

Diseño y validación de un modelo de *Balanced Scorecard* para la I+D: evidencia empírica en empresas del sector químico en España *

Design and validation of a general Balanced Scorecard (BSC) model for research and development (R&D) activities: Empirical evidence in Spanish chemicals firms

Teresa García Valderrama. Universidad de Cádiz

Daniel Revuelta Bordoy.** Universidad de Cádiz

Eva Mulero Mendigorri. Universidad de Cádiz

RESUMEN El objetivo general que perseguimos en este trabajo es el diseño y validación de un modelo general de *Balanced Scorecard para la I+D* que nos permita homogeneizar los valores entre las empresas. Para cumplir con este objetivo utilizaremos la metodología de la validación de escalas basada en diseñar un multi-indicador (escala o constructo) más global y fiable, a partir del análisis de los indicadores individuales utilizados en la medición del rendimiento de la I+D. En primer lugar se ha desarrollado el modelo general de *Balanced Scorecard para la I+D* a partir de la revisión de la literatura y de un modelo ya validado en su contenido (García Valderrama, Mulero Mendigorri y Revuelta Bordoy, 2008). Posteriormente se ha realizado el proceso de validación empírica de la escala a partir de una muestra de 95 empresas del sector químico en España. Finalmente, se aporta evidencia empírica acerca de la unidimensionalidad de la escala, fiabilidad, y validez concurrente.

PALABRAS CLAVE *Balanced Scorecard*; Investigación y Desarrollo (I+D); Validación de escalas; Medidas de Rendimiento de la I+D; Rendimiento organizativo.

ABSTRACT The purpose of this paper is to design and validate a general *Balanced Scorecard (BSC)* model for research and development (R&D) activities. The validation of this instrument of measurement should enable us to obtain a tool that would give values that are comparable between companies. To achieve this objective we will utilize the validation of scales or constructs. This methodology should make possible to obtain a much more global and reliable multi-indicator (a scale or construct) that could be obtained from the analysis of R&D performance measurement indicators. First, the general BSC model for R&D has been developed in accordance with a bibliographic review and the scale developed by García Valderrama, Mulero Mendigorri and Revuelta Bordoy (2008). Next, the paper examines the empirical validity of the general BSC model in a sample of 95 spanish chemicals firms. Finally, the paper provide empirical evidence on unidimensional, reliability and concurrent validity of the scale.

* **Agradecimiento:** este trabajo ha sido cofinanciado a través de los Proyectos 18INPN0917 (ECO2009-10839) del Ministerio de Educación y Ciencia y P07-SEJ-02641 de la Junta de Andalucía

** **Dirección para correspondencia:** Daniel Revuelta Bordoy, Departamento de Economía Financiera y Contabilidad, Universidad de Cádiz, Glorieta de Carlos Cano s/n, 11002, Cádiz, España, Tel. +34 956015444, Correo-e: daniel.revuelta@uca.es

KEYWORDS *Balance Scorecard*; Research and Development; Scale validation; R&D Performance Measures; Organizational Performance.

INTRODUCCIÓN

La medición del rendimiento de las actividades de I+D es una tarea compleja debido a las múltiples dimensiones de las que depende (Pearson, Nixon y Kerssens-van Drongelen, 2000; Ojanen y Vuola, 2006; Chiesa y Frattini, 2007; Chiesa *et al.*, 2009). Como consecuencia de esta circunstancia, tanto en la práctica como en la literatura, se han sugerido multitud de indicadores para la medición del rendimiento de la I+D, entre ellos: medidas basadas en resultados financieros, medidas de *input*, procesos, *output*, valoraciones cualitativas, etc.

Estas medidas se caracterizan porque no sirven para valorar globalmente las actividades de I+D y al mismo tiempo dificultan la comparación del rendimiento de las actividades de I+D entre empresas. Por tal motivo, se impone la necesidad de disponer de medidas de rendimiento integradas que reflejen todas las dimensiones incluidas en las actividades de I+D. Del mismo modo, las actividades de I+D han alcanzado en muchos casos valor estratégico y por ello necesitan ser valoradas a través de medidas que estén alineadas con la estrategia de la empresa. De entre las medidas de rendimiento organizativo integradas existentes en la actualidad, el *Balance Scorecard (BSC)* se caracteriza por incluir indicadores cuantitativos y cualitativos, así como por diferenciar entre medidas inductoras del rendimiento y medidas de resultados que se derivan de la estrategia de la empresa. Sin embargo, no existe en la actualidad ningún estudio que haya validado un modelo de *Balance Scorecard* para la I+D.

Por tanto, el objetivo principal del presente trabajo es validar empíricamente un modelo de *Balance Scorecard* para las actividades de I+D. Para cumplir con este propósito se ha diseñado un modelo general a partir de la revisión de la literatura acerca de la medición del rendimiento en I+D y de un modelo ya validado en su contenido (García Valderrama, Mulero Mendigorri y Revuelta Bordoy, 2008) y posteriormente, se han aplicado las pruebas estadísticas adecuadas para aportar evidencia empírica acerca de la unidimensionalidad de la escala, fiabilidad, y validez de criterio. La validación empírica del modelo de *Balance Scorecard* para la I+D se ha realizado a partir de la recogida de datos de un total de 95 empresas del sector químico en España, uno de los sectores con mayores inversiones en actividades de I+D.

El trabajo se estructura de la siguiente forma: en el segundo epígrafe se revisa la literatura acerca de la medición del rendimiento de la I+D a través del *Balance Scorecard*, en el tercer epígrafe se diseña la escala propuesta basada en la revisión de la literatura, en el modelo ya validado en su contenido (Valderrama, Mulero Mendigorri y Revuelta Bordoy, 2008) y en el juicio de una serie de expertos. En el cuarto epígrafe se presenta el trabajo empírico —muestra y medida de las variables, análisis de la unidimensionalidad y fiabilidad del constructo y pruebas acerca de la validez de criterio—, finalmente se exponen unas conclusiones del trabajo.

2. EL *BALANCE SCORECARD* APLICADO A LAS ACTIVIDADES DE I+D

La propuesta pionera de *Balance Scorecard* como sistema de medición del rendimiento de la I+D fue presentada por Kerssens-van Drongelen y Cook (1997). Estos autores proponen

sistematizar las medidas de rendimiento de la I+D en un marco que bien podría ser el *Balance Scorecard*. Así, la mayoría de las medidas de rendimiento utilizadas en la literatura pueden clasificarse en cinco temas fundamentales: coste, calidad, tiempo, capacidad innovadora y contribución a los beneficios. Precisamente, estos temas se pueden encuadrar en las perspectivas originales del modelo de *Balance Scorecard* propuesto por Kaplan y Norton (1992, 1996, 2001), así la calidad se podría corresponder con la perspectiva de cliente, los temas de coste (eficiencia) y tiempo (oportunidad) serían más idóneos para la perspectiva de procesos internos, la capacidad innovadora se corresponde claramente con la perspectiva de aprendizaje y crecimiento y, finalmente el tópico contribución a los beneficios podría encuadrarse en la perspectiva financiera.

Neufeld *et al.* (2001), a partir del análisis de ocho organizaciones líderes en investigación en Estados Unidos y Canadá, proponen diez atributos fundamentales para la excelencia en investigación. Estos atributos se identifican partiendo de las cuatro perspectivas originales del *Balance Scorecard* de Kaplan y Norton, si bien finalmente estas perspectivas son adaptadas a la esencia de las organizaciones de investigación pasando a ser: personas, liderazgo, gestión de la investigación y rendimiento organizativo.

Li y Dalton (2003) exponen que el crecimiento de las empresas farmacéuticas ha ocasionado problemas de visibilidad tanto desde el nivel superior al inferior de la organización como en sentido inverso. Efectivamente, el mayor tamaño de las organizaciones complica que la dirección superior adopte decisiones que antes se tomaban con relativa facilidad; por otra parte, desde los niveles funcionales se pierde la visión de cómo las operaciones del día a día conectan con la visión y misión de la organización. Para ayudar a resolver estos problemas los autores exponen el caso de implantación de un software de *Balance Scorecard* en la empresa *Pharmacia*. Independientemente de las posibilidades del software en sí, los autores destacan que el modelo de *Balance Scorecard* permite construir una estructura lógica que une indicadores medibles de distintas perspectivas a las metas corporativas, dotando de una mayor visibilidad y sentido estratégico a todos los niveles de la organización. Concretamente, el modelo propuesto añade a las perspectivas tradicionales del *Balance Scorecard* (Kaplan y Norton, 1992, 1996, 2001), la de «Innovación para un éxito sostenible».

Osama (2003) propone un modelo de *BSC* para la I+D en el que hipotetiza cinco dimensiones o perspectivas como las que más se pueden generalizar observando una variedad de organizaciones de I+D. En este modelo junto a las perspectivas tradicionales de Kaplan y Norton (1992, 1996, 2001) se incluye una dimensión de recursos humanos, tal como en los modelos propuestos por Brown (1996) y Olve *et al.* (1999).

Bremser y Barski (2004) proponen un marco que une el modelo de gestión de I+D tradicional de «Stage-Gate⁽¹⁾» (Cooper, 1993) con el *Balance Scorecard* (Kaplan y Norton, 1992, 1996, 2001) lo que permite a las firmas mostrar cómo pueden unir los recursos

(1) La aproximación Stage-Gate define el desarrollo de nuevos productos a partir de seis etapas (*stages*) y cinco puntos de decisión (*gates*). Las etapas son partes del proceso de desarrollo de productos desde la innovación hasta la comercialización, más concretamente: 1. Exploración inicial; 2. Desarrollar el caso de negocios; 3. Desarrollo; 4. Testeo y validación; 5. Producción, y 6. Lanzamiento completo. Por otra parte, entre estas etapas existen momentos donde se puede tomar la decisión de pasar a la siguiente etapa o regresar a una etapa anterior del desarrollo del producto.

comprometidos para las actividades del desarrollo de nuevos productos con los objetivos estratégicos de la firma.

Hsu (2005) presenta un estudio en el que combina el *Balance Scorecard* con el Análisis Envolvente de Datos Fuzzy. El estudio valora el rendimiento de un proyecto para desarrollar un sistema de aviación entre varios departamentos ubicados en distintos países. La aportación principal de este trabajo consiste en proponer indicadores de rendimiento para las cuatro perspectivas del *Balance Scorecard* de Kaplan y Norton (1991, 1996, 2001).

Eliat *et al.* (2006) proponen un modelo de *BSC* para evaluar proyectos de I+D, en todas las fases de su ciclo de vida. En su modelo de *BSC*, junto a las cuatro perspectivas tradicionales de Kaplan y Norton, añaden una perspectiva de incertidumbre para incluir la medida del riesgo tan común en los proyectos de I+D.

3. VALIDACIÓN DEL MODELO «BALANCE SCORECARD PARA LAS ACTIVIDADES DE I+D»

La validación de escalas consiste en el estudio de la fiabilidad y validez de un instrumento de medida. La fiabilidad hace referencia al «grado en que ésta se halla libre de errores aleatorios, y, por tanto, proporciona resultados consistentes» (Sánchez y Sarabia, 1999: 367). Por otra parte, la validez hace referencia al «grado en que un test mide lo que pretende medir» (Martínez, 1996: 330), esto es, que está libre de errores sistemáticos.

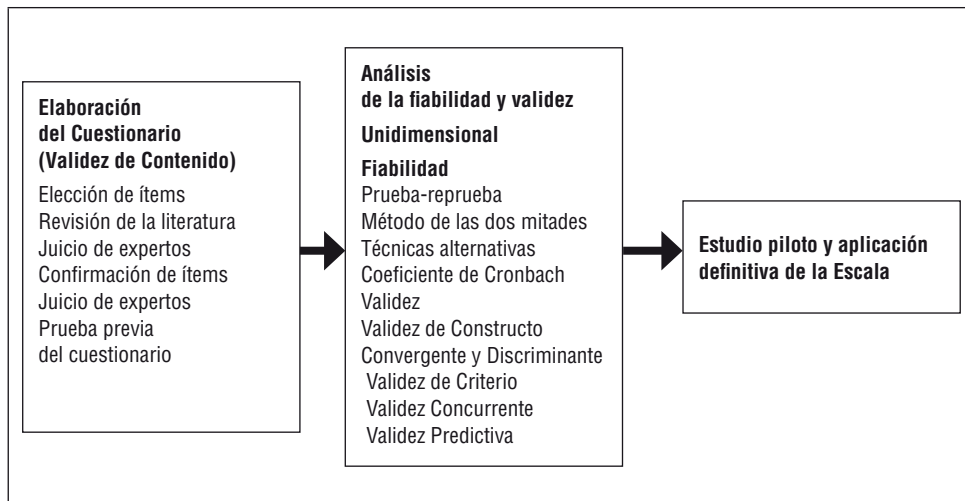
Relacionando ambos conceptos, podemos decir que una escala será fiable cuando su repetida aplicación proporcione resultados semejantes, independientemente de que mida o no el concepto que pretende medir. Por tanto, la fiabilidad es condición indispensable pero no suficiente para la validez. Se puede afirmar que la fiabilidad y validez son complementarias, así si la medida de un concepto no es fiable nunca tendrá capacidad predictiva (Sánchez y Sarabia, 1999).

Las fases que, desde un punto de vista metodológico, componen el proceso de validación de una escala se señalan a continuación (véase Gráfico 1):

1. Definición de los elementos simples que conforman el objeto de medida (delimitación de los contenidos del constructo) y diseño de un cuestionario donde cada uno de los elementos viene representado por uno o varios ítems (Tablas A a E del Anexo). La selección de los ítems se lleva a cabo después de una exhaustiva revisión de la literatura y es confirmada a partir del juicio de una serie de expertos.
2. Análisis de la fiabilidad y validez del instrumento de medida.
 - 2.1. Análisis de la unidimensionalidad.
 - 2.2. Análisis de la fiabilidad.
 - 2.3. Análisis de la validez.
 - 2.3.1. *Validez Convergente y Discriminante (Validez de Constructo).*
 - 2.3.2. *Validez de Criterio.*
 - 2.3.2.1. Validez Concurrente.
 - 2.3.2.2. Validez Predictiva.
3. Estudio piloto y aplicación definitiva de la escala.

GRÁFICO 1

DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE LA VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE MEDIDA O ESCALA



FUENTE: García-Valderrama y Mulero-Mendigorri (2005).

3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES DE LA ESCALA «*BALANCE SCORECARD* PARA LAS ACTIVIDADES DE I+D» A PARTIR DE LA REVISIÓN DE LA LITERATURA

El modelo que proponemos para validar en su contenido agrupa los distintos indicadores en cinco perspectivas: financiera, clientes, innovación, procesos internos y aprendizaje y crecimiento. En efecto, se ha separado la perspectiva de innovación de la de procesos internos [perspectiva en la que Kaplan y Norton incluyen los temas relacionados con la innovación⁽²⁾], siguiendo la línea del modelo de *Balance Scorecard* propuesto por Li y Dalton (2003). En la perspectiva de innovación se incluirían los indicadores que miden los resultados intermedios originados por las actividades de I+D, los cuales pueden dar lugar o no a resultados comerciales y financieros.

Antes de pasar a desarrollar los ítems incluidos en cada una de las perspectivas, hemos de destacar algunos trabajos previos de escalas validadas que nos han servido de referencia en nuestro trabajo: la escala de eficacia de la I+D de Lee *et al.* (1996), aplicada a las compañías coreanas, la escala de Tracey *et al.* (1999) sobre tecnología de fabricación avanzada, participación de la dirección en la formulación de la estrategia y capacidades competitivas aplicada a compañías estadounidenses de sectores relacionados con la fabricación de componentes o piezas, la escala validada en su contenido acerca de la eficacia de las actividades de I+D de García Valderrama y Mulero Mendigorri (2005) y el modelo de *Balance Scorecard* para la I+D validado en su contenido (García Valderrama, Mulero Mendigorri y Revuelta Bordoy, 2008).

(2) Esta misma línea es seguida por buena parte de los autores que proponen modelos de medición del capital intelectual al considerar el capital organizacional como la suma del capital de procesos y del capital de innovación (Brooking, 1996; Edvinson y Malone, 1997; Roos *et al.*, 1997; Sveiby, 1997; Bueno, 1998; Cañibano *et al.*, 1999).

3.1.1. *Perspectiva de resultados financieros*

Siguiendo el enfoque utilizado por Lee *et al.* (1996) que distingue entre resultados intermedios de las actividades de I+D (*outputs*) y resultados finales de la I+D (*outcomes*), esta perspectiva incluiría los ítems que miden el éxito en la consecución de resultados financieros procedentes de la aplicación de los resultados de la I+D.

A partir de los trabajos de Lee *et al.* (1996) y Di Benedetto (1999) incluiríamos en esta perspectiva los ítems (Ver ítems 12 y 13 del Anexo II):

- Incremento de los beneficios debidos a la aplicación de los resultados de la I+D.
- Incremento en la rentabilidad financiera por la aplicación de los resultados de la I+D.

Debido al lapso temporal que suele producirse entre las inversiones en I+D y los resultados (Kerssens-van Drongelen y Cook, 1997; Loch y Tapper, 2000), los ítems antes señalados se han medido respecto a los tres últimos años para valorar el efecto de inversiones en I+D ya realizadas.

3.1.2. *Perspectiva de clientes*

En esta perspectiva se incluirían los ítems relacionados con los resultados comerciales derivados de la aplicación de los resultados de la I+D (ver ítems 14 a 18 del Anexo II). La mayoría de los autores señalan como indicadores: los ingresos por ventas, la cuota de mercado, la satisfacción de los clientes, la percepción de los productos por parte de los clientes y el posicionamiento competitivo [OCDE (2005); Lee *et al.* (1996); Abdel-Kader y Dugdalet (1998); Cañibano *et al.* (1999)]. Además utilizamos una valoración subjetiva acorde con los resultados de los estudios anteriores en los que los autores se pronunciaban a favor de una valoración no financiera para la mayoría de estas variables.

3.1.3. *La perspectiva de innovación*

En línea con la aportación de Li y Dalton (2003), en nuestro trabajo consideraremos a la perspectiva de innovación como una perspectiva separada de la de procesos internos del *Balance Scorecard* de Kaplan y Norton (1992, 1996, 2001). La razón para separar esta perspectiva reside en incluir los resultados intermedios logrados por las compañías que emprenden actividades de I+D, los cuales podrán dar lugar o no a resultados comerciales y financieros (García Valderrama y Mulero Mendigorri, 2005).

Hagedoorn y Cloudt (2002) utilizan el constructo «Rendimiento Innovador» para medir los resultados de innovación de las firmas. Este constructo estaría compuesto por los indicadores: *inputs* de I+D, patentes, citaciones de patentes y anuncios de nuevos productos. En nuestro trabajo, en la perspectiva de innovación, también incluimos una medida compuesta para el rendimiento innovador en la que incluiríamos las siguientes dimensiones:

3.1.3.1. Patentes

La utilización de las patentes se considera un indicador razonable del *output* de la actividad de I+D, si bien debería acompañarse de otras medidas, sobre todo cuando queremos

realizar comparaciones intersectoriales debido a la distinta propensión a patentar de cada sector. Respecto a los indicadores utilizados para las patentes, Hagedoorn y Cloudt (2002) distinguen entre una medida cuantitativa como contabilizar las patentes de una firma y una medición cualitativa como las citaciones de patentes. Esta última medida significa que una patente es más relevante si es citada más veces por otras patentes posteriores.

Ernst (2001) describe la relación entre invenciones, patentes e innovaciones. Así, argumenta que no todas las invenciones resultantes de las actividades de I+D se patentan, fundamentalmente en la investigación básica, y al mismo tiempo no todas las patentes dan lugar a innovaciones. Para que esto último ocurra tiene que transcurrir el lapso temporal necesario para que una serie de procesos conviertan la invención patentada en innovación, concretamente este autor señala un horizonte temporal de dos a tres años desde el año de prioridad⁽³⁾ (Ernst, 2001).

En nuestro trabajo incluimos el ítem de valoración subjetiva: «Incremento en el número de patentes» el cual valoramos referido a los tres últimos años para incorporar el lapso temporal necesario para la aplicación de las patentes (ítem 25 del Anexo II).

3.1.3.2. El Valor de las Tecnologías utilizadas por las compañías

Respecto a la innovación tecnológica, Lee *et al.* (1996) incluyen los criterios «utilidad de la tecnología adquirida» y «utilidad de la tecnología desarrollada» para evaluar los resultados directos de los esfuerzos en I+D. Estos criterios se hacen operativos a partir de los ítems: «grado de utilidad de la tecnología adquirida durante el periodo que está siendo evaluado» y «grado de utilidad de la tecnología desarrollada durante el periodo que está siendo evaluado».

En nuestro trabajo se incluyen ítems para medir el grado en que la tecnología utilizada en I+D es interna o adquirida externamente y además la aportación de la utilización de la tecnología en los resultados de la empresa (ítems 19 a 22 del Anexo II).

3.1.3.3. La innovación en productos y procesos

Por otra parte, la innovación en productos y procesos no tiene porque proceder de inversiones en I+D ni surgir directamente del departamento de I+D. En este sentido, López Mielgo *et al.* (2004) exponen que la innovación puede proceder de distintas formas de aprendizaje que no implican inversiones en I+D:

- Aprendizaje por hacer (*Learning by doing*): Consiste en que los operarios de producción de forma espontánea ponen en práctica mejoras en los procesos de fabricación.
- Aprendizaje por el uso (*learning by using*): consiste en mejorar el conocimiento de la empresa captando información de los usuarios de la tecnología y de los clientes de la empresa. Un claro ejemplo se da en las empresas que generan software informático, en las que el uso de los programas por parte de sus empleados y de sus clientes es una fuente de ideas para implantar mejoras.

(3) La prioridad es la primera presentación de la solicitud de patente de una invención. Se ha de tener en cuenta que desde que se registra una patente hasta que se publica transcurren unos dieciocho meses.

- Aprendizaje por el error (*learning by failing*): en este caso la fuente de aprendizaje es el análisis de las causas que han originado los fallos o errores en productos o procesos.

Por ello, en nuestro trabajo, queremos medir respecto a la innovación en productos y procesos el grado en que estas innovaciones proceden directamente de las actividades de I+D (ítems 23 y 24 del Anexo II).

3.1.4. *La perspectiva de procesos internos*

A pesar, del convencimiento de la creciente importancia de la I+D, los sistemas de medición de la actuación de muchas empresas siguen anclados en las eficiencias operativas en lugar de en la eficacia y eficiencia de los procesos de I+D. Una razón la podemos encontrar en la mayor dificultad de medir la relación entre *inputs* (sueldos, equipos y materiales) y resultados alcanzados (productos y servicios innovadores) en los procesos de I+D en relación con los procesos de fabricación. También el mayor lapso temporal que transcurre entre la inversión en actividades de I+D y la obtención de resultados es un *handicap* respecto a los procesos de fabricación. No obstante, se han de especificar objetivos e indicadores para este tipo de procesos (Kaplan y Norton, 1996).

Brown y Svenson (1998) presentan una propuesta de medición del rendimiento de la I+D basada en considerar el laboratorio de I+D como un sistema dentro de un macrosistema mayor que es la organización. Como tal sistema, la I+D constaría de unas entradas, un sistema de procesamiento que convertiría dichas entradas en salidas, las cuales irían destinadas a diferentes departamentos receptores (marketing, fabricación, ingeniería, planificación de negocios, operaciones) aportando resultados como: reducción de costes, mejora en las ventas, mejoras de productos, etc.

A continuación, pasamos a desarrollar las dimensiones consideradas más importantes dentro de esta perspectiva.

3.1.4.1. Esfuerzo en I+D

Los gastos en I+D son una medida de *input* tradicional de los esfuerzos que las compañías realizan para establecer unas actividades de I+D que podrían eventualmente guiar a outputs (Hagedoorn y Cloudt, 2003). Además, los gastos en I+D actuales son indicativos de la capacidad innovadora de una firma, ya que suelen ser consecuencia de gastos en I+D anteriores que obtuvieron resultados exitosos (Branch 1974).

Lee, Son y Lee (1996) utilizan como un indicador de la inversión en I+D el porcentaje promedio de la inversión en I+D sobre el total de ingresos en los tres últimos años. Halliday *et al.* (1997) distingue que las compañías farmacéuticas líderes tienen un porcentaje de inversiones en I+D sobre sus ingresos mayores que el resto de compañías. Souitaris (2002) define esta variable como el gasto por innovación durante los tres últimos años sobre las ventas actuales. En este indicador se incluyen tanto los gastos de I+D como otros gastos relacionados con la innovación, como pueden ser: la adquisición de tecnología y *know-how*, ingeniería industrial, diseño industrial, lanzamiento de la producción, formación unida a las actividades de innovación y marketing de nuevos productos.

Por tanto, en nuestro modelo de *Balance Scorecard* para la I+D incluimos para medir esta dimensión un ítem representativo del incremento de los gastos en I+D respecto al total de ingresos y referido a los tres años anteriores (ítem 31 del Anexo II).

3.1.4.2. Utilidad de las Infraestructuras en I+D

Galende y Suárez (1998) en un estudio realizado en empresas españolas señalan como factores determinantes de la realización de actividades de I+D, las mejores dotaciones de instalaciones y equipos así como su sofisticación técnica y la importancia relativa de las mismas. En su estudio empírico contrastan la hipótesis de que una mayor intensidad de capital aumenta la probabilidad de que la empresa realice actividades de I+D.

Lee *et al.* (1996) incluyen una medida cualitativa para valorar el grado de aprovisionamiento de las instalaciones de I+D necesarias para las firmas. En nuestro trabajo también utilizamos una medida cualitativa de la utilidad de las infraestructuras en I+D en función de la relación coste/beneficio de las mismas (ítem 32 del Anexo II).

3.1.4.3. Planificación de las actividades de I+D

Según un estudio realizado a las sesenta compañías químicas más importantes del mundo, sólo el 20% de las empresas entrevistadas tenía una estrategia de innovación documentada, además parte de la documentación era más bien una visión que una estrategia clara (Berger, 2002). Sin embargo, numerosos estudios ponen de manifiesto que una buena planificación de las actividades de I+D es crucial para el éxito de las actividades de I+D (Szakonyi, 1994; Lee *et al.*, 1996; Stojilkovic, 1998; Tracey *et al.*, 1999; Presey y Liles, 2000; Heidenberger *et al.*, 2003; Young, 1997).

Young (1997) sostiene que uno de los principios que las organizaciones deben considerar para conducir sus innovaciones es «adoptar sólo aquellas innovaciones consistentes con las estrategias actuales corporativas, divisionales y de planta».

Presley y Liles (2000) proponen una metodología para ayudar a integrar la planificación de la I+D dentro de un proceso de dirección estratégica más amplio. En el informe citado anteriormente (Berger Consulting, 2002) se incluye dentro de las mejores prácticas de gestión considerar la alineación de la estrategia de innovación con la estrategia corporativa.

Eliat *et al.* (2006) en su propuesta de *Balance Scorecard* para la selección de proyectos de I+D incluyen en su perspectiva de procesos internos la variable congruencia como «el grado en que el proyecto propuesto soporta la misión y objetivos estratégicos de la organización». Este alineamiento es valorado subjetivamente como fuerte, bueno, moderado o sólo periférico.

Una de las prácticas de gestión de calidad valoradas en las organizaciones de I+D es considerar dichas actividades como parte de la estrategia de negocios, midiéndose la efectividad de la definición de los objetivos de I+D en la estrategia de negocios.

La adecuación de las actividades de I+D con la estrategia de la firma implica un planteamiento realista que valore tanto la factibilidad financiera del plan como su adecuación a las directrices marcadas por la regulación externa.

3.1.4.3.1. Factibilidad financiera del Plan de I+D

La presupuestación de las actividades de I+D es fundamental para la factibilidad financiera del Plan de I+D, pues la firma se enfrenta al dilema de que gastar muy poco podría reducir los beneficios futuros mientras que gastar demasiado podía comprometer los recursos de la compañía (Heinderberger *et al.*, 2003).

Halliday *et al.* (1997), a partir de una encuesta a 45 compañías farmacéuticas líderes de su sector, enumeran las bases principales que consideraban los directivos de I+D a la hora de preparar y aprobar los presupuestos de su departamento, éstas eran por orden de importancia:

- Fase, número y estatus de Nuevas Entidades Químicas [NCEs⁽⁴⁾] claves.
- I+D de años previos.
- Plan a largo plazo para adecuarse a una norma del sector industrial
- Beneficios anticipados a largo plazo.
- Porcentaje de ventas del año siguiente.

Lee, Son y Lee (1996) incluyen como criterio de evaluación de la planificación de la I+D la «Factibilidad del Plan de I+D» y utilizan como ítem para medirla la «idoneidad de los procesos de planificación y contenidos».

En nuestro trabajo medimos la factibilidad financiera del Plan de I+D a partir del ítem de valoración subjetiva «Adecuación de los objetivos de la I+D a las disponibilidades de financiación» (ítem 26 del Anexo II).

3.1.4.3.2. Influencia de la regulación externa en la determinación de los objetivos de I+D

Es un hecho evidente para la gestión actual de la I+D las crecientes presiones sociales y regulatorias en cuestiones ambientales, de salud y seguridad.

Así McWilliams y Siegel (2001) establecen una relación entre la I+D y la Responsabilidad Social Corporativa basada en la hipótesis de que ambas variables están intrínsecamente relacionadas puesto que muchos aspectos de la responsabilidad social fomentan la creación de un producto, la innovación en procesos o ambos. Los resultados de su estudio empírico confirman que el desempeño social corporativo y la investigación y desarrollo están altamente correlacionados.

Tampoco hay que obviar que la regulación externa puede condicionar en gran medida los procesos de innovación en determinados sectores de actividad. En el caso del sector químico, es de destacar la presión que ejercen las legislaciones medioambientales, tanto nacionales como europeas. En este último caso, destacar la aprobación por parte de la Comisión Europea del Reglamento relativo al registro, la evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos (*REACH*). Este Reglamento se basa en el principio de que corresponde a los fabricantes, importadores y usuarios intermedios garantizar que sólo fa-

(4) Nuevo componente químico o biológico o un producto de biotecnología que no ha estado disponible previamente para uso terapéutico en el hombre y que se hace disponible sólo por prescripción médica y se usa para aliviar, tratar o prevenir enfermedades.

brican, comercializan, importan o usan aquellas sustancias que no afectan negativamente a la salud humana o al medio ambiente (Cózar Escalante, 2005).

En nuestro trabajo incluimos la dimensión grado de influencia de la regulación externa sobre la planificación de los objetivos y actividades de I+D, la cual hacemos operativa a partir del ítem «La regulación externa influye de manera decisiva en la determinación de los objetivos y actividades de la I+D» (ítem 30 del Anexo II).

3.1.4.4. Implantación de las actividades de I+D

La puesta en práctica de los planes de I+D necesita forzosamente de una estrecha colaboración con las áreas responsables del desarrollo y comercialización de los productos, procesos o servicios. Asimismo, es necesario llevar a cabo un control de calidad acerca de la idoneidad de los procesos de I+D. Por otra parte, el entorno actual marcado por una tendencia a que las firmas se concentren cada vez más en sus competencias claves, conduce a una mayor utilización de acuerdos de colaboración entre firmas para desarrollar el conjunto de procesos de I+D.

3.1.4.4.1. Grado de comunicación y coordinación con otros departamentos

La I+D es un área que trabaja fundamentalmente a partir de equipos de proyectos, que pueden ser funcionales o transfuncionales⁽⁵⁾. Brown y Eisenhardt (1995) destacan la importancia de la comunicación interna y externa para el rendimiento de los equipos de proyecto. Iansiti (1997) también incide en la importancia de la comunicación interna (entre los grupos de investigación y desarrollo) y externa (entre el personal de desarrollo y el de fabricación) como procesos propios de la I+D con impacto en el rendimiento de nuevos productos.

Lee, Son y Lee (1996) incluyen en su modelo de medición del rendimiento de la I+D el criterio «Colaboración entre I+D y Producción/Marketing», el cual es medido a través del ítem «Grado de coordinación entre I+D y los departamentos de Producción y Marketing».

La colaboración es uno de los componentes de la integración interdepartamental junto con la interacción. Así, en la integración entre departamentos existe un componente de intercambio de información, incluyendo mecanismos como reuniones, teleconferencias, memorándums, intercambio de documentación estándar, etc; y un componente de colaboración dirigido a trabajar juntos, tener una comprensión mutua, compartir la misma visión, compartir recursos y lograr metas colectivas. De esta forma la integración parece tener tanto elementos de comunicación como de equipos de trabajo (Kahn y McDonough, 1997).

(5) La aproximación tradicional de grupos funcionales consiste en que cada grupo sólo se preocupa de conseguir los resultados de su área y en comunicarlos al otro grupo. Por ejemplo, los profesionales de marketing en su grupo funcional desarrollan los requerimientos de marketing y proporcionan estos resultados a los profesionales de I+D que son los encargados de desarrollar los requerimientos técnicos acordes con los *inputs* recibidos de marketing, finalmente estas especificaciones técnicas son enviadas al grupo de fabricación que es el encargado de desarrollar los requerimientos de fabricación. Por tanto, cada grupo tiene responsabilidad sobre los resultados de su área, en el caso del grupo de I+D sobre los resultados técnicos. Sin embargo, cuando se trabaja en equipos transfuncionales los profesionales implicados (I+D, marketing y fabricación) trabajan en una unidad transfuncional estrechamente integrada. Así, además de la responsabilidad técnica, los profesionales de I+D comparten la responsabilidad con otras funciones respecto a la tarea completa del equipo transfuncional. (Cordero y Farris, 2003).

En el ámbito de la integración entre departamentos, la literatura sobre integración entre I+D y marketing ha demostrado que la comunicación y cooperación adecuada entre las dos funciones conduce a ratios de éxito mayores en los proyectos de desarrollo de nuevos productos (Sherman, Souder y Jensen, 2000).

Por tanto, dentro de este tópico incluimos tanto el grado de comunicación intradepartamental (ítem 27 del Anexo II) como entre el departamento de I+D y el resto de departamentos de la empresa (ítem 28 del Anexo II), así como el grado de coordinación existente entre las actividades desarrolladas en el departamento de I+D y las realizadas en los departamentos de producción y marketing (ítem 29 del Anexo II).

3.1.4.4.2. Las alianzas en I+D

El entorno general de mayor competitividad y reducción de los ciclos de desarrollo de productos está llevando a muchas firmas a abandonar el desarrollo interno y optar por proyectos colaborativos con *partners* para conseguir sinergias y con ello mayor velocidad en el lanzamiento de los productos.

Las organizaciones de I+D de alto rendimiento participan en alianzas y joint-ventures en mayor grado que aquellas cuyas actividades de I+D son menos efectivas, tal como se desprende del estudio⁽⁶⁾ realizado por Gupta, Wilemon y Atuahene-Gima (2000), si bien la diferencia no es significativa. En este estudio se preguntaba a los directivos de I+D que valoraran en una escala de uno a cinco la importancia de establecer alianzas con otras organizaciones, obteniéndose una media de 3,71 para las organizaciones con una I+D altamente efectiva frente a un tres para las organizaciones con unas actividades de I+D menos efectivas.

La adecuada elección del *partner* es una cuestión vital para el éxito de las alianzas, así el modelo EFQM de excelencia señala que las alianzas entre organizaciones han de basarse en compartir competencias claves entre los socios que les permita obtener un beneficio mutuo y alcanzar los objetivos planificados (EFQM, 2003). También en el informe correspondiente al VII Workshop EIRMA (1996) se señala que una comprensión de las competencias claves propias y de los socios permitirá que las *joint-ventures* y alianzas sean evaluadas sobre una base más sólida.

De ahí que en nuestro modelo, dentro del indicador «alianzas con socios en I+D» incluimos un ítem para medir si las alianzas permiten explotar las competencias claves de cada uno de los socios. El concepto clave para establecer alianzas con otras organizaciones es la «excelencia complementaria» (EIRMA, 2004: 22). Weggeman y Groeneveld (2005) también resaltan que las alianzas con socios de la cadena de valor, e incluso competidores, pueden ser muy eficientes si se accede a habilidades complementarias.

Por tanto, dentro de la dimensión «Alianzas con socios en I+D» mediremos la identificación de oportunidades para establecer alianzas (ítem 35 del Anexo II), la tendencia a explotar las competencias claves de forma cooperativa (ítem 36 del Anexo II) y la generación de una cultura innovadora a través de proyectos colaborativos (ítem 37 del Anexo II).

(6) Encuesta realizada a 120 directores de I+D de firmas de base tecnológica. En ella se preguntaba a los directivos sus percepciones acerca de los dominios de conocimientos que estimaban importantes para una gestión de la I+D efectiva, así como las capacidades de los grupos de I+D en dichas capacidades.

3.1.4.4.3. Gestión de la calidad en las actividades de I+D

Numerosos autores han aplicado la filosofía de la Gestión de Calidad Total (TQM) a la gestión de la I+D.

Koksaldi e Iyigun (2006) proponen un marco para aplicar la gestión de la calidad total (TQM) a las organizaciones de I+D. Se trata de una herramienta para valorar el grado de implantación de TQM en las actividades de I+D usando el Modelo de Excelencia para la Gestión de la Calidad (EFQM).

Berg *et al.* (2002) valoran la calidad de las actividades de I+D a partir de seis temas principales: I+D como parte de una estrategia de negocios, I+D como parte de la estrategia de tecnología y producto, implantación estratégica de I+D, I+D como una sección de negocios, outputs de la I+D e implantación de proyectos de I+D. El modelo propuesto por estos autores define una serie de criterios para cada uno de los tópicos anteriores y los valora.

Con carácter más general Lee *et al.* (1996) proponen medir la calidad de las actividades de I+D a través de una dimensión de *output* como sería la calidad del trabajo en I+D en general. Abdel-Kader y Dugdale (1998) proponen como una de las medidas de beneficio de las inversiones en tecnología de fabricación avanzada la calidad del producto mejorada.

Por tanto, dentro de esta dimensión incluimos los ítems:

- Grado en que las actividades de I+D son sometidas a parámetros de calidad (ítem 33 del Anexo II).
- Grado de consecución de los parámetros de calidad para las actividades de I+D (ítem 34 del Anexo II).

3.1.5. La perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento

En esta perspectiva se incluirían las dimensiones relacionadas con los recursos humanos que la literatura destaca como más influyentes para el rendimiento de las actividades de I+D.

3.1.5.1. Crecimiento del personal de I+D

La existencia de un mayor porcentaje de personas trabajando en los departamentos de I+D es considerada por numerosos estudios como positivo para la eficacia de las actividades de I+D (Halliday *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 1996; Souitaris, 2002).

Lee *et al.* (1996) utilizan para medir el crecimiento del personal de I+D el ratio de crecimiento promedio durante los tres últimos años. Halliday *et al.* (1997) proponen como indicador de la productividad de la I+D la relación entre número de empleados en I+D y el número de nuevas entidades químicas⁽⁷⁾. Souitaris (2002: 75) define la variable Intensidad en I+D y la mide mediante la ratio personal de I+D sobre el número total de personas de la organización.

En nuestro modelo de *Balance Scorecard* para la I+D nos inclinamos por una medida de la productividad del personal de I+D, en consonancia con la propuesta de Halliday *et al.*

(7) Entendidas como nuevos proyectos de desarrollo de componentes para medicamentos.

(1997). Por ello, incluimos un ítem que valora el incremento en el número de empleados de I+D en relación con el volumen de nuevos proyectos (ítem 38 del Anexo II).

3.1.5.2. Formación del personal de I+D

Souitaris (2002), a través de un estudio empírico acerca de los determinantes de la innovación en firmas industriales griegas, demostró que la proporción de graduados universitarios, de ingenieros y científicos y de directores eran variables fuertemente asociadas con la innovación. También el tiempo de formación ofrecido a profesionales de I+D y empleados de producción tenía una correlación con la capacidad innovadora, aunque más moderada que en el caso anterior.

Lee, Wong y Chong (2005) también señalan una relación positiva entre el nivel de educación y el tiempo de formación de los empleados en I+D y los resultados de dichas actividades.

Por ello, en esta dimensión incluimos dos ítems para valorar tanto el bagaje educativo del personal de I+D en relación a su titulación como una aproximación al número de días de formación por año que se ofrece al personal. Estos ítems serían:

- Medida de la formación del recurso humano de I+D a través del porcentaje de ingenieros, licenciados, etc sobre el total de empleados (ítem 49 del Anexo II).
- Medida de la formación de ingenieros y científicos a partir del número de días de formación por año (ítem 50 del Anexo II).

3.1.5.3. Experiencia del personal de I+D

Souitaris (2002) encontró que la experiencia previa del personal en otras compañías era una variable fuertemente asociada con la innovación, mientras que la experiencia internacional sólo conseguía una asociación moderada. En nuestro trabajo se incluyen ítems para valorar tanto la experiencia nacional (ítem 44 del Anexo II) como internacional del personal de I+D (ítem 45 del Anexo II).

3.1.5.4. Formación de equipos

Estudios recientes estiman que cerca del 75% de los laboratorios de I+D confían en equipos transfuncionales para el desarrollo de nuevos productos (McDonough, 2000).

Existen dos aproximaciones para organizar el desarrollo de nuevos productos: organizar el proyecto de desarrollo en grupos funcionales o utilizar equipos transfuncionales.

Souitaris (2002) demuestra que las firmas que usan equipos de trabajo interdepartamentales o transfuncionales para procesar nuevas ideas consiguen ser más eficaces en el desarrollo de sus actividades de I+D.

Las estructuras horizontales o transfuncionales mejoran la difusión de ideas e innovaciones, más concretamente, la utilización de estas estructuras ofrece las siguientes ventajas (Quelin, 2000: 485):

- Son esenciales para la elaboración de respuestas satisfactorias a problemas complejos.

- Hacen posible manejar problemas secuencialmente más que simultáneamente.
- Mejoran la circulación de información.
- Proporcionan a los empleados de menor rango la oportunidad de contribuir a las actividades de desarrollo de su compañía.

Mumford (2000: 330) también se posiciona a favor de la formación de grupos en los que se mezclen distintas habilidades y perspectivas frente a composiciones homogéneas, como más idóneos para producir ideas más creativas y productos más innovadores.

Amabile (1998) señala que los estímulos a la creatividad pueden surgir dentro del mismo grupo a través de la diversidad en la formación de sus miembros, apertura mutua de ideas, desafío constructivo y compromiso compartido para el proyecto. La diversidad en los miembros y su apertura de ideas puede incidir sobre la creatividad al exponer a los individuos a una mayor variedad de ideas poco usuales.

Por tanto, en nuestro trabajo medimos el grado de utilización de equipos funcionales (ítem 51 del Anexo II), transfuncionales (ítem 52 del Anexo II) e internacionales (ítem 53 del Anexo II) para el desarrollo de las actividades de I+D.

3.1.5.5. Conocimientos y habilidades del personal de I+D

3.1.5.5.1. Habilidades del personal de I+D

Halls (1992) señala que las habilidades y el *know-how* de las personas están entre las cualidades más influyentes en la eficacia de las actividades de I+D. Lee *et al.* (1996) en su estudio acerca de dimensiones que influyen en el rendimiento de la I+D en compañías coreanas incluyen como criterio el nivel de habilidades del personal de I+D.

Di Benedetto (1999), en su estudio acerca de los factores que influyen en el éxito del lanzamiento de nuevos productos, considera las habilidades y recursos en I+D. Para valorar estas habilidades pide a los directivos con experiencia en el desarrollo de nuevos productos que muestren su grado de acuerdo con el nivel de habilidades del personal de I+D. En este trabajo utilizamos un ítem de valoración subjetiva acerca del nivel de habilidades del personal de I+D (ítem 40 del Anexo II).

3.1.5.5.2. Conocimientos transfuncionales del personal de I+D

Cordero (1999) propone un marco teórico basado en una aproximación orientada a procesos para dirigir a los profesionales de I+D. Este marco sugiere que los profesionales de I+D además de los conocimientos técnicos poseen otros conocimientos y habilidades (interpersonales, de gestión y transfuncionales) para lograr resultados de procesos en equipos transfuncionales. En este sentido, el autor destaca los conocimientos acerca de otras áreas distintas a la I+D (comercial, producción, etc), las habilidades de gestión (planificación, control, programación, presupuestación, asesoramiento al equipo, determinar recompensas y reconocimiento de los miembros y roles de liderazgo) y habilidades para las relaciones interpersonales. El autor aclara que este marco parece más útil para laboratorios de I+D en ambientes de negocio altamente competitivos que para aquellos laboratorios que realizan su actividad en ambientes de negocio tradicionales. Por tanto, este marco parece

más aplicable a industrias innovadoras que a industrias de producción en masa, también parece que está más dirigido a laboratorios de I+D que realizan investigación aplicada que a aquellos que se encargan de investigación básica. En línea con la aportación anterior en el presente trabajo utilizamos ítems para valorar la posesión de conocimientos de otras áreas (ítem 39 del Anexo II), las habilidades de gestión (ítem 41 del Anexo II) y las habilidades para el trabajo en equipo (ítem 42 del Anexo II).

3.1.5.5.3. Habilidades transculturales del personal de I+D

Cuando los equipos de trabajo se caracterizan por su diversidad demográfica, los científicos e ingenieros necesitan, además, cualidades de interacción transcultural (Farris y Cordero, 2003). En estos equipos es probable que las diferentes perspectivas culturales de sus miembros deriven en problemas de comunicación, por ejemplo por tener: diferentes definiciones de equipos de trabajo, diferentes razones para terminar un proyecto, dificultad de comunicaciones cara a cara. Para impedir el fracaso de los equipos, Fournier (2001) sugiere las siguientes medidas:

- Hacer la información explícita (no se puede confiar en un sentido compartido de la comprensión).
- Incrementar las oportunidades para contactos personales, construir confianza entre los miembros del equipo y trabajar para mejorar las comunicaciones entre miembros de equipos distribuidos.

En cuanto a la diversidad demográfica, existe evidencia de que favorece la creatividad y toma de decisiones al descubrir muchas más perspectivas cuando se analiza una cuestión (Cordero *et al.*, 1996; Ely & Thomas, 2001; Pelled & Adler, 1994). Sin embargo, también existe evidencia de que la diversidad demográfica puede generar conflicto y por tanto minar la creatividad y la toma de decisiones (Cordero *et al.*, 1996; Tsui *et al.*, 1992). Para evitar esta situación conflictiva los expertos recomiendan las siguientes medidas: programas de formación y educación, políticas organizacionales de diversidad amistosa, programas de tutorización y programas de desarrollo de carrera con igualdad de oportunidades (Wentling y Palma-Rivas, 1998).

En este trabajo incluimos un ítem para medir la habilidad del personal de I+D para entenderse con personal de otras nacionalidades y cultura (ítem 43 del Anexo II).

3.1.5.5.4. Habilidad para adaptarse a los cambios tecnológicos adoptados por la empresa

Lee *et al.* (1996) estiman que un criterio fundamental para el éxito en la implantación de las actividades de I+D es la adaptación del personal de I+D a los cambios tecnológicos que se produzcan en la firma. Souitaris (2002) incluye como una competencia organizacional que incide en la innovación tecnológica la circulación de nuevas ideas acerca de la tecnología para los empleados.

3.1.5.5.5. El ambiente organizacional y las actividades de I+D

El clima laboral, o el ambiente de trabajo, puede ser un predictor del rendimiento en las actividades de I+D de una firma. Así, Dunnengan *et al.* (1992) proponen que el ambiente

de trabajo tiene un efecto motivacional sobre el rendimiento innovador de una firma. Estos autores argumentan que un ambiente de trabajo adecuado puede reducir la incertidumbre y consecuentemente promocionar la creatividad. Concretamente, los autores citan tres formas en las que el clima laboral puede fomentar la creatividad:

- Proporcionándole una retroalimentación de su rendimiento que le permita comprender mejor el valor de su trabajo.
- Reconociendo la naturaleza y complejidad de la actividad científica, lo que proporcionará al empleado mayor autoestima.
- Fomentando los intercambios de información entre los miembros del grupo como una oportunidad para el aprendizaje.

Amabile (1998) incluyen como estímulos a la creatividad de los empleados de I+D el papel de los directores de proyecto o supervisores directos en áreas como: 1. Claridad de metas; 2. Interacciones abiertas entre supervisores y subordinados, y 3. Evaluaciones que soporten la creatividad (esto es una evaluación que valore nuevas ideas frente a una evaluación amenazadora, pues sólo así se mejoraría la motivación intrínseca, la cual a su vez incide en la creatividad).

3.1.5.6. Grado de implicación y participación del personal de I+D en la estrategia de la firma

La gestión estratégica de la I+D consiste en definir las estrategias y políticas de I+D de acuerdo con los objetivos y políticas de la compañía (Koksaldi e Iyigun, 2006).

Huang y Lin (2006) en una investigación en la industria de alta tecnología en Taiwan acerca de la incidencia de las prácticas de gestión en I+D en el rendimiento de las innovaciones incluye la participación del personal de I+D en la toma de decisiones estratégicas de I+D como un ítem para valorar la gestión de personal de la I+D. En línea con este trabajo incluimos el ítem «implicación en el desarrollo de políticas, planes y estrategias de la compañía (ítem 48 del Anexo II).

3.2. ANÁLISIS DE LA FIABILIDAD Y VALIDEZ DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA

Para la validación empírica del modelo de «BSC para la I+D» se eligió como población objeto de estudio las empresas del sector químico español. Según se obtiene de la Encuesta sobre Innovaciones Tecnológicas realizada por el INE en el periodo 2005-2007 del total de empresas industriales innovadoras, las empresas del sector químico supusieron el mayor porcentaje con un 61,50% (INE, 2008).

Los datos de las empresas que componen la muestra objeto de estudio se han obtenido de la base de datos SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos). Para delimitar las empresas que componen la muestra hemos utilizado el código CNAE-93 (Clasificación Nacional de Actividades Económicas). Dentro de esta clasificación nos hemos centrado en las empresas químicas excluyendo de la muestra a las empresas farmacéuticas (Código 244). Así nuestra muestra estaría representada por las siguientes actividades:

241. Fabricación de productos químicos básicos.
242. Fabricación de pesticidas y otros productos agroquímicos.

243. Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares.

245. Fabricación de jabones.

246. Fabricación de otros productos químicos.

247. Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.

Las empresas recogidas bajo los epígrafes anteriores ascendían a un total de 4.632. La depuración de la muestra se llevó a cabo atendiendo a los criterios que aparecen en la siguiente Tabla:

TABLA I
PROCEDIMIENTO DE ELECCIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO

| | <i>EMPRESAS</i> | <i>TOTALES</i> |
|------------------------------------|-----------------|----------------|
| Población | 4.632 | 4.632 |
| Extinguidas o en liquidación | 1.445 | 3.187 |
| Empresas comerciales | 1.549 | 1.638 |
| Empresas con menos de 20 empleados | 450 | 1.188 |
| Empresas imposibles de localizar | 121 | 1.067 |
| Cuestionarios incorrectos | 6 | 1.061 |

Para el envío de los cuestionarios se utilizó tanto el correo electrónico como el postal, obteniéndose las tasas de respuesta que aparecen en la Tabla 2.

TABLA II
FORMAS DE ENVÍO DEL CUESTIONARIO Y TASA DE RESPUESTA

| <i>MODO DE ENVÍO</i> | <i>CUESTIONARIOS RECIBIDOS</i> |
|----------------------|--------------------------------|
| Internet | 47 |
| Correo ordinario | 48 |
| Total (n=) | 95 |
| % muestra | 8,95 |

3.2.1. *Unidimensionalidad*

La unidimensionalidad hace referencia a que los distintos ítems del cuestionario estén relacionados con un solo dominio o dimensión del concepto que queremos medir. Así, para que un ítem o medida sea unidimensional ha de satisfacer dos condiciones (Hair *et al.*, 1992; Phillips y Bagozzi, 1986; Anderson y Gerbing, 1982):

1. Que esté asociado significativamente con una variable latente subyacente.
2. Que esté asociado con una y sólo una variable latente.

Para verificar esta propiedad utilizaremos el análisis factorial exploratorio (AFE)⁽⁸⁾. Se trata de un método analítico que se utiliza para resumir un grupo de indicadores empíricos

(8) Las técnicas empleadas normalmente para comprobar la unidimensionalidad de una escala son el análisis factorial exploratorio (AFE) y el análisis factorial confirmatorio (AFC). La diferencia entre ellas estriba en que en el primer caso el investigador no parte con ninguna hipótesis previa acerca de los factores que resumen las variables observadas, mientras que en la segunda aproximación el investigador dispone de alguna hipótesis (basada en la teoría y/o en investigaciones empíricas previas) acerca de las variables latentes) (Martínez, 1995; O'Leary-Kelly y Vokurka, 1998).

en un conjunto más pequeño de factores compuestos o variables latentes, con una pérdida de información mínima (Hair *et al.*, 1992). En este trabajo utilizamos el método de factorización de análisis de componentes principales y el criterio de Kaiser para determinar el número de factores a extraer⁽⁹⁾.

Respecto a la idoneidad de utilizar el análisis factorial, hemos de asegurarnos en primer lugar de que exista cierto grado de multicolinealidad, pues el objetivo es identificar series de variables interrelacionadas. Una visualización de la matriz de correlaciones momento-producto de Pearson basta para comprobar que hay un número sustancial de correlaciones mayores que 0,30 para un nivel de significación de $p = 0,01$, justificando por tanto la aplicación del análisis factorial (Hair *et al.*, 1992).

Otras dos pruebas para determinar si el análisis factorial es apropiado son el test de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y el test de esfericidad de Barlett. El primer estadístico puede variar entre 0 y 1, indicando valores menores de 0,5 que no debe utilizarse el análisis factorial con los datos muestrales que se están analizando, debido a que las correlaciones entre los pares de variables no pueden ser explicadas por otras variables. Respecto al segundo estadístico sigue una distribución Chi-cuadrado (X^2) y trata de rechazar la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones observadas es en realidad una matriz identidad. Si el nivel de significación es mayor que 0,05 no podremos rechazar la hipótesis nula de esfericidad y por lo tanto, no podremos asegurar que el modelo factorial sea adecuado para explicar los datos. En nuestro trabajo ambos estadísticos nos proporcionan resultados que aconsejan la realización de un análisis factorial.

TABLA III
TEST DE ADECUACIÓN MUESTRAL Y TEST DE ESFERICIDAD

| | | |
|--|-------------------------|-----------|
| Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin. | | 0,625 |
| Prueba de esfericidad de Bartlett | Chi-cuadrado aproximado | 1.841,114 |
| | gl. | 780 |
| | Sig. | 0,000 |

KMO y prueba de Bartlett.

Con la solución inicial se obtienen trece factores que explican el 76,667% de la varianza de los datos.

TABLA IV
VARIANZA TOTAL EXPLICADA POR CADA FACTOR

| COMPONENTE | AUTOVALORES INICIALES | | | SUMAS DE LAS SATURACIONES AL | | | SUMA DE LAS SATURACIONES AL | | |
|------------|-----------------------|------------------|-------------|------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------------|
| | Total | % de la varianza | % acumulado | Total | % de la varianza | % acumulado | Total | % de la varianza | % acumulado |
| 1 | 7,258 | 18m144 | 18,144 | 7,258 | 18,144 | 18,144 | 4,203 | 10,508 | 10,508 |

(Continúa pág. sig.)

(9) Este criterio selecciona aquellos factores cuyos autovalores (eigenvalues) sean mayores o iguales a la unidad.

TABLA IV (cont.)
VARIANZA TOTAL EXPLICADA POR CADA FACTOR

| COMPONENTE | AUTOVALORES INICIALES | | | SUMAS DE LAS SATURACIONES AL | | | SUMA DE LAS SATURACIONES AL | | |
|------------|-----------------------|------------------|-------------|------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------------|-------------|
| | Total | % de la varianza | % acumulado | Total | % de la varianza | % acumulado | Total | % de la varianza | % acumulado |
| 2 | 3,989 | 9,974 | 28,118 | 3,989 | 9,974 | 28,118 | 3,716 | 9,289 | 19,798 |
| 3 | 3,344 | 8,359 | 36,477 | 3,344 | 8,359 | 36,477 | 3,116 | 7,790 | 27,588 |
| 4 | 2,631 | 6,577 | 43,054 | 2,631 | 6,577 | 43,054 | 2,305 | 5,761 | 33,349 |
| 5 | 2,084 | 5,210 | 48,264 | 2,084 | 5,210 | 48,264 | 2,226 | 5,565 | 38,914 |
| 6 | 2,016 | 5,040 | 53,303 | 2,016 | 5,040 | 53,303 | 2,222 | 5,554 | 44,468 |
| 7 | 1,768 | 4,420 | 57,724 | 1,768 | 4,420 | 57,724 | 2,220 | 5,549 | 50,017 |
| 8 | 1,586 | 3,964 | 61,688 | 1,586 | 3,964 | 61,688 | 2,114 | 5,284 | 55,301 |
| 9 | 1,506 | 3,765 | 65,453 | 1,506 | 3,765 | 65,453 | 2,042 | 5,105 | 60,406 |
| 10 | 1,335 | 3,338 | 68,791 | 1,335 | 3,338 | 68,791 | 1,960 | 4,901 | 65,307 |
| 11 | 1,112 | 2,779 | 71,570 | 1,112 | 2,779 | 71,750 | 1,659 | 4,145 | 69,451 |
| 12 | 1,032 | 2,580 | 74,150 | 1,032 | 2,580 | 74,150 | 1,551 | 3,879 | 73,330 |
| 13 | 1,007 | 2,517 | 76,667 | 1,007 | 2,517 | 76,667 | 1,335 | 3,337 | 76,667 |

Para la transformación de los factores se utiliza el método de rotación Varimax (transformación ortogonal)⁽¹⁰⁾. Para la selección de los ítems que van a formar parte de un factor determinado se utiliza el criterio de Stevens (1992), según el cual se aceptan aquellas variables que muestren al menos un 15% de varianza común con el factor, lo que supondría saturaciones de al menos 0,4. Se han obtenido 13 factores latentes y dentro de cada dimensión una serie de variables, tal como se puede apreciar en la Tabla V.

TABLA V
MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS (ROTACIÓN VARIMAX)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|---------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| BENEF | 0,115 | 0,394 | 0,060 | 0,142 | -0,035 | 0,765 | 0,027 | -0,039 | 0,039 | 0,030 | 0,008 | 0,142 | -0,092 |
| RFIN | 0,101 | 0,193 | 0,080 | 0,070 | -0,027 | 0,816 | 0,160 | 0,009 | 0,001 | 0,031 | 0,179 | 0,133 | 0,062 |
| VTAS | -0,055 | 0,812 | -0,016 | 0,057 | -0,008 | 0,233 | -0,100 | -0,140 | 0,073 | 0,082 | -0,070 | -0,060 | 0,141 |
| CUOTA | 0,077 | 0,822 | 0,055 | 0,008 | 0,094 | 0,252 | -0,019 | -0,034 | 0,009 | -0,035 | -0,118 | 0,013 | 0,066 |
| SATISF | 0,202 | 0,543 | 0,029 | 0,095 | -0,330 | 0,014 | -0,042 | -0,013 | 0,067 | 0,037 | 0,344 | 0,000 | 0,335 |
| PERCEP | 0,193 | 0,752 | 0,088 | 0,019 | 0,002 | 0,041 | 0,167 | 0,001 | -0,100 | -0,026 | 0,259 | -0,017 | -0,023 |
| Posic. | 0,153 | 0,754 | 0,211 | 0,075 | 0,022 | 0,077 | 0,187 | 0,093 | -0,102 | -0,099 | 0,034 | 0,183 | -0,175 |
| TCREADA | 0,036 | 0,046 | 0,109 | 0,001 | -0,048 | -0,012 | 0,138 | 0,222 | 0,828 | -0,050 | 0,080 | 0,146 | 0,070 |
| TCOMPRA | -0,045 | 0,059 | 0,020 | -0,004 | 0,027 | 0,006 | 0,037 | -0,112 | -0,880 | 0,030 | 0,020 | 0,151 | 0,108 |

(Continúa pág. sig.)

(10) Este método trata de simplificar las columnas de la matriz de factores, pues tiende a haber altas cargas factoriales, esto es, cercanas a +1 ó -1 y algunas cercanas a 0, indicando una clara asociación positiva o negativa entre la variable y el factor en el primer caso y la ausencia de correlación en el segundo caso (Hair *et al.*, 1999).

TABLA V (cont.)
MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS (ROTACIÓN VARIMAX)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>RTCREADA</i> | 0,115 | -0,007 | 0,081 | -0,075 | 0,101 | 0,162 | 0,011 | 0,325 | 0,247 | 0,078 | 0,146 | 0,779 | -0,088 |
| <i>RTCOMPRA</i> | 0,136 | 0,100 | -0,106 | 0,229 | -0,005 | 0,054 | -0,008 | -0,174 | -0,380 | 0,033 | -0,086 | 0,731 | 0,102 |
| <i>INNPROD</i> | 0,135 | 0,019 | -0,231 | -0,019 | 0,118 | -0,003 | -0,110 | 0,832 | 0,163 | 0,104 | -0,005 | 0,007 | 0,020 |
| <i>INNPROC</i> | -0,025 | -0,130 | -0,154 | 0,153 | 0,026 | 0,034 | 0,001 | 0,837 | 0,175 | 0,079 | 0,168 | 0,072 | -0,004 |
| <i>INCPATEN</i> | -0,092 | 0,284 | 0,175 | 0,129 | -0,064 | 0,206 | 0,344 | 0,273 | -0,031 | -0,346 | 0,201 | 0,021 | 0,298 |
| <i>PRESUP</i> | 0,271 | -0,068 | 0,022 | 0,325 | 0,049 | 0,097 | -0,522 | 0,080 | 0,086 | 0,157 | 0,199 | -0,068 | -0,104 |
| <i>COMUNIC</i> | 0,225 | 0,000 | 0,136 | 0,768 | -0,124 | 0,007 | -0,078 | 0,079 | -0,006 | 0,017 | -0,107 | 0,185 | 0,000 |
| <i>INF</i> | 0,065 | -0,036 | 0,349 | 0,575 | 0,188 | 0,221 | 0,093 | -0,078 | 0,164 | -0,102 | -0,058 | 0,114 | 0,209 |
| <i>COORD</i> | 0,336 | 0,140 | 0,147 | 0,657 | 0,143 | 0,040 | 0,131 | 0,019 | 0,079 | 0,213 | 0,071 | -0,050 | -0,194 |
| <i>REGEXT</i> | -0,103 | 0,241 | 0,151 | 0,574 | 0,008 | 0,025 | 0,250 | 0,164 | -0,242 | 0,116 | -0,028 | -0,176 | -0,005 |
| <i>Incgastos</i> | -0,041 | 0,201 | 0,220 | 0,144 | 0,011 | 0,019 | 0,768 | -0,026 | 0,101 | 0,011 | 0,200 | 0,089 | -0,004 |
| <i>INFRA</i> | 0,254 | 0,183 | -0,027 | -0,031 | 0,000 | 0,576 | -0,158 | 0,164 | -0,086 | 0,216 | -0,313 | -0,116 | 0,044 |
| <i>CALIDAD</i> | 0,190 | 0,284 | 0,240 | 0,281 | 0,241 | -0,124 | 0,119 | 0,203 | -0,072 | 0,543 | 0,022 | -0,019 | -0,083 |
| <i>PCALIDAD</i> | 0,305 | -0,050 | 0,243 | 0,366 | 0,033 | -0,115 | -0,095 | 0,026 | 0,015 | 0,664 | -0,012 | 0,148 | 0,062 |
| <i>ALIANZAS</i> | -0,079 | 0,131 | 0,844 | 0,148 | 0,133 | 0,020 | 0,039 | -0,146 | 0,101 | 0,100 | 0,032 | 0,083 | 0,029 |
| <i>COMP</i> | 0,134 | 0,028 | 0,884 | 0,146 | 0,068 | 0,075 | 0,071 | -0,060 | -0,110 | 0,050 | 0,109 | -0,134 | 0,033 |
| <i>FILOS</i> | 0,046 | 0,115 | 0,884 | 0,158 | 0,086 | 0,048 | 0,107 | -0,174 | 0,089 | 0,069 | -0,008 | 0,028 | -0,006 |
| <i>INCPERS</i> | 0,232 | -0,094 | 0,038 | 0,144 | 0,262 | 0,109 | 0,734 | -0,061 | 0,102 | 0,102 | -0,104 | -0,150 | -0,033 |
| <i>CONTRANS</i> | 0,507 | -0,291 | -0,137 | 0,123 | -0,058 | 0,033 | -0,178 | -0,065 | -0,130 | 0,029 | 0,240 | 0,093 | -0,091 |
| <i>HABILI</i> | 0,704 | 0,116 | 0,063 | 0,084 | 0,259 | 0,009 | -0,023 | 0,171 | 0,065 | 0,056 | 0,114 | 0,003 | -0,361 |
| <i>HGESTION</i> | 0,681 | -0,145 | 0,151 | 0,082 | 0,159 | 0,017 | -0,148 | 0,086 | 0,085 | 0,162 | 0,217 | 0,036 | -0,407 |
| <i>HEQUIPOS</i> | 0,772 | 0,061 | -0,063 | 0,199 | -0,015 | 0,082 | 0,198 | 0,069 | 0,059 | -0,080 | -0,039 | -0,110 | 0,010 |
| <i>HTRANS</i> | 0,704 | 0,145 | 0,167 | 0,038 | 0,161 | 0,059 | -0,130 | 0,085 | 0,073 | -0,072 | -0,158 | 0,127 | 0,046 |
| <i>EXNAC</i> | 0,095 | 0,030 | 0,141 | 0,025 | 0,885 | -0,028 | 0,070 | 0,047 | -0,038 | 0,169 | -0,018 | 0,025 | 0,020 |
| <i>EXEXT</i> | 0,119 | -0,016 | 0,115 | 0,045 | 0,899 | 0,001 | 0,058 | 0,046 | -0,010 | -0,001 | 0,052 | 0,036 | 0,013 |
| <i>CAMBIOST</i> | 0,639 | 0,208 | -0,107 | -0,016 | -0,056 | -0,094 | -0,002 | -0,118 | -0,064 | 0,075 | 0,256 | 0,159 | 0,321 |
| <i>RELPERS</i> | 0,765 | 0,240 | -0,011 | 0,026 | 0,003 | 0,187 | 0,069 | -0,049 | -0,011 | 0,157 | -0,047 | 0,095 | 0,060 |
| <i>IMPLIC</i> | 0,493 | 0,042 | 0,173 | 0,244 | -0,072 | 0,218 | 0,273 | 0,019 | -0,057 | 0,256 | 0,097 | -0,009 | 0,336 |
| <i>ESTPERS</i> | -0,053 | -0,082 | -0,003 | -0,055 | 0,064 | 0,255 | 0,037 | 0,095 | -0,048 | 0,771 | 0,045 | 0,014 | -0,007 |
| <i>DFORM</i> | -0,051 | -0,082 | -0,084 | 0,340 | 0,101 | 0,042 | 0,324 | -0,277 | 0,412 | 0,117 | 0,239 | -0,040 | 0,338 |
| <i>EQFUNC</i> | 0,141 | 0,015 | -0,164 | 0,176 | -0,122 | -0,422 | 0,339 | 0,351 | 0,018 | 0,094 | -0,428 | 0,204 | 0,076 |
| <i>EQTRANS</i> | 0,166 | 0,116 | 0,071 | -0,077 | 0,015 | 0,038 | 0,040 | 0,196 | 0,085 | 0,045 | 0,805 | 0,054 | -0,017 |
| <i>EQINT</i> | -0,115 | 0,195 | 0,443 | -0,148 | 0,378 | -0,052 | -0,021 | 0,195 | -0,063 | -0,058 | -0,146 | 0,004 | 0,580 |

3.2.2. *Análisis de fiabilidad*

La fiabilidad es una propiedad psicométrica que asegura que repetidas aplicaciones de la escala proporcionarán resultados similares, independientemente del momento en que se realice la medición y de la forma en que se lleve a cabo. Dentro de la fiabilidad se engloban

la consistencia interna (grado en que los distintos indicadores que componen la escala están relacionados entre sí) y la estabilidad de la escala (los resultados obtenidos se mantienen consistentes a lo largo del tiempo).

En el presente trabajo vamos a analizar el grado de correlación entre todos los ítems para cada dimensión o variable latente, calculando el coeficiente alfa de Cronbach⁽¹¹⁾. Seguidamente se han calculado los coeficientes para cada ítem con objeto de comprobar en qué medida cada ítem contribuye a la fiabilidad de la escala y si la eliminación de alguno de ellos mejora sensiblemente el coeficiente alfa de cada variable latente. En la Tabla VI podemos observar estos cálculos.

TABLA VI
IDENTIFICACIÓN DE FACTORES Y ANÁLISIS DE FIABILIDAD

| <i>FACTORES</i> | <i>ITEMS</i> | <i>Alpha inter ítem</i> | <i>Alpha si se elimina el ítem</i> |
|--|---|-------------------------|------------------------------------|
| F1: Conocimientos y habilidades para trabajar en equipos transfuncionales | CONTRANS: Conocimientos transfuncionales | 0,8537 0,8623 | 0,8623 |
| | HABIL: Habilidades del personal | | 0,8161 |
| | HGESTION: Habilidades de gestión | | 0,8221 |
| | HEQUIPOS: Habilidades trabajo en equipo | | 0,8237 |
| | HTRANS: Habilidades de interacción transcultural | | 0,8325 |
| | CAMBIOS: Adaptación a los cambios tecnológicos | | 0,8410 |
| | RELPER: Relaciones personales | | 0,8343 |
| F2: Resultados comerciales debidos a la aplicación de los resultados de la I+D | VTAS: Grado de incremento de las ventas por la aplicación de los resultados de la I+D | 0,8325 | 0,7963 |
| | CUOTA: Grado de incremento de la cuota de mercado derivado de la aplicación de los resultados de la I+D | | 0,7808 |
| | SATISF: Incremento de la satisfacción del cliente debido a la aplicación de los resultados de la I+D | | 0,8280 |
| | PERCEP: Mejora en la percepción de los clientes sobre los productos por la aplicación de los resultados de I+D | | 0,7818 |
| | POSIC: Mejora del posicionamiento global de la empresa respecto a sus competidores debido a la aplicación de los resultados de la I+D | | 0,8048 |
| F3: Identificación de oportunidades para establecer alianzas y grado de explotación de competencias claves de los socios | ALIANZAS: Identificación de oportunidades para establecer alianzas | 0,9299 | 0,9161 |
| | COMP: Grado de cooperación para explotar competencias claves | | 0,9142 |
| | FILOSOF: Grado de mantenimiento de una filosofía innovadora por medio de alianzas | | 0,8623 |
| F4: Grado de experiencia profesional del personal de I+D | EXNAC: Grado de experiencia previa en otras compañías nacionales de I+D | 0,8523 | |
| | EXEXT: Grado de experiencia previa en otras compañía extranjeras de I+D | | |

(Continúa pág. sig.)

(11) El alfa de Cronbach es el método utilizado para medir la fiabilidad cuando se entiende como consistencia interna. Su valor varía entre 0 y 1, aumentando la consistencia interna conforme se incrementa su valor. Sus valores mínimos dependen del tipo de investigación, así las recomendaciones de Nunally (1987) y Peterson (1994) son de un mínimo de 0,7 para la investigación preliminar, 0,8 para la investigación básica y 0,9 para la investigación aplicada (Sánchez y Sarabia, 1999: 370).

TABLA VI (cont.)
IDENTIFICACIÓN DE FACTORES Y ANÁLISIS DE FIABILIDAD

| <i>FACTORES</i> | <i>ITEMS</i> | <i>Alpha inter ítem</i> | <i>Alpha si se elimina el ítem</i> |
|---|---|-------------------------|------------------------------------|
| F5: Éxito en la consecución de resultados financieros procedentes de la aplicación de los resultados de la I+D | <i>BENEF</i> : Grado de incremento de los beneficios debidos a la aplicación de los resultados de la I+D | 0,7248 0,8446 | 0,4603 |
| | <i>RFIN</i> : Grado de incremento de la rentabilidad financiera por la aplicación de los resultados de la I+D | | 0,5760 |
| | <i>INFRA</i> : Rendimientos de las infraestructuras de I+D en relación a su coste | | 0,8446 |
| F6: Grado de comunicación y coordinación entre el departamento de I+D y los departamentos de producción y marketing | <i>COMUNIC</i> : Grado de comunicación al personal de I+D de las actividades a realizar | 0,7054 0,7132 | 0,5942 |
| | <i>INF</i> : Grado de suministro de información del departamento de I+D al resto de departamentos | | 0,6535 |
| | <i>COORD</i> : Grado de coordinación entre las actividades realizadas en el departamento de I+D y las realizadas en los departamentos de producción y marketing | | 0,6027 |
| | <i>REGEXT</i> : Grado de influencia de la regulación externa en la determinación de los objetivos de I+D | | 0,7132 |
| F7: Esfuerzo en I+D | <i>INCGASTOS</i> : Crecimiento de los gastos en I+D respecto a los ingresos en los 3 últimos años | 0,6047 | — |
| | <i>INCPERS</i> : Incremento del personal de I+D respecto al volumen de nuevos proyectos | | — |
| F8: Innovación procedente de I+D | <i>INNPROD</i> : La innovación en productos procede de la I+D | 0,8278 | — |
| | <i>INNPROC</i> : La innovación en procesos procede de la I+D | | — |
| F9: Tecnología desarrollada | <i>TCREADA</i> : La tecnología es desarrollada por la empresa | | |
| F10: CALIDAD EN I+D | <i>CALIDAD</i> : Las actividades de I+D están sometidas a parámetros de medida de la calidad | 0,706 0,7533 | 0,5547 |
| | <i>PCALIDAD</i> : Grado de consecución de los parámetros de calidad establecidos para las actividades de I+D | | 0,5112 |
| | <i>IMPLIC</i> : Implicación desarrollo estrategia | | 0,7533 |
| F11: Equipos Transfuncionales | <i>EQTRANS</i> : Grado de utilización de equipos transfuncionales en las actividades de I+D | | |
| F12: Rendimiento de la tecnología | <i>RTCREADA</i> : Resultados de la Tecnología desarrollada por la empresa | 0,5563 | — |
| | <i>RTCOMPRA</i> : Resultados de la Tecnología comprada por la empresa | | — |
| F13: Equipos Internacionales | <i>EQUINT</i> : Grado de utilización de equipos internacionales | | |

Como puede observarse en la tabla anterior los ítems eliminados de la escala han sido: *INFRA* para la dimensión *F5*, *REGEXT* para la dimensión *F6* e *IMPLIC* en la dimensión *F10*. Hemos optado por no eliminar el ítem *CONTRANS* de la dimensión *F1*, pues entendemos que una mejora tan pequeña en la fiabilidad no justifica eliminar este ítem que es señalado en la literatura como fundamental para trabajar en equipos transfuncionales. Además teniendo en cuenta que los ítems *INCPATEN*, *PRESUP*, *EQFUNC* y *TCOMPRA* no saturaban en ningún factor, nos encontramos con una escala de «*BSC* para la I+D» compuesta por 33 ítems con un alfa de Cronbach de 0,8573.

3.2.3. *Análisis de la Validez de Criterio*

La validez de criterio se refiere al grado en que el instrumento de medida se relaciona del modo previsto teóricamente con otros constructos. En nuestro trabajo utilizaremos la validez de criterio concurrente para contrastar dos tipos de hipótesis:

- a) Hipótesis que relacionan el constructo *Balanced Scorecard* para la I+D con otras medidas de rendimiento.
H1a: Las empresas que obtienen mayor rendimiento en I+D (medido a través del *Balanced Scorecard*) son empresas que consiguen mayores beneficios netos.
- b) Hipótesis que relacionan las distintas perspectivas del *Balanced Scorecard* para la I+D entre sí.
H1b: La perspectiva de aprendizaje y crecimiento de la I+D influye directa y positivamente sobre la perspectiva de procesos.
H2b: La perspectiva de procesos influye directa y positivamente sobre la perspectiva de innovación de la I+D.
H3b: La perspectiva de innovación influye directa y positivamente sobre la perspectiva de resultados comerciales de la I+D.
H4b: La perspectiva de resultados comerciales de la I+D influye directa y positivamente sobre la perspectiva de resultados financieros de la I+D.

Para contrastar la primera hipótesis tomamos como referencia una medida del rendimiento organizativo validada por Henri (2006) que está compuesta por tres ítems: cifra neta de negocios, beneficio y *ROI*. En nuestro trabajo se ha calculado la correlación del constructo *Balanced Scorecard* para la I+D con el ítem beneficio neto referido al año 2006. Asimismo, se ha calculado la correlación entre el constructo *Balanced Scorecard* para la I+D y otras medidas de rendimiento incluidas en el cuestionario. Como puede observarse en la matriz de correlaciones (Tabla VII), entre la puntuación del constructo *BSC* para la I+D y el beneficio neto existe una correlación de 0,109, si bien no es significativa. Por otra parte, a partir del análisis factorial de las medidas de rendimiento (Tablas VIII y IX) se puede comprobar que el beneficio neto formaría parte de un factor (*F4*), mientras que los tres factores restantes estarían compuestos por los siguientes ítems:

- *F1*: Ratios financieros, Número de publicaciones, Número de patentes y Autoevaluaciones
- *F2*: Porcentaje de proyectos exitosos y Porcentaje de proyectos terminados a tiempo.
- *F3*: *BSC* y Otras formas de Evaluación.

Respecto al segundo grupo de hipótesis, procedemos a calcular la matriz de correlaciones entre las puntuaciones parciales correspondientes a cada perspectiva del *Balanced Scorecard* para la I+D (Tabla X). Sólo las relaciones entre las perspectivas aprendizaje y crecimiento y procesos y entre las perspectiva comercial y financiera tienen una correlación positiva y significativa al nivel de 0,01 de 0,573 y 0,375 respectivamente, lo que viene a confirmar las hipótesis *H1b* y *H4b*. En las otras relaciones existe correlación positiva pero no significativa. La explicación de estos resultados puede estar en la variación que hicimos del modelo de *Balanced Scorecard* de Kaplan y Norton (1991, 1992), separando la

perspectiva de innovación de la perspectiva de procesos tradicional de Kaplan y Norton (1992, 1996, 2001). Así, a continuación calculamos la matriz de correlaciones entre las puntuaciones parciales de cada perspectiva, incluyendo la de innovación en la de procesos (llamaremos a esta perspectiva procesoinno. Tabla XI). En este último caso, las relaciones serían las siguientes:

| Hipótesis | Efecto sugerido | Coef. Correlación | soportada |
|------------------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| H1: A y C → procesoinno | + | 0,618 ** | si |
| H2: Procesoinno → clientes | + | 0,205 * | si |
| H3: Clientes → Financiera | + | 0,375 ** | si |
| H4: Procesoinno → Financiera | + | 0,227 * | si |

** La correlación es significativa al nivel de 0,01.

* La correlación es significativa al nivel de 0,05.

Por tanto, las relaciones entre las perspectivas del *BSC* para la I+D se representarían de la siguiente forma:

GRÁFICO 2
RELACIONES ENTRE LAS PERSPECTIVAS DEL *BALANCE SCORECARD* PARA LA I+D

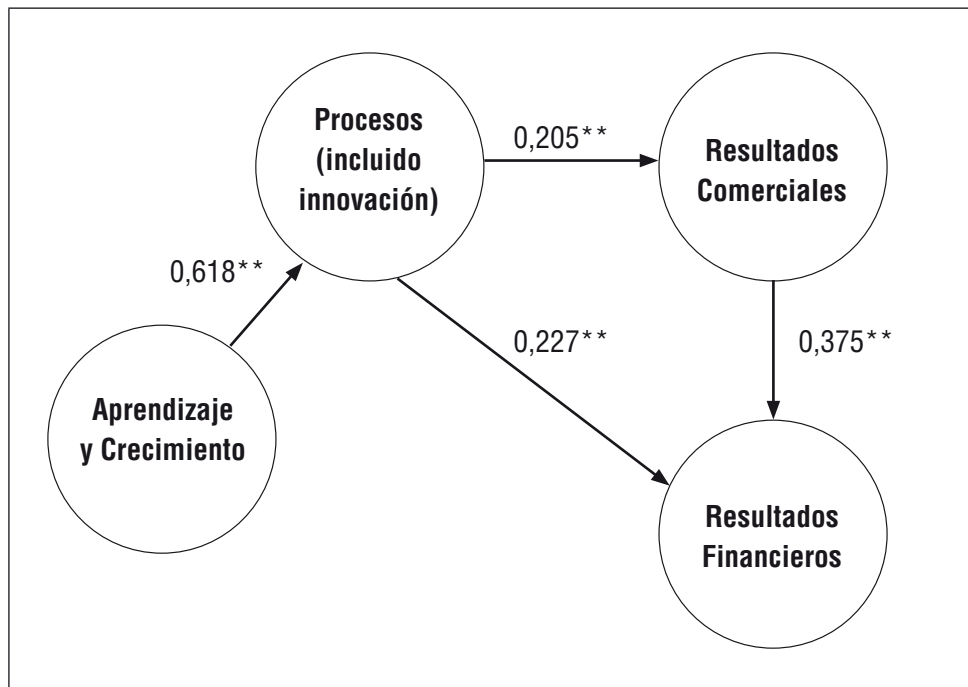


TABLA VII
CORRELACIONES ENTRE LA PUNTUACIÓN DEL CONSTRUCTO *BSC* PARA LA I+D
Y OTRAS MEDIDAS DE RENDIMIENTO INCLUIDAS EN EL CUESTIONARIO
CORRELACIONES

| | <i>BN2006</i> | <i>RATFIN</i> | % <i>proye.</i> | % <i>proyt.</i> | <i>NPATEN</i> | <i>NPUB</i> | <i>BSC</i> | <i>AUTO</i> | <i>OTRAS</i> | <i>BSC I+D</i> |
|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------|------------|-------------|--------------|----------------|
| <i>BN2006</i> | 1 | 0,013 | -0,003 | -0,140 | 0,096 | 0,103 | -0,054 | -0,138 | 0,203* | 0,108 |
| <i>RATFIN</i> | | 1 | 0,308 ** | 0,048 | 0,279 ** | 0,215 * | 0,275 ** | 0,143 | -0,053 | 0,022 |
| % <i>proye.</i> | | | 1 | 0,403 ** | 0,110 | 0,048 | 0,062 | 0,057 | -0,012 | 0,029 |
| % <i>proyt.</i> | | | | 1 | 0,125 | 0,027 | -0,064 | 0,026 | -0,122 | 0,156 |
| <i>NPATEN</i> | | | | | 1 | 0,326 ** | 0,263 | 0,204 | -0,073 | 0,042 |
| <i>NPUB</i> | | | | | | 1 | -0,035 | 0,151 | -0,066 | 0,005 |
| <i>BSC</i> | | | | | | | 1 | 0,221* | 0,239* | 0,078 |
| <i>AUTO</i> | | | | | | | | 1 | -0,099 | 0,074 |
| <i>OTRAS</i> | | | | | | | | | 1 | 0,061 |
| <i>BSC I+D</i> | | | | | | | | | | 1 |

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

TABLA VIII
ANÁLISIS FACTORIAL DE LAS MEDIDAS DE RENDIMIENTO
(VARIANZA TOTAL EXPLICADA POR CADA FACTOR)

VARIANZA TOTAL EXPLICADA

| <i>COMPONENTE</i> | <i>AUTOVALORES INICIALES</i> | | | <i>SUMAS DE LAS SATURACIONES AL CUADRADO DE LA EXTRACCIÓN</i> | | | <i>SUMA DE LAS SATURACIONES AL CUADRADO DE LA ROTACIÓN</i> | | |
|-------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|---|-------------------------|--------------------|--|-------------------------|--------------------|
| | <i>Total</i> | % <i>de la varianza</i> | % <i>acumulado</i> | <i>Total</i> | % <i>de la varianza</i> | % <i>acumulado</i> | <i>Total</i> | % <i>de la varianza</i> | % <i>acumulado</i> |
| 1 | 1,977 | 21,962 | 21,962 | 1,977 | 21,962 | 21,962 | 1,676 | 18,626 | 18,626 |
| 2 | 1,448 | 16,092 | 38,053 | 1,448 | 16,092 | 38,053 | 1,475 | 16,391 | 35,017 |
| 3 | 1,210 | 13,448 | 51,501 | 1,210 | 13,448 | 51,501 | 1,386 | 15,404 | 50,421 |
| 4 | 1,197 | 13,299 | 64,800 | 1,197 | 13,299 | 64,800 | 1,294 | 14,379 | 64,800 |
| 5 | 0,819 | 9,099 | 73,899 | | | | | | |
| 6 | 0,732 | 8,139 | 82,038 | | | | | | |
| 7 | 0,701 | 7,789 | 89,827 | | | | | | |
| 8 | 0,467 | 5,189 | 95,016 | | | | | | |
| 9 | 0,449 | 4,984 | 100,000 | | | | | | |

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

TABLA IX
ANÁLISIS FACTORIAL DE LAS MEDIDAS DE RENDIMIENTO (MATRIZ DE COMPONENTES ROTADOS)

Matriz de componentes rotados^a

| | <i>COMPONENTE</i> | | | |
|----------|-------------------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| BN2006 | 0,267 | -0,112 | 0,022 | 0,790 |
| RATFIN | 0,509 | 0,325 | 0,342 | -0,064 |
| % proye. | 0,113 | 0,841 | 0,128 | 0,061 |
| %.proyt. | -0,001 | 0,790 | -0,172 | -0,124 |
| NPATEN | 0,728 | 0,099 | 0,169 | -0,055 |
| NPUB | 0,772 | -0,049 | -0,221 | 0,098 |
| BSC | 0,158 | -0,013 | 0,843 | -0,198 |
| AUTO | 0,371 | -0,084 | 0,231 | -0,586 |
| OTRAS | -0,207 | -0,076 | 0,617 | 0,501 |

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

^a La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

TABLA X
CORRELACIONES ENTRE LAS PERSPECTIVAS DEL BSC PARA LA I+D

Correlaciones

| | <i>AYC</i> | <i>PROCESOS</i> | <i>INNOVACIÓN</i> | <i>COMERCIAL</i> | <i>FRO.</i> |
|-------------------|------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------|
| <i>AYC</i> | 1 | 0,573** | 0,274** | 0,151 | 0,064 |
| <i>PROCESOS</i> | | 1 | 0,075 | 0,164 | 0,197 |
| <i>INNOVACIÓN</i> | | | 1 | 0,146 | 0,128 |
| <i>COMERCIAL</i> | | | | 1 | 0,375** |
| <i>FRO.</i> | | | | | 1 |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

TABLA XI
CORRELACIONES ENTRE LAS PERSPECTIVAS DEL BSC PARA LA I+D (INCLUYENDO INNOVACIÓN EN PROCESOS)

Correlaciones

| | <i>AYC</i> | <i>proceinno</i> | <i>COMERCIAL</i> | <i>FRO.</i> |
|------------------|------------|------------------|------------------|-------------|
| <i>AYC</i> | 1 | 0,618** | 0,151 | 0,064 |
| <i>proceinno</i> | | 1 | 0,205* | 0,227* |
| <i>COMERCIAL</i> | | | 1 | 0,375** |
| <i>FRO.</i> | | | | 1 |

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

4. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido mostrar todas las evidencias posibles con el propósito de validar una escala de medida del *Balance Scorecard* para las actividades de I+D en empresas del sector químico.

La escala ha sido validada en su contenido a través de la revisión bibliográfica. En esta primera fase de validación se ha llegado a un total de 42 ítems (Tablas A a E del Anexo), y han sido emparejados a cada una de las dimensiones que se eligieron de acuerdo con la literatura consultada y el juicio de una serie de expertos. Asimismo, esta primera fase nos ha servido para hacer una adecuación del test a la escala a validar.

Posteriormente, se aportan evidencias sobre la unidimensionalidad de la escala, demostrando que existen trece factores que aportan datos independientes a la escala, o subconstructos. Posteriormente, se ha calculado la fiabilidad de la escala a través de la obtención del α de Cronbach, tanto para la escala en su conjunto, como para cada uno de los factores, demostrándose un alto índice de fiabilidad en ambos casos. Asimismo, en este proceso se han eliminado aquellos ítems que disminuían los índices de fiabilidad de cada subconstructo.

Respecto a la correlación positiva, pero no significativa entre la medición del rendimiento de la I+D utilizando el *Balanced Scorecard* y la obtención de mayores beneficios netos, nos parecen interesantes las siguientes observaciones:

- El lapso temporal entre la realización de actividades de I+D y la creación de valor puede informarnos de que la cifra de beneficios netos tomada aún no incluye los efectos de estas actividades. Es nuestra intención en un futuro trabajo tomar los beneficios netos de los tres años posteriores.
- Quizás no sea adecuado plantear una relación directa entre la escala *BSC* para la I+D y medidas de rendimiento financiero como el Beneficio Neto y en su lugar sería más adecuado utilizar una medición indirecta tal como se plantea en el estudio de Henri (2006). La utilización de la metodología de ecuaciones estructurales nos permitiría medir mejor estas relaciones indirectas.

Se aportan, además, evidencias sobre las relaciones entre las perspectivas del *Balanced Scorecard* para la I+D, sugiriéndonos los resultados que en el caso del sector químico no está tan claro que la innovación proceda directamente de las actividades de I+D y que por tanto innovación tenga que ser considerada una perspectiva separada de la perspectiva de procesos. Esta evidencia empírica no ha sido reflejada en trabajos previos y es una aportación del presente trabajo que viene a rarificar el enfoque utilizado tanto por el *Balanced Scorecard* de Kaplan y Norton (1992, 1996, 2001), como por buena parte de los modelos de medición del Capital Intelectual citados anteriormente.

Para futuros trabajos nos planteamos utilizar los modelos de ecuaciones estructurales para profundizar en las relaciones causales entre las perspectivas de nuestro modelo de *Balanced Scorecard* para la I+D. Somos conscientes de la mayor riqueza informativa de este tipo de modelos al permitirnos al mismo tiempo estudiar el modelo de medida o la

vinculación de cada uno de los constructo latentes con sus variables observables, así como el modelo estructural o las relaciones entre los constructos latentes.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-KADER, M. G., y DUGDALE, D. 1998. Investment in Advanced Manufacturing Technology: A study of Practice in large U.K. Companies. *Management Accounting Research* 9 (3): 261-284.
- AMABILE, T. 1998. How to kill creativity. *Harvard Business Review* 76 (5): 76-87.
- ANDERSON, J. C., y GERBING, D. W. 1982. Some methods for respecifying measurement models to obtain unidimensional constructs measures. *Journal of Marketing Research* 19 (4): 453-460.
- ARMISTEAD, W. H. 1981. Research and development in large manufacturing corporations. *Research Management* 24 (6): 28-33.
- BERG, P.; LEINONEN, M., and PIHLAJAMAA, J. 2002. Assesment of quality and maturity level of R&D. *International Journal Production Economics* 78 (1): 29-35.
- BERGER CONSULTING. 2002. Innovation Management. Disponible en: <http://www.rolandberger.com> (consultado el 8 de mayo de 2004).
- BRANCH, B. 1974. Research and development activity and profitability: A distributed lag analysis. *Journal of Political Economy* 82 (5): 999-1011.
- BREMSER, W. G., y BARSKY, N. P. 2004. Utilizing the *Balance Scorecard* for R&D Performance Measurement. *R&D Management* 34 (3): 229-238.
- BRENNAN, L. 2001. Total Quality Management in a Research and Development Environment. *Integrated Manufacturing Systems* 12 (2): 94.
- BRENNER, M. S., y RUSHTON, B. M. 1989. Sales growth and R&D in the chemical industry. *Research Technology management* 32 (2): 8-14.
- BROOKING, A. 1996. *Intellectual Capital. Core Asset for the third Millenium Enterprise*. London: International Thomson Business Press, 1.^a Ed.
- BROWN, M. G. 1996. *Keeping Score: Using the Right Metrics to Derive World Class Performance*. Quality Resources. 902 Broadway. New York. NY 10010.
- BROWN, S. L., y EISENHARDT, K. M. 1995. Product Development: Past Research. Present Findings and Future Directions. *The Academy of Management Review* 20 (2): 343-378.
- BROWN, M. G., y SVENSON, R. A. 1998. Measuring R&D productivity. *Research Technology Management* 41 (6): 30-35.
- BUENO, E. 1998. El Capital Intangible como Clave Estratégica en la Competencia Actual. *Boletín de Estudios Económicos* 164: 207-229.
- CAÑIBANO, L.; GARCÍA-AYUSO, M.; SÁNCHEZ, P.; CHAMINADE, C.; OLEA, M., y ESCOBAR, C. G. 1999. *Medición de Intangibles. Discusión de los Indicadores seleccionados. Estudio de un caso español*. Comunicación presentada al X Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, Zaragoza.
- CHIESA, V., y FRATTINI, F. 2007. Exploring the differences in performance measurement between research and development: evidence from a multiple case study. *R&D Management* 37 (4): 283-301.
- CHIESA, V.; FRATTINI, F.; LAZZAROTTI, V., y MANZINI, R. 2009. Performance measurement in R&D: exploring the interplay between measurement objectives, dimensions of performance and contextual factors. *R&D Management* 39 (5): 488-519.

- CHRYSOCHOIDIS, G. M., y WONG, V. 2000. Customization of product technology and international new product success: Mediating effects of new product development and rollout timeliness. *The Journal of Product Innovation Management* 17: 268-285.
- COOMBS, R., y GÓMEZ-MEJIA, L. R. 1991. Cross-functional Pay Strategies in High-Technology Firms. *Compensation and Benefits Review* 23 (5): 40-48.
- COOPER, R. G. 1993. *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch*. Reading, Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company.
- CORDERO, R.; DITOMASO, N., y FARRIS, G. F. 1996. Gender and race/ethnic composition of technical work groups: relationship to creative productivity and morale. *Journal of Engineering Technology Management* 13 (3-4): 205-221.
- CORDERO, R. 1999. Developing the knowledge and skills of R&D Professionals to achieve process outcomes in cross-functional teams. *The Journal of High Technology Management Research* 10 (1): 61-78.
- CÓZAR ESCALANTE, J. M. 2005. Principio de precaución y medio ambiente. *Revista Española de Salud Pública* 79 (2): 113-144.
- CURTIS, C. C., y ELLIS, L. W. 1998. Satisfy customers while speeding R&D and staying profitable. *Research Technology Management* 41 (5): 23-27.
- DEWAR, R. D., y DUTTON, J. E. 1986. The adoption of radical and incremental innovations: An empirical analysis. *Management Science* 32 (11): 1422-1433.
- DEL MONTE, A., y PAPAGNI, E. 2003. R&D and the growth of firms: empirical analysis of a panel of Italian firms. *Research Policy* 32 (6): 1003-1014.
- DEMIRAG, I. S. 1998. Corporate Governance, Accountability, and Pressures to Perform: An international Study. *Studies in Managerial and Financial Accounting*, Vol. 8. London: JAI Press.
- DI BENEDETTO, C. A. 1999. Identifying the key success factors in new product launch. *Journal of Product Innovation Management* 16 (6): 530-544.
- DOWDELL, T. D., y PRESS, E. 2004. The impact of SEC Scrutiny on Financial Statement Reporting of In-process research and development expense. *Journal of Accounting and Public Policy* 23 (3): 227-244.
- DUNEGAN, K. J.; TIERNEY, P., y DUCHON, D. 1992. Perceptions of an innovate climate: examining the role of divisional affiliation, work group interaction and leader/subordinate exchange. *IEEE Transactions on Engineering Management* 39 (3): 227-236.
- EDVINSON, L. & MALONE, M. 1999. *El Capital Intelectual*. Barcelona: Gestión 2000.
- ELY, R. J., y THOMAS, D. A. 2001. Cultural Diversity at Work: The Effects of Diversity Perspectives on Work Group Processes and outcomes. *Administrative Science Quarterly* 46 (2): 229-273.
- ELIATL, H.; GOLANY, B., y SHITUB, A. 2006. R&D project evaluation: An integrated DEA and *Balance Scorecard* approach. *Omega The International Journal of Management Science* (36): 895-912.
- ERNST, H. 2001. Patent applications and subsequent changes on performance: evidence from time-series cross-section analyses on the firm level. *Research Policy* 30 (1): 143-157.
- EUROPEAN FOUNDATION FOR QUALITY MANAGEMENT. 2003. *Modelo EFQM de Excelencia. Versión para Grandes Empresas y Unidades de Negocio u Operativas*. Club de Gestión de Calidad.
- EUROPEAN INDUSTRIAL RESEARCH MANAGEMENT ASSOCIATION (EIRMA). 1995. *Effective Collaborative R&D*. Report of EIRMA Workshop VI. Paris. <http://www.eirma.asso.fr> (consultado 10 junio 2005).
- EIRMA. 1996. Core competences and R&D, European Industrial Research Management Institute. Paris. Workshop VII Report.
- EIRMA. 2004. *Effective Collaborative R&D and Knowledge Transfer*. Bruselas. Conference Report.

FARRIS, G. F., y CORDERO, R. 2003. What do we know about managing scientists and engineers: a review of recent literature. *Paper. Centre for Innovation Management Studies*.

FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G., y SAKAKIBARA, S. 1994. A Framework for quality management research and an associated measurement instrument. *Journal of Operations Research* 1 (4): 339-366.

FOURNIER, R. 2001. Teamwork is the key to Remote Development. *Info World March*: 48-50.

GALENDE DEL CANTO, J., y SUÁREZ GONZÁLEZ, I. 1998. Los Factores Determinantes de las Inversiones Empresariales en I+D. *Economía Industrial* 319: 63-76.

GARCÍA-VALDERRAMA, T., y MULERO-MENDIGORRI, E. 2005. Content Validation of a Measure of R&D effectiveness. *R&D Management* 35 (3): 311-331.

GARCÍA-VALDERRAMA, T.; MULERO-MENDIGORRI, E., y REVUELTA-BORDOY, D. 2008. A Balance Scorecard framework for R&D. *European Journal of Innovation Management* 11 (2): 241-281.

GEMSER, G., y LEENDERS, M. A. 2001. How integrating industrial design in the product development process impacts on company performance. *The Journal of Product Innovation Management* 18 (1): 28-38.

GUPTA, A.; RAJ, S. P., y WILEMON, D. 1987. Managing the R&D-Marketing interface. *Research Management* 30 (2): 38-43.

GUPTA, A. K.; WILEMON, D., y ATUAHENE-GIMA, K. 2000. Excelling in R&D. *Research Technology Management* 43 (3): 52-58.

HAGEDOORN, J., y CLOODT, M. 2003. Measuring innovative Performance: Is there and Advantage in using multiple Indicators? *Research Policy* 32 (8): 1365-1379.

HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R., y BLACK, W. 1999. *Análisis Multivariante*. Madrid: Prentice Hall.

HALL, B. 1987. The relationship between firm size and firm growth in the US Manufacturing sector. *Journal of Industrial Economics* 35 (4): 583-606.

HALLIDAY, R. G.; DRASDO, A. L.; LUMLEY, C. E., y WALKER, S. R. 1997. The allocation of resources for R&D in the world's leading pharmaceutical companies. *R&D Management* 27 (1): 63-77

HALLS, R. 1992. The Strategic Analysis of Intangible Resources. *Strategic Management Journal* 12 (2): 135-144.

HEIDENBERGER, K.; SCHILLINGER, A., y STUMMER, C. 2003. Budgeting for research and development: a dynamic financial simulation approach. *Socio-economic Planning Sciences* 37 (1): 15-27.

HENRI, F. 2006. Management control systems and strategy: A resource-based perspective. *Accounting, Organization and Society* 31 (6): 529-558.

HIRST, G., y MANN, L. 2004. A model of R&D leadership and team communication: The relationship with project performance. *R&D Management* 34 (2): 147-160.

HOYT, J., y GERLOFF, E. A. 2000. Organizational environment, changing economic conditions, and the effective supervision of technical personnel: a management challenge. *The Journal of High Technology Management Research* 10 (2): 275-293.

HSU, K. H. 2005. Using *Balance Scorecard* and Fuzzy Data Envelopment Analysis for Multinational R & D Project Performance Assessment. *The Journal of the American Academy of Business* 7 (1): 189-196.

HUANG, E., y LING, S-C. 2006. How R&D management practice affects innovation performance. *Industrial Management & Data Systems* 106 (7): 966-996.

IANSITI, M. 1997. From technological potential to product performance: an empirical analysis. *Research Policy*, 26 (3): 345-365

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). 2008. *Encuesta sobre innovación tecnológica de las empresas*. Madrid.

- KAHN, K., y MCDONOUGH, E. F. 1997. An empirical study of the relationships among co-location, integration, performance and satisfaction. *Journal of Product Innovation Management*, 14 (3): 161-178.
- KAPLAN, R. S., y NORTON, D. P. 1992. The Balance Scorecard measures that drive performance. *Harvard Business Review* 70 (1): 71-79.
- KAPLAN, R. S., y NORTON, D. P. 1996. Using the Balance Scorecard as a strategic management system. *Harvard Business Review* 74 (1): 75-85.
- KAPLAN, R. S., y NORTON, D. P. 2001. *The Strategy-Focused Organisation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- KERSSENS-VAN DRONGELEN, I. C., y COOK, A. 1997. Design principles for the development of measurement systems for research and development processes. *R&D Management* 27 (4): 345-359.
- KOKSALDI, S., e İYIGUN, I. 2006. A Framework for R&D Processes from Quality Management Perspective. *IEEE Xplore*. Marzo: 532-535.
- LEE, M.; SON, B., y LEE, H. 1996. Measuring R&D Effectiveness in Korean Companies. *Research Technology Management* 39 (6): 28-32.
- LEE, S-H.; WONG, P.-K., y CHONG, C.-L. 2005. Human and Social Capital Explanations for R&D Outcomes. *IEEE Transactions of Engineering Management* 52 (1): 59-68.
- LEENDERS, M., y WIERENGA, B. 2002. The effectiveness of different mechanisms for integrating marketing and R&D. *The Journal of Product Innovation Management* 19 (4): 305-317.
- LI, G., y DALTON, D. 2003. Balance Scorecard for I+D. *Pharmaceutical Executive* 23 (3): 84-90.
- LIN, C.; BERTRAM, T., y CHANG, S. 2002. The critical factors for technology absorptive capacity. *Industrial Management and Data Systems* 102 (6): 300-308.
- LOCH, C. H., y TAPPER, U. A. S. 2000. R&D Performance Measures that are linked to strategy. *Working Paper*.
- LÓPEZ-MIELGO, N.; MONTES PEÓN, J., y VÁZQUEZ ORDÁS, C. 2004. Fuentes tecnológicas para la innovación. Algunos datos para la industria española. *Revista Madrid*, 20 diciembre 2003-enero 2004.
- MALTZ, E.; SOUDER, W., y KUMAR, A. 2001. Influencing R&D/Marketing Integration and the use of market information by R&D managers: Intended and Unintended Effects of managerial actions. *Journal of Business Research* 52 (1): 69-82.
- MARTÍNEZ ARIAS, R. 1996. *Psicometría: Teoría de los Test Psicológicos y Educativos*. Madrid: Síntesis.
- MCDONOUGH III, E. F. 2000. Investigation of factors contributing to the success of Cross-Functional Teams. *Journal of Product Innovation Management* 17 (3): 221-235.
- McWILLIAMS, A., y SIEGEL, D. 2001. Corporate Social Responsibility: A Theory of the firm perspective. *Academy of Management Review* 26 (1): 117-127.
- MORBAY, G. K. 1988. R&D: Its relationship to company performance. *Journal of Product Innovation Management* 5 (2): 191-200.
- MORBAY, G. K., y REITHNER, R. M. 1990. How R&D affects sales growth, productivity and profitability. *Research Technology Management* 33 (3): 11-14.
- MORRISON, C. J., y SIEGEL, D. 1996. Scale and Aggregation effects in US Manufacturing: Evidence on returns to capital. *The Canadian Journal of Economics* 29 (2): 570-596.
- MUMFORD, M. D. 2000. Managing creative people: Strategies and Tactics for Innovation. *Human Resource Management Review* 10 (3): 313-351.
- NEJAD, J. B. 1997. Technological innovation in developing countries: Special reference to Iran. Ph. D. dissertation, University of Bradford.

- NEUFELD, G. A.; SIMEONI, P. A., y TAYLOR, M. A. 2001. High-performance research organizations. *Research Technology Management* 44 (6): 2-52.
- NUNALLY, J. C. 1987. *Teoría Psicométrica*. México: Trillas.
- OCDE. 1991. OCDE *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data* (Oslo Manual), DSTI/STII/IND/STO (91) 3, París.
- OCDE. 1996. *Main definitions and conventions for the measurement of research and experimental development. A summary of the Frascati manual 1993*. OCDE/GD(94) 84. París.
- OCDE. 2005. OCDE *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* (Oslo Manual). París.
- ODAGIRI, H. 1983. R&D expenditures, royalty payments, and sales growth in Japanese manufacturing corporations. *The Journal of Industrial Economics* 32 (1): 61-71.
- ODAGIRI, H., y IWATA, H. 1986. The impact of R&D on productivity increase in Japanese manufacturing companies. *Research Policy* 15 (1): 13-19.
- OJANEN, V., y VUOLA, O. (2006). Coping with the multiple dimensions of R&D performance analysis. *International Journal Technology Management* 33 (2-3): 1-12.
- O'LEARY-KELLY, S. W., y VOKURKA, R. J. 1998. The empirical assessment of construct validity. *Journal of Operations Management* 16 (4): 387-405.
- OLIVE, N.; ROY, J., y WETTER, M. 1999. *Performance Drivers: A Practical Guide to Using the Balance Scorecard*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- OMTA, S. W. F., y VAN ENGELEN, J. M. L. 1998. Preparing the 21st century. *Research Technology Management* 41 (1): 31-34.
- OSAMA, A. 2003. Multi-Attribute Strategy and Performance Architectures in R&D. Ph. D. dissertation, Pardee RAND Graduate School. Pittsburgh.
- PATTERSON, M. L. 1998. From experience: linking product innovation to business growth. *Journal of Product Innovation Management* 15 (5): 390-402.
- PEARSON, A. W.; NIXON, W. A., y KERSSSENS-VAN DRONGELEN, I. C. 2000. R&D as a business —what are the implications for performance measurement? *R&D Management* 30 (4): 355-366.
- PELLED, L. H., y ADLER, P. S. 1994. Antecedents of Intergroup Conflict in Multifunctional Product Development Teams: A Conceptual Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management* 41 (1): 21-28.
- PETERSON, R. A. 1994. A Meta-analysis of Cronbach's Coefficient Alpha. *Journal of Consumer Research* 21(2): 381-391.
- PHILLIPS, L. W., y BAGOZZI, R. P. 1986. On measuring organizational properties of distribution channels: methodologies issues in the use of key informants. *Research in Marketing* 8: 313-369.
- PRESLEY, A., y LILES, D. 2000. R&D validation planning: a methodology to link technical validations to benefits measurement. *R&D Management* 30 (1): 55-65.
- PULIDO SAN ROMÁN, A. 2005. Indicadores de calidad en la evaluación del profesorado universitario. *Estudios de Economía Aplicada* 23 (3): 667-684.
- QUELING, B. 2000. Core competences, R&D Management and Partnerships. *European Management Journal*, 18 (5): 476-487.
- ROOS, R., y ROOS, J. 1997. Measuring your Company's Intellectual Performance. *Long Range Planning* 30 (3): 413-426.
- ROOS, G. & ROOS, J.; EDVINSSON, L., y DRAGONETTI, N. C. 1997. *Intellectual Capital. Navigating in the new Business Landscape*. Londres: McMillan.

- SAKAKIBARA, S.; FLYNN, B. B., y SCHROEDER, R. G. 1993. A framework and measurement instrument for just-in-time manufacturing. *Production and Operations Management* 2 (3): 177-194.
- SÁNCHEZ PÉREZ, M., y SARABIA SÁNCHEZ, F. J. 1999. Validez y fiabilidad de escalas. En SARABIA SÁNCHEZ, F. J. (Eds.): *Metodología para la investigación en Marketing y Dirección de Empresas*. Madrid: Pirámide.
- SARAPH, J. V.; BENSON, P. G., y SCHROEDER, R. G. 1989. An instrument for measuring the critical factors of quality management. *Decision Sciences* 20 (4): 810-829.
- SHERMAN, J. D.; SOUDER, W. E., y JENSSEN, S. A. 2000. Differential effects of the primary forms of cross functional integration on product development cycle time. *The Journal of Product Innovation Management* 17 (4): 257-267.
- SMALL, M. H., y YASIN, M. M. 1997. Advanced manufacturing technology: Implementation policy and performance. *Journal of Operations Management* 15 (4): 349-370.
- SOUTTARIS, V. 2002. Firm-specific competencies determining technological innovation: a survey in Greece. *R&D Management* 32 (1): 61-77.
- STOJILKOVIC, M. 1998. *Measuring and Reporting Intangibles in a Management Control*. Master Thesis. Stockholm University.
- SVEIBY, R. 1997. *The New Organizational Wealth*. BSan Francisco, California: Berret-Koehler.
- SZAKONYI, R. 1994. Measuring R&D effectiveness. *Research Technology Management* 37 (2): 27-33.
- SWAN, J. A.; NEWEL, S., y ROBERTSON, M. 1999. Central agencies in the diffusion and design of technology: a comparison of the UK and Sweden. *Organizational Studies* 20 (6): 905-931.
- THE CONFERENCE BOARD. 1997. Communicating Corporate Performance: A Delicate Balance. *Special Report*, 97-1. New York.
- TRACEY, M.; VONDEREMSE, M., y LIM, J. S. 1999. Manufacturing Technology and Strategy Formulation: Keys to Enhancing Competitiveness and Improving Performance. *Journal of Operations Management* 17 (4): 411-428.
- TSUI, A. S.; EGAN, T. D., y O'REILLY III, C. A. 1992. Being Different: Relational Demography and Organizational Attachment. *Administrative Science Quarterly* 37 (4): 549-579.
- URRACA RUIZ, A. 1998. I+D y Recursos Alternativos a la Innovación en la Industria Española. *Economía Industrial* 319: 391-104.
- VEUGELERS, R., y CASSIMAN, B. 1999. Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms. *Research Policy* 28 (1): 63-80.
- WAKELIN, K. 2001 Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms. *Research Policy* 30 (7): 1079-1090.
- WARD, P. T.; LEONG, G. K., y BOYER, K. K. 1994. Manufacturing proactiveness and performance. *Decision Science* 25 (3): 337-358.
- WARNER, M. 1994. Innovation and training. En DOGSON, M., y ROTHWELL, R. (Eds.): *The Handbook of Industrial Innovation*. Cheltenham, England: Edward Elgar.
- WEGGEMAN, M. P., y GRONEVELD, M. J. 2005. Applying the Business Excellence Model to a Research Organization. *Research Technology Management* 48 (4): 9-13.
- WENTLING, R. M., y PALMA RIVAS, N. 1998. Current Status and Future Trenches of Diversity Initiatives in the Workplace: Diversity Experts' Perspective. *Human Resource Development Quarterly* 9 (3): 235-253.
- YOUNG, S. M. 1997. Implementing management innovations successfully: Principles for lasting change. *Journal of Cost Management* 11 (5): 16-20.

ANEXO I

DIMENSIONES E ÍTEMS DE CADA UNA DE LAS PERSPECTIVAS DEL MODELO DE *BALANCE SCORECARD* PARA LA I+D

TABLA A
 DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA FINANCIERA

| <i>DIMENSIÓN</i> | <i>DEFINICIÓN</i> | <i>FUENTE</i> | <i>ÍTEMS</i> |
|---|---|---|--|
| Éxito en la consecución. Resultados Financieros procedentes de la aplicación de los resultados de la I+D. | Medida de la consecución de objetivos financieros de la compañía relacionados con incrementos de beneficios y rentabilidad económica. | Armistead (1981), Odagiri (1983), Morbey (1988), Odagiri and Iwata (1986), Brenner and Rushton (1989), Morbey and Reithner (1990), Curtis and Ellis (1998), OCDE (1991), Lee <i>et al.</i> (1996), Abdel-Kader and Dugdale (1998), Patterson (1998), Cañibano <i>et al.</i> (1999), Wakelin (2001), Del monte and Papagni (2003). | <ul style="list-style-type: none"> • En los tres últimos años, los beneficios se incrementan mucho por la aplicación de los resultados de la I+D (<i>BENEF</i>) • En los tres últimos años, la rentabilidad financiera se incrementa mucho por la aplicación de los resultados de la I+D (<i>RFIN</i>) |

TABLA B
 DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA DE CLIENTES
 (RESULTADOS COMERCIALES DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES DE I+D)

| <i>DIMENSIÓN</i> | <i>DEFINICIÓN</i> | <i>FUENTE</i> | <i>ÍTEMS</i> |
|---|---|---|---|
| Éxito comercial procedente de la aplicación de los resultados de I+D. | Medida de la consecución de objetivos de la compañía relacionados los ingresos por ventas, la cuota de mercado y la satisfacción de los clientes por la aplicación de los resultados de la I+D. | Armistead (1981), Odagiri (1983), Morbey (1988), Odagiri and Iwata (1986), Brenner and Rushton (1989), Morbey and Reithner (1990), Curtis and Ellis (1998), OCDE (1996), Lee <i>et al.</i> (1996), Abdel-Kader and Dugdale (1998), Patterson (1998), Cañibano <i>et al.</i> (1999), Wakelin (2001), Del monte and Papagni (2003). | <ul style="list-style-type: none"> • Los ingresos por ventas se incrementan gracias a la aplicación de los resultados de la I+D (<i>VTAS</i>) • La cuota de mercado se incrementa gracias a la aplicación de los resultados de la I+D (<i>CUOTA</i>) • La satisfacción de los clientes se incrementa gracias a la aplicación de los resultados de la I+D (<i>SATISF</i>) • La percepción que los clientes tienen de nuestros productos mejora gracias a la aplicación de los resultados de la I+D (<i>PERCEP</i>) • El posicionamiento global de nuestra empresa respecto a sus competidores mejora gracias a la aplicación de los resultados de la I+D (<i>POSIC</i>) |

TABLA C

DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA DE INNOVACIÓN (RESULTADOS DIRECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE I+D)

| DIMENSIÓN | DEFINICIÓN | FUENTE | ÍTEMS |
|--|---|---|--|
| Valor de las tecnologías utilizadas por la compañía. | Impacto en los resultados de la tecnología usada por la empresa, ya sea propia o adquirida. | Lee <i>et al.</i> (1996), Veugelers y Cassiman, (1999) | <ul style="list-style-type: none"> La tecnología usada en I+D es fundamentalmente creada y desarrollada por la empresa (<i>TCREADA</i>) La tecnología usada en I+D es fundamentalmente comprada (<i>TCOMPRA</i>) La tecnología desarrollada y usada en I+D siempre reporta buenos resultados a la empresa (<i>RTCREADA</i>) La tecnología comprada y usada en I+D siempre reporta buenos resultados a la empresa (<i>RTCOMPRA</i>) |
| Grado de Innovación | La empresa consigue productos innovadores con respecto a los competidores y de acuerdo con lo marcado en los objetivos de la I+D. | Di Benedetto (1999), Sherman <i>et al.</i> (2000), Chrysochoidis y Wong (2000), Gemser y Leenders (2001) | <ul style="list-style-type: none"> La innovación en productos siempre procede de la I+D (<i>INNPROD</i>) |
| | La empresa consigue innovar en procesos de producción y consigue buenos resultados al reducir costes y mejora de la calidad de los productos. | Saraph <i>et al.</i> (1989), Sakakibara <i>et al.</i> (1993), Flynn <i>et al.</i> (1994), Ward <i>et al.</i> (1994), Small y Yasin (1997), Patterson (1998) | <ul style="list-style-type: none"> La innovación en procesos siempre procede de la I+D (<i>INNPROC</i>) |
| Grado de apropiación de los Recursos y Resultados | Tasa de crecimiento del n.º de patentes | ESEE (1999), Lee <i>et al.</i> (1996), Urraca (1998), OCDE: Manual de Oslo (1991, 1996), Ernst, H. (2001), Hagedoorn y Cloodt (2003) | <ul style="list-style-type: none"> En los tres últimos años el incremento en el número de patentes ha sido muy elevado (<i>INCPATEN</i>) |

TABLA D

DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA DE PROCESOS INTERNOS EN I+D
(DESARROLLO DE PROCESOS INTERNOS EN I+D)

| DIMENSIÓN | DEFINICIÓN | FUENTE | ÍTEMS |
|--|--|--|--|
| Adecuación del presupuesto a los objetivos a conseguir en I+D. | Medida del éxito en la elaboración de los presupuestos en I+D de acuerdo con los objetivos concretos fijados en el departamento. | Lee <i>et al.</i> (1996), Halliday <i>et al.</i> (1997), Demirag (1998), Heidenberger (2003); Young (1997) | <ul style="list-style-type: none"> Siempre se consiguen adecuar los objetivos de I+D a las disponibilidades de financiación (<i>PRESUP</i>) |

(Continúa pág. sig.)

TABLA D (cont.)
DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA DE PROCESOS INTERNOS EN I+D
(DESARROLLO DE PROCESOS INTERNOS EN I+D)

| <i>DIMENSIÓN</i> | <i>DEFINICIÓN</i> | <i>FUENTE</i> | <i>ÍTEMS</i> |
|---|--|---|---|
| Fluidez de información entre departamentos de la empresa. | Grado de comunicación del departamento de I+D con el resto de los departamentos de la empresa. | Gupta, Raj y Wilemon (1987), Roos y Roos (1997), Young (1997), Iansiti (1997), Kahn y McDonough, E. F. (1997), Omta y Van Engelen (1998), Cañibano <i>et al.</i> (1999), Hoytt y Gerloff (2000) | <ul style="list-style-type: none"> • Siempre se comunica adecuadamente al personal de I+D las actividades a realizar (<i>COMUNIC</i>) • Siempre se suministra información sobre I+D al resto de la empresa (<i>INF</i>) |
| Coordinación entre I+D, producción y marketing | Medida del grado de coordinación existente entre las actividades desarrolladas en el departamento de I+D y las realizadas en los departamentos de producción y marketing. | Coombs y Gómez-Mejía (1991), Lee <i>et al.</i> (1996), Young (1997), Kahn <i>et al.</i> (1997), Di Benedetto (1999), Maltz <i>et al.</i> (2001), Leenders y Wierenga (2002) | <ul style="list-style-type: none"> • Existe una coordinación perfecta entre las actividades realizadas en el departamento de I+D y las realizadas en producción y marketing (<i>COORD</i>) |
| Grado de influencia de la regulación externa sobre la I+D | Grado de influencia de la regulación externa sobre la planificación de los objetivos y las actividades de I+D | Morrison and Siegel (1996), Dowdell and Press (2004), García-Valderrama and Mulero-Mendigorri (2005), McWilliam y Siegel (2001), Cózar Escalante, 2005 | <ul style="list-style-type: none"> • La regulación externa influye de manera decisiva en la determinación de los objetivos de I+D (<i>REGEXT</i>) |
| Esfuerzo en I+D | La empresa dedica un % de inversiones en I+D (gastos en I+D) sobre el total de ingresos en los últimos años con respecto a la media de años anteriores. | Lee <i>et al.</i> (1996) The conference Board (1997) Lee <i>et al.</i> (1996) OCDE (1991, 1996) Manual de Oslo; Souitaris, V. (2002) | <ul style="list-style-type: none"> • En los tres últimos años, los gastos de I+D se han incrementado mucho con respecto al total de ingresos (<i>INCGASTOS</i>) |
| Rendimiento de las infraestructuras utilizadas en I+D | Relación coste beneficio de dichas inversiones. | Lee <i>et al.</i> (1996), Galende y Suárez (1998) | <ul style="list-style-type: none"> • En los tres últimos años, los rendimientos obtenidos de las infraestructuras de I+D han sido muy superiores a su coste (<i>INFRA</i>) |
| Calidad del trabajo en general de I+D | Medida del grado de consecución de parámetros de calidad de la I+D. Cumplimiento de los estándares de calidad sobre nivel de costes en los departamentos de I+D; parámetros sobre resultados de la investigación; tiempo, etc. | Lee <i>et al.</i> (1996), Abdel-Kader Dugdale (1998), Brennan (2001) | <ul style="list-style-type: none"> • Las actividades de I+D siempre son sometidas a parámetros de medida de la calidad (<i>CALIDAD</i>) • Siempre se consiguen los parámetros de calidad establecidos para las actividades de I+D (<i>PCALIDAD</i>) |

(Continúa pág. sig.)

TABLA D (cont.)
DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA DE PROCESOS INTERNOS EN I+D
(DESARROLLO DE PROCESOS INTERNOS EN I+D)

| <i>DIMENSIÓN</i> | <i>DEFINICIÓN</i> | <i>FUENTE</i> | <i>ÍTEMS</i> |
|----------------------------|---|--|--|
| Alianzas con socios en I+D | Grado de implicación de los socios de la firma en determinar los objetivos y actividades de I+D | EIRMA (1995), EIRMA (1997), European Foundation Quality Management (EFQM) (2003), Hirst and Mann (2004), García-Valderrama and Mulero-Mendigorrri (2005) | <ul style="list-style-type: none"> • Siempre se identifican oportunidades para establecer alianzas con otras organizaciones de I+D (<i>ALIANZAS</i>) • Siempre se explotan de forma cooperativa las competencias claves de los socios en I+D (<i>COMP</i>) • Siempre se genera y mantiene una filosofía innovadora y creativa en I+D por medio de alianzas (<i>FILoS</i>) |

TABLA E
DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA DE APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO EN I+D

| <i>DIMENSIÓN</i> | <i>DEFINICIÓN</i> | <i>FUENTE</i> | <i>ÍTEMS</i> |
|--|---|--|---|
| Crecimiento del personal de I+D | Incremento del número de personas en el departamento de I+D comparado con el incremento en el número y tamaño de los proyectos. | Lee <i>et al.</i> (1996), Halliday <i>et al.</i> (1997), Souitaris, V. (2002), Hall (1987) | En los tres últimos años, el personal de I+D se ha incrementado mucho con respecto al volumen de nuevos proyectos (<i>INCRPERS</i>) |
| Formación del personal de I+D | Medida de la formación del recurso humano de I+D a través del porcentaje de ingenieros, licenciados, etc sobre el total de empleados. | The Conference Borrada (1997), Souitaris, V. (2002) | ¿Cuál de las siguientes estructuras de personal se asemeja más a la del personal de I+D de su empresa? (<i>ESTRUCT</i>) |
| | Medida de la formación de ingenieros y científicos a partir del número de días de formación por año. | Souitaris, V. (2002), Dewar y Dutton, (1986); Swan <i>et al.</i> (1999); Warner (1994) y Nejad (1997). | ¿Cuál es aproximadamente el número de días de formación por año que ofrecen a sus empleados de I+D? (<i>DIASF</i>) |
| Experiencia profesional que posee el personal de I+D | Medida de la experiencia en compañías nacionales y extranjeras | Souitaris (2000) | <ul style="list-style-type: none"> • Poseen mucha experiencia previa en otras compañías extranjeras de I+D (<i>EXNAC</i>) • Poseen mucha experiencia previa en otras compañías nacionales de I+D (<i>EXEXT</i>) |
| Habilidades del personal de I+D | Habilidades poseídas por el personal de I+D | Lee <i>et al.</i> (1996) Di Benedetto (1999) | <ul style="list-style-type: none"> • Poseen muchas habilidades (aptitudes y destrezas) (<i>HABIL</i>) |

(Continúa pág. sig.)

TABLA E (cont.)
DIMENSIONES E INDICADORES PARA LA PERSPECTIVA DE APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO EN I+D

| <i>DIMENSIÓN</i> | <i>DEFINICIÓN</i> | <i>FUENTE</i> | <i>ÍTEM</i> |
|---|---|--|--|
| Conocimientos y habilidades orientadas a procesos | Conocimientos trasfuncionales, habilidades interpersonales y habilidades de gestión | Cordero, R. (1999) Farris y Cordero (2003) | <ul style="list-style-type: none"> • Poseen muchos conocimientos acerca de otras áreas (marketing, fabricación, finanzas, etc.) (<i>CONTRANS</i>) • Poseen muchas habilidades para el trabajo en equipo (<i>HEQUIPOS</i>) • Poseen muchas habilidades de gestión (habilidades para planificar, programar, presupuestar, asesorar y liderar a un equipo) (<i>HGESTION</i>) |
| Habilidades de interacción transcultural | habilidad para relacionarse con personas de otras nacionalidades y culturas | Farris y Cordero (2003) | <ul style="list-style-type: none"> • Poseen muchas habilidades de interacción transcultural (<i>HTRANS</i>) |
| Habilidad del personal de I+D para adaptarse a los cambios tecnológicos adoptados por la empresa y utilizados en I+D. | Conflictos entre el personal de I+D ante la utilización de nuevas tecnologías de investigación. | Lee <i>et al.</i> (1996), Souitaris (2002) | <ul style="list-style-type: none"> • Siempre se adaptan a los cambios tecnológicos adoptados por la empresa (<i>CAMBIOST</i>) |
| Clima laboral entre el personal de I+D | Medida de la salud de las relaciones humanas entre miembros de I+D | Dunegan <i>et al.</i> (1992), Roos y Roos (1997), Young (1997), The Conference Board (1997), Demirag (1998), Hoyt y Gerloff (2000) | <ul style="list-style-type: none"> • Las relaciones personales entre ellos son muy positivas (<i>RELPE</i>) |
| Grado de implicación y participación del personal de I+D | Medición de la implicación de las personas comprometidas en las actividades de I+D en formular las políticas, planes y estrategias de la compañía. | European Foundation Quality Management (<i>EFQM</i>) (2003) | <ul style="list-style-type: none"> • Poseen mucha implicación en el desarrollo de las políticas, planes y estrategias de la compañía (<i>IMPLIC</i>) |
| Formación de equipos | <p>Medida de la existencia de grupos funcionales que integran a personal exclusivamente del departamento de I+D.</p> <p>Medida de la existencia de grupos que integren a profesionales de distintas áreas funcionales, fundamentalmente marketing y fabricación, trabajando en estrecha cooperación y en los que los profesionales de I+D se comuniquen con los miembros de otras áreas y comprendan su visión.</p> | Cordero, R. (1999), Souitaris, V (2002) Farris, G. F. y Cordero, R. (2003) | <ul style="list-style-type: none"> • Siempre utilizan equipos de trabajo funcionales en sus actividades de I+D (<i>EQFUNC</i>) • Siempre utilizan equipos de trabajo trasfuncionales en sus actividades de I+D (<i>EQTRANS</i>) |

(Continúa pág. sig.)

| <i>DIMENSIÓN</i> | <i>DEFINICIÓN</i> | <i>FUENTE</i> | <i>ÍTEM</i> |
|------------------|---|---------------|--|
| | Medida de la existencia de grupos transnacionales en los que sus miembros trabajan en distintos países. | | <ul style="list-style-type: none">• Siempre utilizan equipos de trabajo internacionales en sus actividades de I+D (<i>EQINT</i>) |

ANEXO II

CUESTIONARIO DE VALIDACIÓN DEL CONSTRUCTO «*BALANCE SCORECARD* PARA LAS ACTIVIDADES DE I+D»

A. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

1. **Sitúe a su empresa en cuanto a número de empleados.**
 - menos de 50 empleados.
 - entre 50 y 250 empleados.
 - más de 250 empleados.
2. **Sitúe a su empresa en cuanto a cifras de negocios o últimos ingresos de explotación.**
 - menos de 5 millones de euros.
 - entre 5 y 19 millones de euros.
 - más de 19 millones de euros.
3. **¿Su empresa posee departamento/s de I+D?**
 - SI (pase a la pregunta 5).
 - NO.
4. **Si no existe un departamento de I+D propiamente dicho, ¿dónde se desarrollan estas actividades?**
 - en el departamento de Marketing.
 - en el departamento de Producción.
 - Otros (especificar dónde):
5. **En su departamento, usted es**
 - Responsable sólo de los costes de su departamento.
 - Responsable de los beneficios que genera su departamento.
6. **¿Su departamento está ubicado en España?**
 - SI NO
7. **¿Su departamento está repartido en varios países?**
 - SI NO
8. **¿Qué tipo de I+D realizan en su empresa? (Señale todas las opciones utilizadas)**
 - Investigación básica.
 - Investigación aplicada.
 - Desarrollo experimental:
9. **¿Considera que debe medirse el rendimiento de las actividades de I+D?**
 - SI NO
10. **¿Utilizan alguna técnica para medir el rendimiento de las actividades de I+D?**
 - SI NO
11. **¿Qué tipo de medidas utilizan?**
 - Ratios financieros (p. ej.: ingresos por ventas/gastos de I+D).
 - % de proyectos exitosos.
 - % de proyectos terminados a tiempo.
 - Número de patentes.
 - Número de publicaciones o asistencias a congresos del personal de I+D.
 - Balance Scorecard/Cuadro de Mandos adaptado a I+D.
 - Autoevaluaciones.
 - Otras (especificar):

B. PERSPECTIVAS DEL *BALANCE SCORECARD*

Por favor, indique su grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones según la siguiente escala (marque un cinco si está totalmente de acuerdo con la afirmación, o un uno si está totalmente en desacuerdo; si su opinión no está totalmente definida marque un número intermedio)

| TOTALMENTE DESACUERDO | DESACUERDO | NI ACUERDO NI DESACUERDO | DE ACUERDO | TOTALMENTE DE ACUERDO |
|--------------------------|------------|-----------------------------|------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**B.1. PERSPECTIVA FINANCIERA
(RESULTADOS FINANCIEROS DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES DE I+D)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 12. En los tres últimos años, los beneficios se incrementan mucho por la aplicación de los resultados de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 13. En los tres últimos años, la rentabilidad financiera se incrementa mucho por la aplicación de los resultados de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**B.2. PERSPECTIVA DE CLIENTES
(RESULTADOS COMERCIALES DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES DE I+D)**

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 14. Los ingresos por ventas se incrementan gracias a la aplicación de los resultados de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15. La cuota de mercado se incrementa gracias a la aplicación de los resultados de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16. La satisfacción de los clientes se incrementa gracias a la aplicación de los resultados de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17. La percepción que los clientes tienen de nuestros productos mejora gracias a la aplicación de los resultados de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 18. El posicionamiento global de nuestra empresa respecto a sus competidores mejora gracias a la aplicación de los resultados de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**B.3. PERSPECTIVA DE INNOVACIÓN
(RESULTADOS DIRECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE I+D)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 19. La tecnología usada en I+D es fundamentalmente creada y desarrollada por la empresa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20. La tecnología usada en I+D es fundamentalmente comprada. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 21. La tecnología desarrollada y usada en I+D siempre reporta buenos resultados a la empresa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 22. La tecnología comprada y usada en I+D siempre reporta buenos resultados a la empresa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 23. La innovación en productos siempre procede de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 24. La innovación en procesos siempre procede de la I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 25. En los tres últimos años el incremento en el número de patentes ha sido muy elevado. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

B.4. PERSPECTIVA DE PROCESOS INTERNOS EN I+D (DESARROLLO DE PROCESOS INTERNOS EN I+D)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 26. Siempre se consigue adecuar los objetivos de I+D a las disponibilidades de financiación. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 27. Siempre se comunica adecuadamente al personal de I+D las actividades a realizar. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 28. Siempre se suministra información sobre I+D al resto de la empresa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 29. Existe una coordinación perfecta entre las actividades realizadas en el departamento de I+D y las realizadas en Producción y Marketing. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 30. La regulación externa influye de manera decisiva en la determinación de los objetivos y actividades de I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 31. En los tres últimos años, los gastos de I+D se han incrementado mucho con respecto al total de ingresos. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 32. En los tres últimos años, los rendimientos obtenidos de las infraestructuras de I+D han sido muy superiores a su coste. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 33. Las actividades de I+D siempre son sometidas a parámetros de medida de la calidad. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 34. Siempre se consiguen los parámetros de calidad establecidos para las actividades de I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 35. Siempre se identifican oportunidades para establecer alianzas con otras organizaciones de I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 36. Siempre se explotan de forma cooperativa las competencias claves de los socios en I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 37. Siempre se genera y mantiene una filosofía innovadora y creativa en I+D por medio de alianzas. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

B.5. PERSPECTIVA DE APRENDIZAJE Y CRECIMIENTO

B.5.1. RESPECTO AL PERSONAL DE I+D

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 38. En los tres últimos años, el personal de I+D se ha incrementado mucho con respecto al volumen de nuevos proyectos. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 39. Poseen muchos conocimientos acerca de otras áreas (marketing, fabricación, finanzas, etc.). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 40. Poseen muchas habilidades (aptitudes y destrezas). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 41. Poseen muchas habilidades de gestión (habilidades para planificar, programar, presupuestar, asesorar y liderar a un equipo). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 42. Poseen muchas habilidades para el trabajo en equipo. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 43. Poseen muchas habilidades de interacción transcultural (habilidad para relacionarse con personas de otras nacionalidades y culturas). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 44. Poseen mucha experiencia previa en otras compañías nacionales de I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 45. Poseen mucha experiencia previa en otras compañías extranjeras de I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 46. Siempre se adaptan a los cambios tecnológicos adoptados por la empresa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 47. Las relaciones personales entre ellos son muy positivas. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 48. Poseen mucha implicación en el desarrollo de las políticas, planes y estrategias de la compañía. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | |
|--|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 49. ¿Cuál de las siguientes <i>estructuras de personal</i> se asemeja más a la del personal de I+D de su empresa? (Elija la opción que más se ajuste). | | | | |
| • En I+D existe un mayor % de ingenieros superiores con respecto al total de personas de I+D. | | | | <input type="checkbox"/> |
| • En I+D existe un mayor % de licenciados con respecto al total de personas de I+D. | | | | <input type="checkbox"/> |
| • En I+D existe un mayor % de ingenieros técnicos con respecto al total de personal de I+D. | | | | <input type="checkbox"/> |
| • En I+D existe un mayor % de Diplomados con respecto al total de personas de I+D. | | | | <input type="checkbox"/> |
| • En I+D existe un mayor % de personal sin titulación universitaria con respecto al total de personas de I+D. | | | | <input type="checkbox"/> |
| 50. ¿Cuál es aproximadamente el número de días de formación por año que ofrecen a sus empleados de I+D?. | | | | |
| 0-5 <input type="checkbox"/> | 6-9 <input type="checkbox"/> | 10-14 <input type="checkbox"/> | 15-19 <input type="checkbox"/> | 20 o más <input type="checkbox"/> |

B.5.2. RESPECTO A LOS EQUIPOS DE TRABAJO EN I+D

Por favor, indique su grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones según la siguiente escala (marque un cinco si está totalmente de acuerdo con la afirmación, o un uno si está totalmente en desacuerdo; si su opinión no está totalmente definida marque un número intermedio).

| TOTALMENTE DESACUERDO | DESACUERDO | NI ACUERDO NI DESACUERDO | DE ACUERDO | TOTALMENTE DE ACUERDO |
|-----------------------|------------|--------------------------|------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 51. Siempre utilizan equipos de trabajo funcionales (formados exclusivamente por personal del departamento de I+D) para el desarrollo de las actividades de I+D. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 52. ¿Siempre utilizan equipos de trabajo transfuncionales en sus actividades de I+D? (equipos compuestos por personal de I+D, fabricación, marketing, etc.) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 53. Siempre utilizan equipos de trabajo internacionales en sus actividades de I+D (equipos en los que sus miembros operan en distintos países). | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |