning*, el modelo con mayor complejidad, tiene un R^2 de 0.3159. Lo mismo se puede observar con el 20% de los datos utilizados para probar los modelos, siendo los de mayor complejidad los mejores explicando la varianza del rendimiento. Los resultados del modelo no lineal tiene un poco más de tres veces mayor explicación que el modelo lineal.

Aunque la explicación de la varianza (R^2) se va mejorando entre los modelos, las diferencias en la predicción del movimiento del rendimiento de las acciones en los primeros 5 meses es muy similar.

Los resultados del mejor modelo se encuentran en la tabla 5.4. La variable de mayor influencia para el inversionista es la tasa de interés a 5 años. El rendimiento está influido, en promedio, por -0.0807 veces la tasa de interés a 5 años, 0.0084 veces el incremento del pasivo sobre el total activo (por uno más la desviación estándar del activo), 0.0054 por uno más la desviación estándar si el pasivo supera al activo en los últimos 2 años (toma el valor de 0 en caso contrario), 0.0036 por uno más la desviación estándar si la empresa tuvo pérdida en los 2 últimos reportes financieros anuales (toma el valor de 0 en caso contrario), -0.0033 veces el crecimiento del PIB, 0.0007 veces el incremento del I+D entre el activo total (por uno más la desviación estándar) y 0.0002 veces el incremento de utilidad antes de impuestos más depreciación dividido entre total del activo por $(1+\sigma)^{34}$. Son variables de influencia significativamente diferentes de cero.

Respecto a la interpretación del signo de la derivada parcial, se concluye que existe una credibilidad por parte del inversionista de mejoras en el desempeño de la empresa ante aumentos en el nivel de apalancamiento, aun cuando pueda existir 2 años anteriores con pérdidas y/o sus pasivos superen al activo. El signo de la derivada parcial del crecimiento del PIB, resulta difícil de creer al ser negativa. La derivada parcial de los incrementos en la intensidad del I+D, es positiva, como se encontró en Samaniego, Ruiz y Bach (2008). Igualmente el inversionista valora como positivos aumentos en el capital de trabajo en relación a su activo.

³⁴ Las primeras seis variables relacionadas con los resultados de la empresa están multiplicadas por uno más la desviación estándar para diferenciar los resultados de una empresa con otra similar (véase Samaniego *et al.*; 2006).

$$X_{i,t} = X_{i,t} (1 + N \cdot \sigma_{i,t})$$

donde

$$N = \{0, 0.05, 1, 1.5, 2, 2.5\}$$

Se buscó que el modelo fuera más robusto con diferentes valores de N , al final con $N=1$ fue donde el modelo era más robusto.

Tabla 5.3. Modelos para la predicción del rendimiento a corto plazo

Se dividen las observaciones en tres, para realizar el entrenamiento (60%), la validación (20%) y la prueba (20%). Los parámetros del modelo se estiman con los datos para el entrenamiento. De un total de 17,234 (T) observaciones se utilizan las 9 variables de la tabla 5.3 para estimar el rendimiento al 5^{to} mes del año (y_t). El algoritmo de aprendizaje objetivo es el error cuadrado medio (mse), el rendimiento obtenido con los modelos es $\hat{y}_t$, el rendimiento medio real es $\bar{y}_t$, el porcentaje de aciertos en la dirección del rendimiento es SR , el porcentaje de varianza que explica el modelo es R^2 .

$$mse = \frac{\sum_{t=1}^T (y_t - \hat{y}_t)^2}{T}, \quad R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{y}_t - \bar{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y}_t)^2}, \quad D_t = 1 \text{ Si } \hat{y}_t \cdot y_t > 0, 0 \text{ cualquier otro}, \quad SR = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T D_t$$

	Estructura del modelo	R^2 en todas las observaciones	SR en todas las observaciones	R^2 en las observaciones de la prueba	SR en las observaciones de prueba	Estructura utilizada en <i>Meta-learning</i>
	Modelo lineal	0.1022	0.5993	0.1278	0.5949	
1	RNA-MLP (2,1)	0.1705	0.5924	0.2276	0.5897	input
2	RNA-MLP (3,1)	0.1841	0.6300	0.1257	0.6344	input
3	RNA-MLP (4,1)	0.2444	0.6290	0.2237	0.6239	
4	RNA-MLP (5,1)	0.2420	0.6315	0.2434	0.6338	
5	RNA-MLP (3,2,1)	0.2035	0.6337	0.1281	0.6239	
6	RNA-MLP (3,3,1)	0.2356	0.6299	0.2166	0.6164	
7	RNA-MLP (3,4,1)	0.2192	0.6298	0.1524	0.6222	input
8	RNA-MLP (3,5,1)	0.2408	0.6291	0.2054	0.6140	
9	RNA-MLP (4,2,1)	0.2163	0.6323	0.1493	0.6384	
10	RNA-MLP (4,3,1)	0.2588	0.6318	0.3144	0.6303	
11	RNA-MLP (4,4,1)	0.2225	0.6329	0.2219	0.6405	
12	RNA-MLP (4,5,1)	0.2407	0.6310	0.2159	0.6387	
13	RNA-MLP (5,2,1)	0.1775	0.6306	0.1187	0.6259	
14	RNA-MLP (5,3,1)	0.2631	0.6325	0.2535	0.6332	
15	RNA-MLP (5,4,1)	0.2463	0.6297	0.2633	0.6204	
16	RNA-MLP (5,5,1)	0.2092	0.6332	0.2524	0.6341	output
	ACP-RNA	0.3115	0.6397	0.2852	0.6254	
	<i>Meta-learning</i>	0.3159	0.6412	0.3382	0.6480	

Tabla 5.4. Derivadas parciales del modelo *meta-learning* en la predicción del rendimiento a corto plazo

Relación de las variables utilizadas en el modelo de predicción de la tasa de rendimiento en los primeros 5 meses del año. La base de datos utilizada COMPUSTAT (mercados financieros NASDAQ, NYSE y AMEX), *Center for Research in Security Prices* (CRSP) y del *Interntational Statistical Yearbook* (proporcionado por DSI, *Data & Services & Information*) entre 1999 y 2006. De cada variable se obtuvieron 17,234 observaciones. La estructura de la RNA en la entrada es de MLP (2,1), MLP (3,1), MLP (3,4,1) y en la salida MLP (5,5,1).

	Variables independientes	Derivada parcial	<i>p-value</i>
+	Incremento del gasto en I+D entre total del activo, por $(1+\sigma)$	0.0007	0.0000
+	Incremento del activo circulante menos el pasivo circulante dividido entre el total del activo, por $(1+\sigma)$	0.0074	0.2244
+	Incremento de los ingresos antes de impuestos más depreciación dividido entre total del activo, por $(1+\sigma)$	0.0002	0.00000
+	Toma el valor de 1 si la empresa tuvo ingreso neto negativo en los 2 últimos reportes financieros anuales y el valor de 0 en caso contrario, por $(1+\sigma)$	0.0036	0.0023
+	Toma el valor de 1 si el total del pasivo supera al total del activo, por $(1+\sigma)$, el signo positivo es una inconsistencia en el modelo al no excluir empresas en posible quiebra	0.0054	0.0021
+	Incremento del pasivo total entre activo total por $(1+\sigma)$	0.0084	0.0005
-	Crecimiento anual del Producto Interno Bruto	-0.0033	0.0000
-	Prima de riesgo (<i>Dow Jones industrial composite</i> – tipo de interés a un mes), rendimientos en el último mes del año	-0.0011	0.9572
-	Promedio del tipo de interés a 5 años en el último mes del año (%)	-0.0807	0.0000

Excluyendo las variables con *p-values* mayores a 0.05 los resultados son muy similares.

5.7 Conclusiones

En este capítulo se documenta que los modelos de redes neuronales artificiales son superiores a modelos lineales para explicar rendimientos de acciones en el corto plazo. El *meta-model* en trabajo explica el 31.59% de la varianza del rendimiento en los primeros 5 meses del año, entre 2000-2006. El modelo lineal explica el 10.22%³⁵ de la varianza de los datos es aproximadamente tres veces menor que el modelo no lineal. Aun así el porcentaje de explicación del modelo es bajo, por lo que se deja a futuras investigaciones la búsqueda de otras variables y la utilización de otros métodos para la selección de las mismas, como por ejemplo la utilización de algoritmos genéricos.

Dentro del modelo *meta-model*, la tasa de interés a 5 años es la variable de mayor influencia (negativa) en la reacción del inversionista en el corto plazo (5 meses). Dicha

³⁵ Ho, Tjahjapranata y Yap (2006), cuyo modelo lineal el cual incluye el gasto en I+D explica un 5% de la variabilidad de los datos. Por lo que existe una pequeña mejora en la selección de las variables. Las variables que utiliza son:

Variable (notación)	Proxies
Tamaño ($LNSIZE_{i,t}$)	Logaritmo natural de ventas
Concentración ($CONC_t$)	La suma del total de ventas de las empresas más grandes del sector entre el total de ventas del sector x 100%
Apalancamiento ($LEV_{i,t}$)	Deuda a largo plazo entre activo total
Oportunidades de crecimiento ($GO_{i,t}$)	Valor de mercado entre valor en libros
Inversión en I+D ($RD_{i,t}$)	Es la capitalización del gasto en I+D entre el total de activos
DummySIZE	Tomará valor de 1 si la empresa es más grande que la media del sector
DummyCONC	Tomará valor de 1 si la empresa pertenece entre las empresas de mayor concentración en su sector
DummyLEV	Tomará valor de 1 si la empresa tienen un apalancamiento mayor a la media de su sector
YrDum	Variable <i>dummy</i> para el año

Fuente: Ho, Tjahjapranata y Yap, 2006: pág. 862.

reacción es positiva cuando aumenta el apalancamiento de las empresas (independientemente que el nivel de apalancamiento sea tal que los pasivos sean superiores a los activos, esto podría ser una inconsistencia al no excluir empresas en posible quiebra). También se observa reacción positiva del inversionista ante incrementos en la intensidad de gasto en I+D e incrementos de la utilidad antes de impuestos más depreciación (esta última variable es la de menor influencia). Esas reacciones son estadísticamente significativas e independientes de que las empresas reporten pérdidas en algunos de los dos años anteriores

Es contra intuitivo que el inversionista, en promedio, invierta en empresas independientemente que éstas reporten pérdidas en los 2 años anteriores o tengan un nivel de pasivos superior al de activos. Una explicación plausible a este comportamiento del inversionista promedio, es que haya subvaluado el precio de las acciones ya sea por los malos resultados en los 2 años o por el crecimiento del pasivo en relación al activo. Por lo anterior, la influencia de las otras variables provocó esa reacción en el rendimiento observado en el corto plazo.

Conocer la combinación de factores de influencia en el inversionista (tabla 5.3), es útil para administradores, proveedores de créditos y gestores de política económica, para maximizar las oportunidades de crecimiento económico, debido a inversiones en I+D. Este documento contribuye en la generación de oportunidades de crecimiento futuro que eventualmente influirán en el crecimiento del precio de las acciones y, por tanto, en la riqueza de los accionistas de una manera *ex-post*.

Existe una relación entre la credibilidad a largo y a corto plazo, si la mayoría no cree en el largo plazo difícilmente creerá en el corto plazo. La predicción o la preocupación por el largo plazo no desaparece mediante la planificación, sino a través del aprendizaje complejo, que se define (1) en el seguimiento de estrategias, (2) en la identificación de la cultura y (3) en la filosofía de la economía/organización, todo ello, bajo la impredecibilidad inevitables del sistema, propias de todo proceso innovador y creativo (Nieto, 1999). Conforme la economía o la organización transmita convincentemente ese aprendizaje al mercado, aumentara la credibilidad del inversionista.

Para concluir, este capítulo proporciona nuevos conocimientos sobre la interacción de los efectos de la tasa de interés y el nivel de apalancamiento, sobre las pérdidas en los 2 años anteriores, sobre el crecimiento del PIB, la intensidad del gasto en I+D y sobre las utilidades antes de impuestos más depreciación (aproximación de efectivo), que ayudan a la generación de valor.

Capítulo 6 CONCLUSIONES FINALES

6.1 Conclusiones finales

El éxito comercial de una inversión en I+D muchas veces no está muy claro, al igual que su éxito en sus primeras etapas (investigación y desarrollo), su identificación es muy difícil (Samaniego, 2009). Lo que lleva algunas veces al inversionista a especular cuando se realizan inversiones en I+D y dependiendo de su pesimismo (optimismo) influirá su nivel de especulación.

En el primer trabajo de investigación contenido en el **capítulo 3**, se pretende ajustar las razones financieras de una emisora al rendimiento anormal (*abnormal return*) obtenido por la emisora en el corto plazo. Y de esta manera se hace coincidir el desempeño del mercado con el desempeño en los estados financieros. Esto se realiza mediante un coeficiente de pesimismo relativo (CPR), el cual toma en cuenta la relación riesgo-rendimiento y los incrementos obtenidos en las razones financieras. Por ejemplo algunas empresas que tenían un buen desempeño en sus razones financieras tenían un mal desempeño en los mercados financieros (rendimientos bajos o negativos). La metodología trata de ajustar los resultados por razones financieras a una relación riesgo-rendimiento de la emisora en los mercados financieros (emisoras con mayor riesgo se les exige mayor rendimiento y mejores resultados en sus razones financieras).

En el periodo analizado este coeficiente de pesimismo ajustó las razones financieras en relación al rendimiento y riesgo de la emisora en un 84% de aciertos (promedio de casos favorables entre total de casos, para el mercado español en el periodo 2000-2006). Se puede pensar que el 16% restante se debe al pesimismo específico de la emisora siendo el 84% al pesimismo del sector analizado. Se toman conceptos del modelo desarrollado en este

apartado para incluirlos en el modelo propuesto en el capítulo 5 (tercer trabajo de investigación). Por lo anterior se sensibilizan las variables del modelo del capítulo 5, para incluir este pesimismo del inversionista.

El segundo trabajo de investigación contenido en el **capítulo 4**, se observa evidencia de reacción del inversionista en los 9 días posterior al reporte financiero anual, en empresas bursátiles que invierten en I+D en los mercados AMEX, NYSE y NASDAQ. Se analizaron diferentes niveles de cambio en la intensidad del I+D, tanto en incremento como en decrementos. Se muestra que el inversionista reacciona ante incrementos y es indiferente ante decrementos. Debido a la existencia de reacción en el corto plazo del inversionista ante inversiones en I+D, se realiza el segundo trabajo de investigación para buscar que otros factores adicionales hacen que el inversionista reaccione (invierta en estas empresas) ante este tipo de proyectos.

Los niveles en los cuales fue significativa la inversión en I+D, fue en cambios absolutos anuales en la intensidad del gasto en I+D entre 5 y 10 unidades, y para casos de cambios superiores a 25 unidades, con un rendimiento anormal promedio diario de 0.438% y 0.36%³⁶. Debido a que el rendimiento anterior se estudia en los primeros días del año, se tiene que considerar el efecto Enero (Keim, 1983³⁷). Keim encontró un rendimiento anormal promedio diario de 0.121% en el mes de enero, pero la mayor parte de este rendimiento anormal lo observó en los primeros 5 días del año, en un 26.3% del rendimiento acumulado en 21 días, que equivale a 0.1336%³⁸ de rendimiento promedio anormal diario. Los rendimientos anormales anteriores debido al efecto Enero son menores al rendimiento anormal encontrados en el estudio³⁹; aproximadamente el 37% del

³⁶ Promedio del rendimiento anormal de los portafolios con una misma ponderación y ponderación por capitalización, respectivamente.

³⁷ La base de datos utilizada es del CRSP, en los mercados NYSE y AMEX entre 1963 y 1979.

³⁸ 0.121 por 21 por 0.263 entre 5.

³⁹ Bajo el supuesto que el efecto enero se mantiene igual de alto que en los primeros 5 días durante los primeros 9 días. Lo anterior para poder comparar ambos rendimientos anormales.

rendimiento anormal encontrado es debido al efecto Enero⁴⁰. Por lo que se acepta la hipótesis (i) de este documento.

En el **capítulo 5** se toman variables de modelos ya establecidos en la literatura y se busca entre modelos de RNA principalmente, el más robusto que explique la credibilidad del inversionista respecto al desempeño futuro de la empresa. Se observa que está influido principalmente (en orden de importancia) por el tipo de interés, los incrementos en el nivel de apalancamiento, la relación entre pasivo y activo, el ingreso neto en los 2 años anteriores, crecimiento del PIB, los incrementos en la intensidad del I+D y los aumentos en el capital de trabajo (en relación a su activo). Las variables relacionadas con los resultados de la empresa se sensibilizaron multiplicándolas por uno más la desviación estándar de cada activo. Existe además una credibilidad por parte del inversionista por un crecimiento en el desempeño de la empresa ante aumentos en el nivel de apalancamiento, aun cuando pueda existir 2 años anteriores con pérdidas y/o sus pasivos superen al activo. El signo de la derivada parcial del crecimiento del PIB, resulta difícil de creer al ser negativa (indica influencia negativa). La derivada parcial de los incrementos en la intensidad del I+D, es positiva, como se encontró en Samaniego, Ruiz y Bach (2008). Igualmente el inversionista valora como positivos aumentos en el capital de trabajo en relación a su activo.

En síntesis, los resultados presentados en este trabajo demuestran con claridad que las inversiones en I+D sí son tomadas en consideración por los inversionistas bursátiles (se estudia en el capítulo 4, el cuál nos da la pauta de buscar otros factores de influencia, capítulo 5) y que, si bien existen factores condicionantes que permiten considerarlas en mayor o en menor medida (en el capítulo 5 se buscan estas relaciones no lineales y se mejora el modelo mediante la sensibilización de variables propuesta en el capítulo 3), sí influyen finalmente en el valor de mercado de las empresas. Aunque el modelo explica aproximadamente el 32% de la variabilidad del rendimiento de la empresa en el corto plazo, existe evidencia en la literatura que este porcentaje de explicación es alto, en comparación al estudio de la literatura realizado por Coad (2009). Sobre los valores del R^2

⁴⁰ La diferencia en rendimiento anormal es alta, aunque ambos estudios difieren en el tiempo es probable que siga siendo inferior el rendimiento anormal del efecto Enero durante 2001-2006.

CONCLUSIONES FINALES

de las regresiones donde la variable dependiente es el crecimiento de la empresa (ver tabla 6.1 con los resultados). Se observa en los modelos donde existe la variable innovación (excluyendo el trabajo de Calvo, 2006), se obtienen R^2 más altos, entre el 17% al 32%. Nuestro modelo está en los niveles del mejor modelo de crecimiento de la empresa en comparación a este estudio, con un 32%.

No obstante, a pesar de estos hallazgos, falta aun desarrollar una teoría sólida de cómo las inversiones en I+D condicionan la estructura de capital de la empresa y en el presupuesto de capital de la misma. Además, falta mostrar evidencia Latinoamericana de si los inversionistas institucionales consideran las inversiones en I+D cuando toman sus decisiones de compra y venta en el mercado bursátil.

El riesgo, la incertidumbre, la calidad de las variables utilizadas (en los términos de Lauda, como se menciona en la pág 35-36) y la racionalidad limitada frente a las variables anteriores, son fundamentos importantes para el estudio del crecimiento de las empresas. Estas variables pueden ponderarse aun más por las transformaciones dinámicas del entorno de la empresa, como por ejemplo, la introducción de nuevas innovaciones por los competidores y el cambio que sufre la empresa a través del crecimiento el cuál muchas veces no se puede manejar (Coad, 2009; pág. 5). Por lo que su estudio es algo complejo, es difícil responder y requiere de futuras investigaciones para entenderlo, este documento presenta avances para entender esta complejidad.

Tabla 6.1. Encuesta del R^2 de regresiones donde la variable dependiente es el crecimiento de la empresa.

Estudio	Datos	Variables de control	R^2
Kumar (1985)	Entre 700-800 empresa que cotizan en Reino Unido	Tamaño, crecimiento rezagado	1-4%
Varyyam & Kraybill (1992)	422 pequeños negocios en Georgia, Estados Unidos	Tamaño, edad, sector, número de plantas	11-17%
Geroski & Toker (1996)	209 empresas líderes en Reino Unido	Tamaño, innovación, publicidad, crecimiento del sector, nivel de concentración en el sector	32%
McPherson (1996)	1,671 pequeñas empresas en países de África del sur	Tamaño, edad, variable <i>dummy</i> para el sector y localización, capital humano, variables socio económicas	13-20%
Geroski et al. (1997)	271 empresas grandes que cotizan en Reino Unido	Valor de mercado, crecimiento rezagado, innovación, patentes, crecimiento del sector	17-19%
Harhoff et al. (1998)	Cerca de 10,000 empresas al oeste de Alemania	Tamaño, edad, subsidiaria, diversificación, estatus legal, sector	8%
Liu et al. (1999)	Cerca de 900 plantas de manufactura en Taiwán	Tamaño, edad, variable <i>dummy</i> para la industria, I+D y exportación; capital / empleados, ventas por trabajador	19-22%
Robson & Bennett (2000)	Cerca de 1,000 empresas pequeñas y medianas en Reino Unido	Tamaño, edad, exportación, beneficios, sector, innovación y tecnología, consejeros externos, variables relacionadas con la estrategia	4-8%
Geroski & Gugler (2004)	100,000 observaciones de empresas grandes en 14 países en Europa	Tamaño, edad, subsidiarias, diversificación, crecimiento de competidores	5-6%
Reichstein & Dahl (2004)	8,739 empresas danesas, 1994-1996	Tamaño, edad, especialización, nivel de concentración, sector	1-2%
Beck et al. (2005)	4,000 empresas en 54 países	Variable <i>dummy</i> para capital extranjero y gobierno, exportaciones, subsidiarias, sector, número de competidores, PIB, PIB <i>per capita</i> , crecimiento del PIB, obstáculos financieros/legales/corrupción	2-3%
Calvo (2006)	Cerca de 1,000 empresas españolas	Tamaño, edad, responsabilidad legal, productos/procesos de innovación, tecnología	9%
Fagiolo & Luzzi (2006)	14,277 empresas italianas, 1995-2000	Tamaño, edad, cash flow, variable <i>dummy</i> si tiene varias plantas, variable <i>dummy</i> para el sector y año	2-3%
Coad (2007)	8,405 empresas de manufactura francesas, 1996-2004	Margen de operación, crecimiento rezagado, tamaño rezagado, variable <i>dummy</i> para el sector y año	4-8%

Fuente: Coad, 2009; pág. 97.

6.2 Futuras líneas de investigación

En este documento se estudia a nivel microeconómico la inversión en I+D, se observa el comportamiento del inversionista frente a este tipo de inversiones realizadas por empresas que cotizan en bolsa (en los mercados AMEX, NYSE y NASDAQ), y se evalúa su importancia (en el inversionista) frente a variables macroeconómicas y de la empresa, dejando de lado el impacto de este tipo de inversiones en el bienestar social. Se observa el comportamiento del inversionista estudiando los rendimientos en el corto plazo y como estos pueden generar valor, al aumentar el valor de la acción, por consiguiente el valor de la empresa. Estudiar el bienestar social generado por este tipo de inversiones en lugar de estudiar el valor que genera en la empresa ayudaría a aumentar la calidad de vida de las personas.

Se desea que la inversión que realiza la empresa en I+D se convierta posteriormente en innovación. El **capítulo 2**, pone en perspectiva la importancia del estudio de la innovación como ésta tiene relaciones con el crecimiento de la productividad, la competencia y el crecimiento económico. Además se analiza el desempeño de la innovación en diferentes países y su impacto socio-económico en las inversiones públicas en I+D. Deja en claro la importancia del estudio de la innovación, temas que se excluyen en este documento, son la búsqueda de formas de innovar más allá de la innovación tecnológica y la generación de tecnologías. Estas formas de innovar ayudarán a potencializar su generación, por ejemplo investigaciones que lleven a identificar nuestro conocimiento del perfil de empresas de mayor potencialidad para aumentar su desempeño en ciencia e innovación en cada país, en relación con su contexto nacional e internacional. Además adecuar y diseñar políticas de innovación necesarias para un mejor desempeño de la innovación, y así crear valor en la empresa.

Si la innovación ayuda a crear valor en la empresa, ¿cómo está constituido el equipo que genera esa innovación dentro de la empresa? ¿Existe credibilidad en que los

investigadores o un equipo en I+D pueda lograrlo? Las preguntas anteriores no se responden en este documento, sino se buscan los factores que crean la credibilidad en el inversionista de tal forma facilitar la obtención de recursos para la empresa. Los factores encontrados no incluyen ninguno con los relacionados con las preguntas anteriores, por otro lado ¿si la empresa obtiene recursos para I+D, quiere decir que la empresa puede responder las preguntas anteriores? No necesariamente, la empresa antes de buscar recursos debe tener respuestas a estas preguntas.

Antes de iniciar el estudio de las inversiones en I+D en combinación con diferentes factores, en el **capítulo 3**, se encuentra que el pesimismo (optimismo) empuja los precios hacia una tendencia en el corto plazo, este pesimismo puede influir en la intensidad de la participación en proyectos de I+D, el cual se refleja por la volatilidad en los resultados de la empresa. Para el cálculo de la volatilidad se utilizaron rendimientos en la historia, rendimientos tanto positivos como negativos, los positivos reflejarían en el inversionista optimismo y los negativos reflejarían pesimismo. Lo anterior sería cierto si el inversionista valora por igual una pérdida como una ganancia con la misma magnitud, contrario a lo encontrado por Kahneman y Tversky (*prospect theory*) que describen como las personas toman decisiones frente al riesgo e incertidumbre. En general los individuos valoran más una pérdida que una ganancia de la misma magnitud (*loss aversion*). Una alternativa sería la utilización de dos volatilidades (*downside risk* y *upside risk*)⁴¹ para estudiar el problema anterior, igualmente buscar su contrastación en otros sectores.

⁴¹ Considera como datos los menores a un nivel mínimo deseable (*downside risk*) y los superiores a ese mínimo (*upside risk*). Un problema del cálculo de la volatilidad mediante la varianza muestral de los rendimientos, es que considera los rendimientos positivos y negativos por igual.

$$\text{Varianza muestral } \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} \quad \text{donde } X_i \text{ son los rendimientos}$$

$$\text{Down side risk } \sigma_-^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} = \begin{cases} X_i < MD \Rightarrow X_i = X_i \\ X_i \geq MD \Rightarrow X_i = 0 \end{cases} \quad \text{donde } MD \text{ es el mínimo deseable}$$

$$\text{Up side risk } \sigma_+^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n} = \begin{cases} X_i < MD \Rightarrow X_i = 0 \\ X_i \geq MD \Rightarrow X_i = X_i \end{cases} \quad \text{donde } MD \text{ es el mínimo deseable}$$

En el **capítulo 4** se concluye que los inversionistas evalúan positivo los aumentos en la inversión en I+D y es indiferente ante decrementos. Cada vez que la empresa realice aumentos en su inversión en I+D se reflejaría en el precio de la acción en el corto plazo (a ciertos niveles). Los niveles en los cuales fue significativa la inversión en I+D, fue en cambios absolutos anuales en la intensidad del gasto en I+D entre 5 y 10 unidades, y para casos de cambios superiores a 25 unidades. Entre 10 y 25 unidades no fue significativo el aumento ¿si no es significativo el aumento a estos niveles, qué provoca en el inversionista tomar el riesgo a niveles superiores de 25 unidades de aumento? ¿Si se utiliza otro modelo de estimación (aceptado en la literatura) en el estudio se obtendrían los mismos resultados?

Al encontrar evidencia de reacción del inversionista en el corto plazo en el capítulo 3 e influencia de la volatilidad en los resultados de la empresa en el capítulo 4, ayuda a replantear un modelo no lineal para el corto plazo en el **capítulo 5**. Se seleccionan variables dentro de modelos de la literatura y se busca explicar la varianza de los rendimientos en los primeros 5 meses del años, la cuál es baja (31.59%), por lo que se deja a futuras investigaciones la búsqueda de otras variables y la utilización de otros métodos para la selección de las mismas, como por ejemplo la utilización de algoritmos genéricos.

REFERENCIAS

- Abarbanell, J. S. & J. Bushee (1998). Abnormal returns to a fundamental analysis strategy. *The Accounting Review*, 73, 19-45.
- Adair, J. (1992). *El reto gerencial de la innovación*. Santa Fé de Bogotá: Legis Editores.
- Aghion, Philippe & Howitt, Peter (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, 60, 323-51.
- _____ & Howitt, Peter (1998). *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge, Mass.
- _____; Blundell, Richard; Griffith, Rachel; Howitt, Peter & Prantl, Susanne (2006). The Effects of Entry on Incumbent Innovation and Productivity. NBER Working Papers 12027, National Bureau of Economic Research, Inc.
- _____, Carlin, Wendy Schaffer & Mark E. (2002). In Transition: Exploring the Interactions between Policies. William Davidson Institute Working Paper Number 501. DOI: 10.2139/ssrn.10.2139/ssrn.311407
- Altman, Edward I. (1968). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23(4), 589-609.
- Baker, M. & J. Wurgler (2006), Investor sentiment and the cross-section of stock returns. *Journal of Finance*, 61, 1645-1680.
- Barberis, N., Shleifer, A., & Vishny, R. (1998). A model of investor sentiment. *Journal of Financial Economics*, 49(3), 307-343.
- Beck, T., A. Demirguc-Kunt & R. Levine (2005). Financial and legal constraints to growth: does firm size matter?. *Journal of Finance*, 60(1), 137-177.
- Bellak, C., Leibrecht, M., & Damijan, J. P. (2009). Infrastructure endowment and corporate income taxes as determinants of foreign direct investment in central and eastern

REFERENCIAS

- European countries. *World Economy*, 32(2), 267-290. doi:10.1111/j.1467-9701.2008.01144.x
- Black, F., & Scholes, M. (1973). Pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654.
- Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. (2002), *Investments*. McGraw-Hill, 5a. Edición.
- Bollen, N. P. B., & Whaley, R. E. (2009). Hedge fund risk dynamics: Implications for performance appraisal. *Journal of Finance*, 64(2), 985-1035. doi:10.1111/j.1540-6261.2009.01455.x
- Booth, G. G., Junttila, J., Kallunki, J. P., Rahiala, M., & Sahlstrom, P. (2006). How does the financial environment affect the stock market valuation of R&D spending? *Journal of Financial Intermediation*, 15(2), 197-214.
- Brown, G. W. & M. T. Cliff (2005), Investor sentiment and asset valuation. *Journal of Business*, 78(2), 405-440.
- Brown, S. & M. Weinstein (1985). Derived factors in event studies. *Journal of Financial Economics*, 14, 491-495.
- Byun, S., & Lee, J. (2009). An examination of affine term structure models. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 38(4), 491-519.
- Calvo, J.L. (2006). Testing Gibrat's law for small, young and innovating firms. *Small Business Economics*, 26, 117-123.
- Campbell, J. Y., Ramadorai, T., & Schwartz, A. (2009). Caught on tape: Institutional trading, stock returns, and earnings announcements. *Journal of Financial Economics*, 92(1), 66-91. doi:10.1016/j.jfineco.2008.03.006
- _____, W. Lo & A. MacKinlay (1997), *The econometrics of financial markets*. Princeton University Press, New Jersey.
- Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *Journal of Finance*, 52(1), 57-82.

- Chan, L. K. C., Lakonishok, J., & Sougiannis, T. (2001). The stock market valuation of research and development expenditures. *Journal of Finance*, 56(6), 2431-2456.
- Chan, S. H., Martin, J. D., & Kensinger, J. W. (1990). Corporate research-and-development expenditures and share value. *Journal of Financial Economics*, 26(2), 255-276.
- Chang, K., & Kim, M. (2009). Stress testing of financial industries: A simple new approach to joint stress testing of korean banking, securities, and non-life insurance industries. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 38(4), 521-543.
- Chatterjee, Amitava, Ayadi, Felix & Boone, Bryan E. (2000). Artificial neural network and the financial markets: A survey. *Managerial Finance* 26(12), 32-45.
- Cheng, S. J. (2004). R&D expenditures and CEO compensation. *Accounting Review*, 79(2), 305-328.
- Christoffersen, S. E. K., & Sarkissian, S. (2009). City size and fund performance. *Journal of Financial Economics*, 92(2), 252-275. doi:10.1016/j.jfineco.2008.06.001
- Coad, Alex (2009). *The growth of Firms: a survey of theories and empirical evidence*. Edward Elgar Publishing, Inc., Northampton, Massachussets.
- _____ (2007). Testing the principle of growth, of the fitter: the relationship between profits and firm growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, 18(3), 370-386.
- COTEC, (2000). *Economía de la innovación: las visiones de Ralph Laudau y Christopher Freeman*. Madrid.
- Cox, J. C.; Ross, S. A. & Rubinstein, M. (1979). "Option pricing-simplified approach". *Journal of Financial Economics*, 7(3), 229-263.
- Czaga, P. (2004). Regulatory Reform and Market Openness: Understanding the Links to Enhance Economic Performance. OECD Trade Policy Working Papers, No. 9, OECD Publishing. doi:10.1787/315070506641
- Daniel, K., Hirshleifer, D., & Subrahmanyam, A. (1998). Investor psychology and security market under- and overreactions. *Journal of Finance*, 53(6), 1839-1885.

REFERENCIAS

- Dixit, A. K. & Pindyck, R. S. (1994). *Investment under uncertainty*. United Kingdom: Princeton University Press.
- Doukas, J., & Switzer, L. (1992). The stock markets valuation of research-and-development spending and market concentration. *Journal of Economics and Business*, 44(2), 95-114.
- Eberhart, A. C., Maxwell, W. F., & Siddique, A. R. (2004). An examination of long-term abnormal stock returns and operating performance following R&D increases. *Journal of Finance*, 59(2), 623-650.
- Ericsson, J., Jacobs, K., & Oviedo, R. (2009). The determinants of credit default swap premia. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 44(1), 109-132. doi:10.1017/S0022109009090061
- Escorsa, Pere & Valls, Jaume (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Ediciones UPC, Barcelona.
- Fadlalla, A., & Lin, C. (2001). An analysis of the applications of neural networks in finance. *Interfaces*, 31(4), 112-122.
- Fagerberg, J., Mowery, D., & Nelson, R. (2005). *The oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Fagiolo, G. & A. Luzzi (2006). Do liquidity constraints matter in explaining firm size and growth? Some evidence from the Italian manufacturing industry. *Industrial and Corporate Change*, 15(1), 1-39.
- Fama, E. F. & French, K. R. (1993). Common risk-factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56.
- _____ (1996a). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *Journal of Finance*, 51, 55-84.
- _____ (1996b). The CAPM is wanted, dead or alive. *Journal of Finance*, 51(5), 1947-1958.

- _____ (1998). Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance. *Journal of Financial Economics*, 49(3), 283-306.
- Fang, L., & Peress, J. (2009). Media coverage and the cross-section of stock returns. *Journal of Finance*, 64(5), 2023-2052.
- Franzen, L. A., Rodgers, K. J., & Simin, T. T. (2007). Measuring distress risk: The effect of R&D intensity. *Journal of Finance*, 62(6), 2931-2967.
- Freeman, C. (1998). The economics of technical change. *Trade, Growth and Technical Change*, Archibugi, D. y J. Michie (eds), Cambridge University Press.
- García, J., E. Martínez, R. Redondo & C. Del Campo (2002), *Métodos de decisión: Ejercicios Resueltos*, Pearson Educación, Madrid.
- Geroski, P.A & K. Gugler (2004). Corporate growth convergente in Europe. *Oxford Economics Papers*, 56, 597-620.
- _____, S. Machin & C. Walters (1997). Corporate growth and profitability. *Journal of Industrial Economics*, 45(2), 171-189.
- Gil-Bazo, J., & Ruiz-Verdu, P. (2009). The relation between price and performance in the mutual fund industry. *Journal of Finance*, 64(5), 2153-2183.
- Grundy, Bruce D & Hui Li (2010). Investor sentiment, executive compensation, and corporate investment. *Journal of Banking & Finance*, en prensa.
- Hall, B. H. (1999). *Innovation and market value*. National Bureau of Economic Research, Inc, NBER Working Papers: 6984.
- _____ & Oriani, R. (2005). Does the market value R&D investment by european firms? evidence from a panel of manufacturing firms in france, germany, and italy. *International Journal of Industrial Organization*, 24(5), 971-993.
- Harhoff, D., K. Stahl & M. Woywode (1998). Legal form, growth and exits of West German firms: empirical results for manufacturing construction, trade and service industries. *Journal of Industrial Economics*, 46(4), 453-488.

REFERENCIAS

- Harinck, F., Van Dijk, E., Van Beest, I., & Mersmann, P. (2007). When gains loom larger than losses: Reversed loss aversion for small amounts of money. *Psychological Science*, 18, 1099-1105.
- Ho, Y. K., Tjahjapranata, M., & Yap, C. M. (2006). Size, leverage, concentration, and R&D investment in generating growth opportunities. *Journal of Business*, 79(2), 851-876.
- Hong, H., & Stein, J. C. (1999). A unified theory of underreaction, momentum trading, and overreaction in asset markets. *Journal of Finance*, 54(6), 2143-2184.
- Huang, W., Lai, K. K., Nakamori, Y., & Wang, S. (2004). Forecasting foreign exchange rates with artificial neural networks: A review. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 3(1), 145-165.
-
- _____ & Yu, L. (2007). Neural networks in finance and economics forecasting. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 6(1), 113-140.
- Hurwicz, L. (1951), Optimality criteria for decision making under ignorance. *Cowles Commission Discussion Paper*, No. 370.
- Ikenberry, D., & Ramnath, S (2002). Underreaction to self-selected news: The case of stock splits. *Review of Financial Studies* 15(2), 489–526.
- James, J. & Webber, N. (2000). *Interest Rate Modelling*. John Wiley & Sons, Inglaterra.
- Jaume Valls; Guitart, Laura & Núñez, Ana (2007). La innovación en la empresa, el concepto y su medida. *Revista de contabilidad y dirección* 6, 37-54.
- Johnson, L. D.; Neave, E. H. & Pazderka, B. (2002). “Knowledge, innovation and share value”. *International Journal of Management Reviews*, 4(2), 101-134.
-
- _____ & Pazderka, B. (1993). Firm value and investment in R&D. *Managerial & Decision Economics*, 14(1), 15-24.
- Jones, E., & Danbolt, J. (2003). R&D project announcements and the impact of ownership structure. *Applied Economics Letters*, 10(14), 933-936.

- Kadiyala, P., & Rau, P. R. (2004). Investor reaction to corporate event announcements: Underreaction or overreaction? *Journal of Business*, 77(2), 357-386.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica* 47, 263-291.
- Kanas, A. (2001). Neural network linear forecasts for stock returns. *International Journal of Finance & Economics*, 6(3), 245-254.
- Kamstra, M.J., Kramer, L.A. & Levi, M.D. (2003). Winter blues: a SAD stock market cycle. *American Economic Review* 93, 324–343.
- Kaufmann, A. y J. Gil (1996). *Introducción de la teoría de subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas*. Milladoiro.
- Keim, Donald B. (1983). Size-Related Anomalies and Stock Return Seasonality: Further Empirical Evidence. *Journal of Financial Economics* 12(1), 13-32.
- Kelly, Patrick J. & Felix Meschke (2010). Sentiment and stock returns: The SAD anomaly revisited. *Journal of Banking & Finance*, 34(6), 1308-1326.
- Kermer, D.A., Driver-Linn, E., Wilson, T.D., & Gilbert, D.T. (2006). Loss aversion is an affective forecasting error. *Psychological Science*, 17, 649-653.
- Kendall, Maurice (1953). The análisis of economics time series, part I: prices. *Journal of the Royal Statistical Society*, 96, 11-25.
- Knetz, P; Litterman, R. & Scheinkman, J. (1994). Explorations Into Factors Explaining Money Market Returns. *Journal of Finance*, 49, 1861-1882.
- Köeke, Jens & Renneboog, Luc (2002). Does good corporate governance lead to stronger productivity growth? Discussion Paper No 89 from Tilburg University, Center for Economic Research.
- Kosko, B. (1995). *Pensamiento borroso: La nueva ciencia de la lógica borrosa*. Barcelona: Drakontos.
- Kumar, A., & Lee, C. M. C. (2006). Retail investor sentiment and return comovements. *Journal of Finance*, 61(5), 2451-2486.

REFERENCIAS

- Kumar, M. (1985). Growth, acquisition activity and firm size: evidence from United Kingdom. *Journal of Industrial Economics*, 33(3), 327-338.
- Kurov, Alexander (2010). Investor sentiment and the stock market's reaction to monetary policy. *Journal of Banking & Finance*, 34(1), 139-149.
- Lauda, R. (1991). How competitiveness can be achieved: fostering economic growth and productivity. *Technology and economics*, National Academy Press, Washington, D.C.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk and maximal gains from diversification. *Journal of Finance*, 20(4), 587-615.
- Liu, J., M. Tsou & J. Hammitt (1999). Do small plants grow faster? Evidence from Taiwan electronics industry. *Economics Letters*, 65(1), 121-129.
- Loughran, T., & Ritter, J. R. (2000). Uniformly least powerful tests of market efficiency. *Journal of Financial Economics*, 55(3), 361-389.
- McConnell, J. J., & Muscarella, C. J. (1985). Corporate capital expenditure decisions and the market value of the firm. *Journal of Financial Economics*, 14(3), 399-422.
- McNeils, Paul D. (2005). *Neural Networks in Finance: gaining predictive edge in the market*. Elsevier Academic Press; Burlington USA, San Diego USA and London UK.
- Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *Bell Journal of Economics*, 4(1), 141-183.
- Nieto, U. (1999). *Historia del Tiempo en Economía*. Madrid: McGraw-Hill.
- OECD y Eurostat (2006), *Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*, 3ra edición, Paris.
- OECD (2008), *Science, Technology and Industry Outlook*, Paris.
- OECD (2003), *The Sources of Economic Growth in OECD Countries*, Paris.
- OECD (2002), *Frascati manual: proposed Standard practice for surveys on research and experimental development*, Paris.

- Ogneva, M., & Subramanyam, K. R. (2007). Does the stock market underreact to going concern opinions? evidence from the US and australia. *Journal of Accounting & Economics*, 43(2-3), 439-452.
- Ohlson, James A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research* 18, 109–131.
- Olson, D., & Mossman, C. (2003). Neural network forecasts of canadian stock returns using accounting ratios. *International Journal of Forecasting*, 19(3), 453-465.
- Ramírez, D. (1998). Analysis of uncertainty. *Fuzzy Economic Review*, 2(3), 69-80.
- Rachlin, Julian (2006). *Principal Component Analysis and Extreme Value Theory in Financial Applications*. Tesis del Department of Physics, Princeton University.
- Reichstein, T. & M. Dahl (2004). Are firm growth rates random? Analysing patterns and dependencies. *International Review of Applied Economics*, 18(2), 225-246.
- Robson, P. & R. Bennet (2000). SME growth: the relationship with business advice and external collaboration. *Small Business Economics*, 30(4), 385-403.
- Rodríguez, A. (1997). Term structure and volatility shocks. *Federal Reserve Bank of New York*, New York, pp. 1-42.
- Romer, Paul M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, 98(5), S71-102.
- _____ (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Ross (1976). The arbitrage theory of Capital Asset Pricing. *Journal of Economics Theory*, 13, 341-360.
- Sharpe, W.F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under. Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 19, 425-442.
- Samaniego, A. (2010). La incertidumbre en los proyectos de I+D: un estudio de la literatura. *Contaduría y Administración*, en prensa.

REFERENCIAS

- _____; Trejo, C. O. & Mongrut, S. (2009). Direction of interest rate movements and interest rate trends of mexican treasury securities. *Journal of Internacional Finance and Economics*, 9(2), 91-100.
- _____, Ruiz G., & Bach J. (2008). Coeficiente de pesimismo relativo. *Contaduría y Administración*, 226, 59-72.
- Schipper, B. (2005), The Evolutionary Stability of Optimism, Pessimism and Complete Ignorante. GESY, Discussion Paper, vol. 68, 1-31.
- Sood, Ashish & Tellis, Gerard J. (2009). Do Innovations Really Payoff? Total Stock Market Returns to Innovation. Marshall Research Paper Series Working Paper MKT 11-09, 1-48.
- Solow, Robert M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- _____. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.
- Sun, Q. & Tong, W.H.S. (2010). Risk and the January effect. *Journal of Banking & Finance* 34, 965–974.
- Szewczyk, S. H., Tsetsekos, G. P., & Zantout, Z. (1996). The valuation of corporate R&D expenditures: Evidence from investment opportunities and free cash flow. *Financial Management*, 25(1), 105-110.
- Titman, S. (2002). Discussion of "underreaction to self-selected news events". *Review of Financial Studies*, 15(2), 527-531.
- Uriel E., & J. Aldás (2005). *Análisis Multivariante Aplicado*. Thomson, Madrid.
- Varyyam, J.N., & D.S. Kraybill (1992). Empirical evidence on determinants of firm growth. *Economics Letter*, 38, 31-36.
- Vellido, A., Lisboa, P. J. G., & Vaughan, J. (1999). Neural networks in business: A survey of applications (1992–1998). *Expert Systems with Applications*, 17(1), 51-70.

- Wang, J. (2004). A fuzzy robust scheduling approach for product development projects. *European Journal of Operational Research*, 152(1), 180-194.
- Wang, J., & Hwang, W. L. (2007). A fuzzy set approach for R&D portfolio selection using a real options valuation model. *Omega-International Journal of Management Science*, 35(3), 247-257.
- Wong, B. K., & Selvi, Y. (1998). Neural network applications in finance: A review and analysis of literature (1990–1996). *Information & Management*, 34(3), 129-139.
- Woolridge, J. R., & Snow, C. C. (1990). Stock-market reaction to strategic investment decisions. *Strategic Management Journal*, 11(5), 353-363.
- Xu, M., & Zhang, C. (2004). The explanatory power of R&D for the cross-section of stock returns: Japan 1985-2000. *Pacific-Basin Finance Journal*, 12(3), 245-269.
- Yu, L., Wang, S., & Lai, K. K. (2007). In *International Series in Operations Research & Management Science* (Ed.), Foreign-exchange-rate forecasting with artificial neural networks (XXIII ed.). New York: Springer Science+Business Media.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control* 8(3), 338-353.
- _____ (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*, 1, 3-28.
- Zhang, G., Eddy Patuwo, B., & Hu, Y. M. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14(1), 35-62.

REFERENCIAS

ÍNDICE

A

- actividad en I+D 114
- análisis de componentes principales 89, 156
- análisis fundamental 86

B

- baja reacción 115, 116, 117, 132, 145
- bootstrapping* 160

C

- cambio tecnológico 35, 82
- capacidad innovadora 18
- coeficiente de pesimismo 87, 167
- coeficiente de pesimismo relativo 88
- compensación de administradores 116
- competencia 29, 35
- conjetura de Schumpeter 29
- conservatism bias* 116, 118, 137
- contexto actual de la economía 18
- crecimiento económico 13, 30, 140, 165
- crecimiento endógeno 30
- credibilidad del inversionista 19, 125, 140, 144, 145, 165, 169
- criterio de decisión de Hurwicz 92

D

- derivadas parciales 15, 159
- diferencia finitas 159
- dinámica de las empresas 30
- disposition effect* 108
- distancia de Hamming 89, 98

E

- eficacia dinámica 29, 35
- eficacia productiva 29, 35
- endowment effect* 108
- estudio de eventos 89, 99
- éxito comercial 167

F

- fundamentalistas 117, 143

G

- gobierno corporativo 29

H

- hipótesis 23, 113
- hipótesis de investigación 15, 19

L

- Levenberg Marquardt 157

M

- modelo de Carhart 128
- modelo de regresión lineal 156
- multi-layer perceptron* 156

N

- nivel de productividad 35, 82

O

- overconfidence bias* 116, 118, 137

P

- perdida de aversión (*loss aversion*) 89
- pesimismo 23, 173
- problemas híbridos 108
- psychological bias* 117, 118, 137

R

- R&D intensity* 113, 115, 144, 168
- razones financieras 87
- redes neuronales artificiales (RNA) 15, 155
- relación riesgo-rendimiento 87
- relaciones entre capítulos 23, 172
- relaciones entre los capítulos 25
- rendimiento anormal acumulado 100
- retail investor* 117, 118, 137

S

- sentiment* 117, 118, 137, 143

T

- Teoría prospectiva (*prospect theory*) 89
- t-student* 160

V

- valor agregado 18
- valoración de los estados financieros 87