

VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE INVERSIONES EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN. LA GESTIÓN DE LA CARTERA DE PROYECTOS.

Carlos Piñeiro Sánchez

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Universidad de A Coruña

I Encuentro Iberoamericano de Finanzas y Sistemas de Información

Jerez, Noviembre - Diciembre de 2000

Resumen

La asignación eficiente de los recursos financieros de la empresa exige una valoración rigurosa de las distintas alternativas de inversión disponibles en un momento dado, proceso que en caso de los proyectos intensivos en tecnologías de la información se enfrenta a dificultades derivadas de la existencia de costes ocultos y de utilidades intangibles, y a la dualidad táctico - estratégica implícita en muchas de sus aplicaciones empresariales. Este trabajo ofrece una revisión crítica de los modelos financieros tradicionales y sugiere la adopción de una perspectiva global de negocios para la valoración de inversiones en tecnologías de la información.

VALORACIÓN Y SELECCIÓN DE INVERSIONES EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN. LA GESTIÓN DE LA CARTERA DE PROYECTOS.

Carlos Piñeiro Sánchez

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Universidad de A Coruña

1. LA VALORACIÓN DE LAS INVERSIONES EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Los proyectos de inversión en tecnologías de la información (*en adelante, TI*) compiten con otras alternativas para lograr la asignación de una parte del presupuesto corporativo que permita su ejecución y mantenimiento. Se sigue de ello la necesidad de estimar la *deseabilidad* de cada alternativa mediante un indicador de *valor* capaz de clasificar los proyectos de inversión con independencia de su intensidad en TI (PARKER *et al.*, 1988: 14).

Tradicionalmente la valoración de inversiones, y en consecuencia también su selección, se han realizado de acuerdo con medidas financieras derivadas directamente de la tradición contable y de la gestión de la producción, con especial mención de la productividad (REMENYI, 2000): el ahorro de costes ha sido un criterio de decisión recurrente en el área de sistemas de información debido a que las primeras inversiones en tecnologías se aplicaron a tareas rutinarias con altos costes de personal, objetivo que se mantiene en la actualidad en aplicaciones como el *intercambio electrónico de datos* (EDI). Sin embargo la creciente economicidad de las tecnologías ha hecho posible la creación de aplicaciones que, como las *herramientas de ayuda a la decisión*, no tienen como finalidad principal el ahorro de costes (de hecho pueden inducir un crecimiento del gasto), sino la de contribuir a la mejora del rendimiento de los negocios¹. El examen de estas aplicaciones ha puesto en entredicho la hasta entonces nítida relación entre tecnologías y productividad², en el marco de un notable

¹ A medida que se reduce el coste de la tecnología resulta económicamente eficiente utilizarla incluso en aplicaciones rutinarias que generan un rendimiento menor, lo que supone que el producto marginal de estos sistemas será progresivamente inferior; obsérvese que en condiciones de racionamiento de capital la empresa aceptará proyectos de inversión en la medida en que su rentabilidad sea superior, o a lo sumo igual, al coste de capital. Véanse DENISON (1985) y SICHEL (1997).

² Históricamente las innovaciones tecnológicas han generado un crecimiento sistemático de la productividad empresarial. Véanse BRYNJOLFSSON (1993) y SICHEL (1997).

debate en cuanto a la eficacia de los indicadores financieros como medidas de la deseabilidad de los proyectos de inversión en TI.

Se ha observado asimismo que la contribución de las tecnologías a la mejora del rendimiento de los negocios parece ser inferior a la esperada. Disponemos de una amplia variedad de razones que podrían explicar este hallazgo³, pero el debate ha puesto de manifiesto la carencia de un marco formal adecuado a la valoración de esta categoría de proyectos: no existe una especificación precisa de los factores de coste y beneficio implicados en el proyecto ni del contenido del propio concepto de *valor*, lo que conduce a una multiplicidad de modelos⁴ y a resultados aparentemente contradictorios. La relevancia de esta circunstancia es inmediata: las empresas destacan el carácter confuso de la valoración como el principal obstáculo para la aceptación de nuevos proyectos intensivos en TI (WILLCOCKS, 1994: 4).

2. CRITERIOS DE VALORACIÓN FINANCIERA

La cuantificación en términos financieros ha sido una demanda tradicional de los directivos responsables de la selección de proyectos (REMENYI, 2000) porque los indicadores utilizados son comprensibles con generalidad y, en sus distintas modalidades, permiten comparar objetivamente una gran proporción de los proyectos comunes en la práctica empresarial⁵. En gran medida la valoración financiera de estas alternativas de inversión ha descansado en la estimación de su contribución a la mejora de la productividad ya que, tratándose de *tecnologías*, se espera que esta sea su principal aportación⁶; sin embargo diversos estudios desarrollados en los noventa sugieren que el efecto de las tecnologías sobre la productividad parece haber sido escaso o nulo. La denominada "*paradoja de la productividad*" ilustra la parcialidad de una evaluación exclusivamente financiera.

³ Deficiencias en la medición del rendimiento y la productividad, incorrecta gestión de la tecnología, ausencia de un alineamiento preciso con las necesidades reales de los negocios, etc. La falta de alineamiento ha sido argumentada por WILLCOCKS (1994: 6) para justificar el escaso rendimiento observado en una parte de los proyectos de inversión en TI. Un ejemplo clásico acerca de la forma en que la incorrecta gestión del proyecto puede generar daños en la competitividad de la empresa es el del *Bank of America*; más recientemente de *Boo.com*, uno de los mayores proyectos de comercio electrónico, ha fracasado como consecuencia de una incorrecta utilización de los recursos de Internet.

⁴ ESCOBAR (1997) ofrece una recopilación exhaustiva de técnicas y modelos de valoración.

⁵ En realidad coexiste un amplio número de modelos *ad hoc* adecuados a las particularidades de ciertos tipos de decisión y que aseguran la comparación objetiva de las alternativas disponibles sólo dentro de estas categorías específicas de inversión. Se dispone, por ejemplo, de modelos para la selección de carteras, la gestión de tesorería y la valoración de opciones.

⁶ "*La productividad es la principal medida económica de la contribución de una tecnología*" (BRYNJOLFESSON, 1993: 76).

2.1. LA "PARADOJA DE LA PRODUCTIVIDAD"

El crecimiento de la productividad ha estado históricamente vinculado a la inversión en capital, a la formación y a la tecnología⁷, pero la intensificación de la inversión en TI a lo largo de las dos últimas décadas no parece haber provocado las mejoras esperadas en el rendimiento de las empresas; esta observación, señalada por SoLow (1987)⁸, fue objeto de un notable debate tras la presentación de las conclusiones de los estudios de la OCDE y el MIT⁹ y ha sido periódicamente revisada con posterioridad con idénticos resultados¹⁰.

FREEMAN (1991) justifica este hallazgo recurriendo a las particularidades del entorno actual de negocios: las tecnologías han sido adoptadas en el seno del proceso de transición hacia un nuevo paradigma tecnoeconómico cuya turbulencia explicaría la existencia de desarreglos internos en las empresas, manifestados en una reducción de su productividad¹¹.

La aparente reducción de la productividad podría ser únicamente una "*ilusión financiera*" provocada por la elección de un instrumento de valoración inoportuno (LINDBECK, 1991)¹². La valoración de las tecnologías ha consistido tradicionalmente en el estudio de su capacidad para mejorar la *productividad* de la empresa, criterio que se mantuvo también para las primeras aplicaciones de TI ya que éstas tenían por objeto precisamente la reducción de costes a través de la automatización.

Sin embargo, a diferencia de las innovaciones técnicas características de la economía industrial, muchas de las aplicaciones recientes de las TI no contribuyen a la generación inmediata de eficiencias en el proceso productivo sino al aprovechamiento de cierto tipo de utilidades de carácter intangible manifestadas a medio y largo plazo, que podrían escapar a los indicadores financieros¹³. La relevancia práctica de estos factores intangibles parece estar estrechamente vinculada a la naturaleza de la inversión, en particular a la intensidad de sus implicaciones sobre los fundamentos de la competitividad de la empresa; se sigue de ello

⁷ OCDE (1998).

⁸ SoLow (1987) describió esta situación afirmando que la existencia de los ordenadores es patente en todas las cuestiones de negocio, *excepto en las medidas de productividad*.

⁹ OCDE (1991); SCOTT MORTON (1991).

¹⁰ Véanse, por ejemplo, JORGENSON y STIROTH (1992), LOVEMAN (1992), BRYNJOLFSSON (1993), y GORDON (1999).

¹¹ En particular, se ha sugerido que la economía de la energía habría agotado su capacidad para generar incrementos en la productividad basados en fenómenos como las economías de escala.

¹² El autor ofrece, junto a la denominada "ilusión financiera", argumentos como los desarreglos estructurales apuntados también por FREEMAN (1991), la indolencia en cuanto a la formación de los recursos humanos y las consecuencias desfavorables de las sucesivas crisis económicas desde los setenta para explicar la aparente moderación del crecimiento de la productividad.

¹³ "Hay toda una variedad de este tipo de beneficios, algunos críticos para las operaciones y para la competitividad y dirección futuras, que generalmente se omiten de las propuestas de factibilidad y el control posterior" (WILLCOCKS, 1994: 9). PARKER *et al.* (1988: 249 - 260) ofrecen una relación de utilidades, costes y riesgos derivados de las aplicaciones empresariales de las TI.

que naturaleza de la aplicación proyectada debe jugar un papel crucial en la selección del modelo de valoración¹⁴. Conviene, a estos efectos, recuperar la clasificación que PARKER *et al.* (1988: 103) han sugerido para las inversiones en TI:

- Las destinadas a automatizar procesos anteriormente manuales, *sustituyendo* trabajo por equipo.
- Las que tienen por objeto incrementar la productividad y la eficacia de los trabajadores, como los sistemas de soporte a la decisión (*complementarias*).
- Las aplicaciones *innovadoras*, que proporcionan la base facilitadora¹⁵ para ganar ventaja competitiva (por ejemplo, el comercio electrónico minorista).

Con la única excepción de algunas aplicaciones *sustitutivas*, por ejemplo la instalación de un sistema contable asistido por ordenador, gran parte de las inversiones en TI posee implicaciones que en mayor o menor medida podrían escapar a los indicadores financieros. Una *Intranet* o un sitio *web* destinado a ofrecer información técnica y comercial a los clientes son ejemplos de aplicaciones *complementarias* e *innovadoras*, respectivamente; ambas generan un aumento inmediato de los costes pero su efecto sobre el rendimiento es más bien sutil por lo que, en ausencia de otros criterios distintos de la productividad, podrían ser penalizados a pesar de su capacidad para contribuir a la calidad de las decisiones y a la edificación de los *activos intangibles* que constituyen el fundamento de la competitividad de la empresa (ITAMI, 1987).

En definitiva las medidas financieras ofrecen una visión parcial del verdadero *valor* del proyecto (LINDBECK, 1991) porque su estructura no les permite capturar la totalidad de los factores relevantes de beneficio, coste y riesgo, y porque inducen a "*cuantificar lo que es fácil de medir, en lugar de lo que es importante*" (HOCHSTRASSER y GRIFFITHS, 1991:9). La asignación de recursos así realizada podría ser financieramente óptima pero, *paradójicamente*, perjudicial para los negocios puesto que proyectos convenientes al

¹⁴ La valoración de las inversiones en TI se ha abordado tradicionalmente mediante modelos financieros que, como el rendimiento sobre la inversión (ROI), la tasa interna de rentabilidad (TIR) o el valor actual neto (VAN), están diseñados para tratar con proyectos relativamente pequeños y bien estructurados, ejecutados en un entorno estable y conocido y cuyos rasgos característicos son la cuantía y el vencimiento de los flujos de caja que generan. Por el contrario muchos proyectos de inversión en TI son altamente inciertos e involucran juicios de valor, percepciones subjetivas y factores de éxito de tipo cualitativo. No es, pues, inesperado que su utilización conduzca a resultados anómalos, incompatibles con las hipótesis y asunciones iniciales.

¹⁵ Como ha señalado STRASSMAN (1990), no es la cuantía de la inversión sino la forma en que se utiliza la tecnología lo que determina la eficacia real de los proyectos.

sostenimiento de la competitividad serían excluidos en beneficio de alternativas rentables a corto plazo (NORTON, 1986)¹⁶.

El problema reside, pues, en la valoración de estas utilidades intangibles, que no se manifiestan directamente en una magnitud empresarial específica sino en la tendencia a medio plazo del rendimiento y en la competitividad. La empresa podría detectar el efecto de las inversiones en TI y estimar su valor en términos de negocios como la variación media experimentada por el rendimiento a medio plazo, *ceteris paribus* los demás factores de influencia¹⁷, pero la fiabilidad de esta alternativa es cuestionable:

- Su utilidad desde el punto de vista de la selección de proyectos es discutible ya que el recurso a la variación *observada* en la tasa de rendimiento implica una valoración *ex post*¹⁸.
- La empresa, como sistema sociotécnico, no es susceptible de experimentación por lo que la cláusula *ceteris paribus* es insostenible; se sigue de ello que resulta imposible vincular, de forma rigurosa, la variación observada en el ROI y las características de la inversión: cuantía, calidad de la gestión del proyecto, grado de innovación, acierto estratégico, etc.
- Como ha demostrado STRASSMAN (1985), no existe una relación directa entre la cuantía de la inversión y la magnitud de las utilidades percibidas (la tecnología es meramente *facilitadora*), lo que cuestiona la utilidad del ROI como medida de deseabilidad. Por otra parte las utilidades de la inversión no se manifiestan *inmediatamente*, sino gradualmente a medio y largo plazo.

Sin embargo la dificultad de una valoración financiera simple no implica que la decisión de abordar una inversión en TI deba convertirse en lo que LINCOLN (1990) ha denominado un "*acto de fe*": el proyecto debe contar con una justificación fehaciente que consistirá en una evaluación de su deseabilidad desde una perspectiva global de negocios integradora tanto de las consideraciones financieras como de las implicaciones organizacionales y estratégicas: "*la información está en el corazón y el alma de los negocios y nuestra habilidad para construir*

¹⁶ NORTON sugiere que el análisis coste - beneficio es una aproximación esencialmente microeconómica, orientada al corto plazo y que favorece inversiones poco arriesgadas con escaso rendimiento (cit. en WILLCOCKS, 1994: 11).

¹⁷ Nótese que el valor de esta tasa resulta de la conjunción de múltiples decisiones y condiciones cuya contribución individual es *a priori* indeterminada.

¹⁸ Una posible alternativa consistiría en obtener el valor descontado de la aportación del proyecto al ROI de la empresa; sin embargo, como señalan PARKER *et al.* (1988: 92) y REMENYI (2000) esta estimación está sometida a *incertidumbre* (no pueden estimarse los escenarios, o "estados de la naturaleza", ni sus probabilidades) porque la contribución de la tecnología al negocio no es constante: varía a lo largo del tiempo de acuerdo con factores impredecibles como, por ejemplo, la naturaleza y facultades de las innovaciones técnicas que surgirán en el futuro.

sistemas de información útiles afecta directamente a cómo son los propios negocios o a la forma en que pueden realizarse" (REMENYI, 2000).

3. EL VALOR EN TÉRMINOS DE NEGOCIOS

El debate en torno a la justificación de los proyectos de inversión en TI es el resultado de la dialéctica de dos concepciones en cuanto al papel que las TI deben jugar en los negocios, cada una de las cuales lleva asociado una definición particular del valor¹⁹. Los argumentos financieros se refieren principalmente a la capacidad de la tecnología para lograr economías en los costes de tareas susceptibles de automatización: el valor del proyecto reside en su capacidad para aumentar la productividad a través de la optimización de la relación entre consumos de factores y la producción final.

Desde una perspectiva más amplia, el valor del proyecto cuantifica la *capacidad de la tecnología para mejorar el rendimiento de negocios de la empresa* (PARKER *et al.*, 1988: 14)²⁰. Esta aptitud puede expresarse en seis procesos (65 y ss.), representativos tanto de la economicidad en términos de coste - beneficio como de la contribución estratégica:

1. *Mejora del retorno sobre la inversión*, a través del aprovechamiento de eficiencias y/o de la mejora del rendimiento. Esta medida puede ser parcial pero, como señalan los autores, el análisis coste - beneficio es el procedimiento estándar utilizado por las organizaciones para clasificar las inversiones por lo que "*debe ser realizado*" (p. 90), tanto más cuanto el proyecto implica la detracción de recursos de otras alternativas rentables.
2. *Acierto estratégico*, descriptivo de la capacidad de la tecnología para contribuir directa o indirectamente al cumplimiento de los objetivos asumidos por la organización.
3. *Ventaja competitiva*. Las tecnologías pueden utilizarse como instrumento facilitador para la adopción de decisiones y prácticas de negocios capaces de eliminar barreras de entrada existentes, o para crear nuevas barreras de protección, en beneficio del posicionamiento de la empresa; pueden asimismo contribuir al aprovechamiento de ventajas (o suavizar

¹⁹ BANNISTER y REMENYI (1999) coinciden con WILLCOCKS (1994) en señalar la ausencia de acuerdo en términos clave como los de estrategia, beneficio o valor. En estos términos la "*paradoja de la productividad*" sería el resultado de una visión parcial de la verdadera dimensión del proyecto; la situación es análoga a la de una empresa que decide la instalación de un nuevo equipo por su capacidad para ahorrar costes pero no considera aspectos como la formación de los trabajadores, la calidad de los bienes finales o la compatibilidad con la maquinaria existente en la actualidad.

²⁰ Más específicamente el valor está basado en "*la ventaja alcanzada sobre los competidores, reflejada en rendimiento actual y futuro de los negocios*" (PARKER *et al.*, 1988: 64). Se sigue de ello que la valoración y justificación de las inversiones en TI de acuerdo con la productividad implica una visión parcial de la naturaleza de sus aplicaciones empresariales: "*la comprensión del verdadero impacto económico requiere una comprensión de los valores orientada a los negocios y una interpretación tecnológica de la inversión requerida para alcanzar este valor*" (PARKER *et al.*, 1988: 21).

amenazas) basadas en otras fuerzas, por ejemplo el poder de negociación de clientes o proveedores, y alterar las bases de la competencia en el sector.

4. *Provisión de información para la decisión.* Las tecnologías son el elemento facilitador de las múltiples versiones de sistemas de soporte a la decisión, destinados a mejorar la calidad y el valor de la información disponible por los decisores.
5. *Riesgo competitivo.* Un elemento de valor del proyecto es su capacidad para atenuar el riesgo de que el atraso tecnológico de la empresa pueda perjudicar a su competitividad a medio y largo plazo.
6. *Arquitectura estratégica del sistema de información.* El proyecto debería contribuir a la construcción de un sistema de información coherente con las necesidades actuales de negocios pero, también, contar con la flexibilidad precisa para adaptarse a ellas a lo largo del tiempo.

Information Economics es, en términos de sus promotores, un *conjunto de herramientas destinado a desvelar los factores que determinan la asignación de recursos que precisan los proyectos intensivos en tecnologías de la información* (PARKER *et al.*, 1988: 193). Ofrece una perspectiva mixta en la que se combinan las consideraciones financieras del análisis coste - beneficio tradicional con una estimación del valor estratégico del proyecto, lo que le confiere mayor rigor analítico frente a técnicas estrictamente estratégicas que, como las propuestas por WARD, PETERS o COOPER y KAPLAN²¹, poseen un marcado carácter cualitativo que podría provocar distorsiones en la valoración.

En la práctica la metodología trata de clasificar los proyectos en cartera mediante un valor ponderado (P_n) representativo de su calificación en relación a todos y cada uno de los *criterios de decisión* (C_k , $k = 1 \dots m$), o factores de éxito (retorno sobre la inversión, acierto estratégico, respuesta competitiva, riesgo organizacional, etc.). Estas puntuaciones son asignadas por el decisor²², quien asimismo debe determinar cuál es la importancia relativa de cada uno de los criterios frente a los demás estableciendo las oportunas ponderaciones (w_k) cuyos valores deben ser expresivos de la jerarquía de preferencias del decisor y, en último término, de las necesidades y oportunidades de los negocios (Fig. 1 y Fig. 2).

²¹ WARD (1994), PETERS (1990), COOPER y KAPLAN (1988).

²² Una persona individual o un grupo de trabajo.

Fig. 1. Puntuación del proyecto h - ésimo

Criterio	Puntuación	Ponderación	Puntos
C_1	Z_{11}	w_1	$P_{h1} = Z_{11} \cdot w_1$
C_2	Z_{12}	w_2	$P_{h2} = Z_{11} \cdot w_2$
...		...	
C_m	Z_{1m}	w_m	$P_{hm} = Z_{11} \cdot w_m$
Total			$P_h = \sum P_{hj}, j = 1 \dots m$

Fig. 2. Comparación de las alternativas de inversión

Criterio	C_1	C_2	C_3	...	C_m	Puntuación
Ponderación	w_1	w_2	w_3	...	w_m	
Proyecto 1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	...	P_{1m}	$P_1 = \sum P_{1j}, j = 1 \dots m$
...	
Proyecto h	P_{h1}	P_{h2}	P_{h3}	...	P_{hm}	$P_h = \sum P_{hj}, j = 1 \dots m$
...						
Proyecto n	P_{n1}	P_{n2}	P_{n3}	...	P_{nm}	$P_n = \sum P_{nj}, j = 1 \dots m$

El modelo propuesto por IE es extremadamente flexible toda vez que ofrece únicamente un armazón, una *concha* cuyo contenido - criterios de decisión (C_k), ponderaciones (w_k), etc. - pueden ser especificados *ad hoc* por el decisor de acuerdo con las características de la organización²³; la aplicación de la metodología exige también un análisis consciente y crítico de la situación de los negocios y las ventajas comparativas de los proyectos que puede redundar en una mejora en la calidad tanto de la asignación de los recursos como de la gestión de las tecnologías.

Padece, por el contrario, una debilidad común a las restantes alternativas metodológicas, materializada en la subjetividad: a medida que se confiere al decisor mayor discrecionalidad en cuanto a la especificación del modelo aumentan las expectativas de que el proceso de decisión responda a las verdaderas necesidades de los negocios y de la organización, pero también el riesgo de que, utilizada incorrectamente, la metodología pueda conducir a resultados inexactos.

²³ HOCHSTRASSER y GRIFFITHS (1991: 9) han señalado que la flexibilidad es conveniente a la gestión de las tecnologías de la información debido a que permite tratar con la multitud de factores intangibles y contingenciales implícitos en los proyectos de TI.

4. METODOLOGÍAS BASADAS EN PUNTUACIONES

La estrategia de trabajo de IE mantiene claras similitudes prácticas con la de las técnicas basadas en puntuaciones que, basadas en las tablas de *scoring* y *check lists*, se utilizan en la gestión financiera como herramienta para la normalización de decisiones como la concesión de crédito²⁴. Todas ellas comparten riesgos derivados de posibles errores en la especificación de las pruebas - selección de los expertos, identificación de los factores críticos de éxito de cada proyecto y de sus ponderaciones, diseño del mecanismo de agregación de las puntuaciones, etc. - pero la trascendencia real de estas eventualidades puede limitarse con el uso de herramientas estadísticas y matemáticas que permiten depurar los juicios²⁵ y agregarlos racionalmente en una puntuación global representativa de la opinión del decisor²⁶.

Entre las técnicas disponibles destaca, por su robustez y probada eficacia práctica, el *proceso de la jerarquía analítica* (*Analytic Hierarchy Process*, AHP) sugerido por SAATY (1980) para la toma de decisiones con múltiples criterios.

4.1. APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO. LA METODOLOGÍA AHP

El *proceso jerárquico analítico* (AHP) es una metodología discreta de decisión multicriterio que permite identificar soluciones *satisfactorias* a través de la clasificación de las opciones disponibles para resolver un problema determinado.

En términos de AHP el problema se define como una *estructura jerárquica* en cuya cúspide se hallan los *finés* últimos perseguidos por el proceso de decisión; en la base se sitúan las *alternativas* de decisión, cuya contribución relativa al cumplimiento de los objetivos pueden enjuiciarse de acuerdo con dos o más *criterios* que ocupan la sección intermedia.

El carácter *jerárquico* de esta construcción se debe a la existencia de una relación de prelación entre los tres niveles²⁷: las alternativas, en la base, se enjuician a la luz de los criterios de decisión, cuya importancia está a su vez relacionada con la naturaleza de los objetivos del proceso. Se sigue de ello que la relevancia de un criterio en particular, por

²⁴ En realidad las técnicas basadas en las puntuaciones eluden la cuantificación de los factores intangibles, que es sustituida por una estimación subjetiva de su importancia relativa (o comparada).

²⁵ Por ejemplo, el escalamiento multidimensional.

²⁶ Obsérvese que ello no presupone el carácter individual o grupal del sujeto decisor. AHP ha sido utilizada con profusión como mecanismo para la agregación de preferencias en el marco de sistemas de soporte a la decisión de grupo (GDSS).

²⁷ El objetivo de la desagregación es, señala SAATY (1983), "*(...) derivar prioridades en los elementos del último nivel que reflejen lo mejor posible su impacto relativo en el foco de la jerarquía*" (141)

ejemplo el ROI, dependerá de la naturaleza del problema y de los objetivos perseguidos por el decisor²⁸.

AHP no requiere la formalización de las preferencias del decisor a través de funciones de utilidad ni la cuantificación de la utilidad o valor de cada alternativa; es por ello que no conduce a la identificación de una solución óptima o eficiente en sentido estricto, sino a una clasificación de las alternativas que, se garantiza, es coherente con los juicios o preferencias manifestados *implícitamente* por el decisor.

Conocidos los elementos de la estructura - fines, criterios y alternativas -, AHP opera sobre una sucesión de comparaciones por parejas inspirada en el principio de *juicio comparativo*: todos los elementos de cada nivel jerárquico son enfrentados dos a dos para determinar cuál es su contribución relativa a cada elemento del nivel inmediatamente superior, siempre de acuerdo con la percepción subjetiva del decisor.

La comparación de los criterios, por parejas, a la luz de los fines permite obtener una *matriz de dominaciones* a partir de la cual pueden obtenerse ciertos coeficientes representativos de la importancia relativa que el decisor atribuye implícitamente a cada criterio²⁹. En cada comparación se solicita al decisor que señale cuál de los dos elementos prefiere, y con qué intensidad en una escala de uno a nueve³⁰.

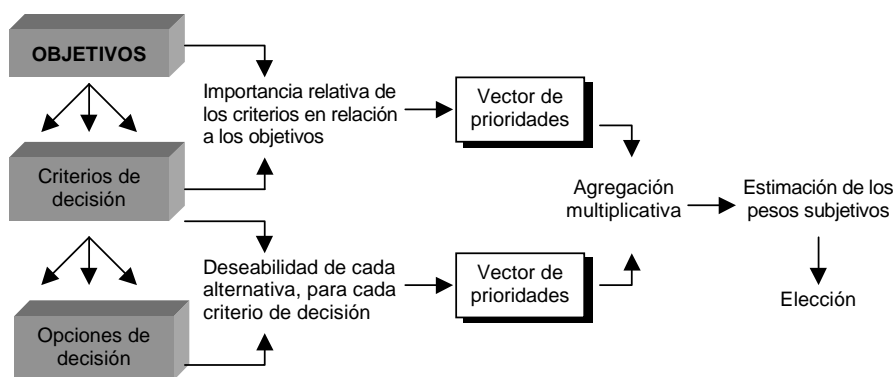
Seguidamente, se enfrentan las distintas alternativas, también por parejas, a la vista de cada criterio, lo que permite obtener índices de prioridades de cada alternativa en relación a cada objetivo (Fig. 3).

²⁸ La importancia relativa de cada criterio en relación a los objetivos se materializa en un factor de ponderación.

²⁹ El cálculo de estos coeficientes puede abordarse, de forma aproximativa, mediante una agregación geométrica de las ponderaciones atribuidas por los decisores aunque, como señala SAATY, la solución exacta es el vector característico, o *eigenvector*, de la matriz de dominaciones.

³⁰ La estructura de la escala de AHP ha sido objeto de una notable controversia ya que se ha sugerido que su naturaleza podría afectar a la clasificación final.

Fig. 3. Estructura operativa de AHP



Finalmente el vector de preferencias correspondiente a la comparación de los criterios en relación al objetivo es objeto de agregación multiplicativa con los n vectores de preferencias correspondientes a las comparaciones de las alternativa en relación a los criterios; esta agregación conduce a un vector cuyos valores son consistentes con las preferencias reales del decisor y pueden interpretarse como indicativos de la deseabilidad global de cada una de las alternativas de decisión.

Obsérvese que AHP permite clasificar las alternativas de decisión *eludiendo* el problema de la valoración de estas alternativas, aptitud que resulta particularmente conveniente cuando, como en el caso de los proyectos intensivos en TI, la precisión de la cuantificación es discutible.

En relación a los modelos basados en puntuaciones señalados más arriba, la principal aportación de AHP es el hecho de que las ponderaciones y la propia clasificación final resultan de una agregación normalizada realizada internamente en el modelo, lo que reduce el peso de la arbitrariedad en la elección final; esto es particularmente cierto cuando el sujeto decisor es un grupo de trabajo y la decisión final es el resultado de un proceso de negociación y de la integración de varios sistemas de preferencias.

La metodología ofrece asimismo una innegable simplicidad práctica, lo que facilita su utilización por parte de decisores y grupos de trabajo que poseen un conocimiento únicamente superficial de las técnicas de decisión multicriterio y, en general, de los modelos de decisión³¹; existen asimismo múltiples versiones AHP asistidas por ordenador, susceptibles de ser incorporadas a herramientas de trabajo cooperativo y de decisión de grupo (GDSS).

³¹ DYER (1990) señala, por el contrario, el carácter ambiguo de las comparaciones dos a dos ya que, en ocasiones, la ausencia de una referencia pone en cuestión la capacidad del decisor para expresar

Las principales críticas al método, como la dependencia de la estructura de las preguntas (DYER, 1990) o la inversión de la clasificación, o *rank reversal* (HARKER, 1989), han sido suficientemente aclaradas con la publicación, *a posteriori*, de sus fundamentos analíticos (SAATY, 1986), lo que confiere a AHP gran solidez teórica y práctica. Desde el punto de vista de la toma de decisiones relativas a los sistemas de información, AHP ofrece un marco formal idóneo para la captura e integración de los factores intangibles³² y para la agregación de juicios multipersonales (SAATY, 1989)³³.

5. CONCLUSIONES

La valoración de los proyectos de inversión en tecnologías de la información ha estado sometida a una notable controversia como consecuencia de, principalmente, la ausencia de un marco formal que precise la naturaleza de los costes y las ventajas que se pueden esperar de esta categoría proyectos. La clasificación de estas alternativas debe realizarse de acuerdo con una medida global de su deseabilidad en términos de negocios, capaz de integrar las consideraciones financieras con una estimación de la cuantía de los elementos intangibles de coste, beneficio y riesgo implicados en la ejecución del proyecto. Esta valoración puede abordarse mediante técnicas de perfil estratégico, esencialmente cualitativas, o a través de especificaciones ampliadas del concepto de retorno sobre la inversión aunque existe también la posibilidad de utilizar, de forma innovadora, técnicas de decisión multicriterio entre las que hemos señalado a AHP por su rigor formal y por la reputación adquirida en el tratamiento de problemas empresariales reales.

racionalmente sus preferencias : "(...) - estas preguntas - requieren que el decisor determine implícita o explícitamente un punto 0.0 de referencia en una ratio de escalas" (DYER, 1990: 250).

³² AHP trata con "(...) lo intuitivo, lo racional y lo irracional que está en todos nosotros al mismo tiempo (...) No requiere que los juicios sean consistentes o incluso transitivos. El grado de consistencia (o inconsistencia) de los juicios se revela al término del proceso AHP" (SAATY, 1983: 140-141).

³³ AHP respalda satisfactoriamente la toma de decisiones por parte de grupos.

Referencias bibliográficas

- Bannister, F.; Remenyi, D. (1999): *Value Perception in IT Investments*. Journal of Information Systems Evaluation Vol. 3, Septiembre. Fuente: <http://is.twi.tudelft.nl/ejise/vol3/paper1.html> (17.2.00)
- Brynjolfsson, E. (1993): *The Productivity Paradox on Information Technology: Review and Assessment*. Communications of the ACM, Diciembre: 66 - 77.
- Denison, E. F. (1985): *Trends in American Economic Growth, 1929 - 1982*. Washington: Brookings Institution Press.
- Dyer, J. S. (1990) : *Remarks on the Analytic Hierarchy Process*. Management Science Vol. 36, nº 3, Marzo: 249-258.
- Escobar Pérez, B. (1997): *La evaluación económica de los sistemas de información*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Freeman, C. (1991): *The Nature of Innovation and the Evolution of the Productive System*, en *Technology and Productivity: The challenge for Economic Policy*: 303 - 314. París: OCDE. http://www.oecd.org/publications/observer/213/Article3_eng.htm.
- Gordon, R. (1999): *Has the New Economy Rendered the Productivity Slowdown Obsolete?* Fuente: <http://faculty.web.at.nwu.edu/economics/gordon> (20.07.00)
- Harker. P. T. (1989) : *The Art and Science of Decision Making: The Analytic Hierarchy Process* ; en Golden *et al.* (eds.) (1989) : *The Analytic Hierarchy Process. Applications and Studies*. Heidelberg: Springer Verlag: 3-36.
- Itami, H. (1987): *Mobilizing Invisible Assets*. Cambridge: Harvard University Press.
- Jorgenson, D.; Stiroh, K. (1999): *Information Technology and Growth*. The American Economic Review. Mayo.
- Lincoln, T. (1990): *Managing Information Systems for Profit*. Nueva York: John Wiley and Sons.
- Lindbeck, A. (1991): *Lessons from the Conference*, en *Technology and Productivity: The challenge for Economic Policy*: 13 - 15. París: OCDE.
- Norton, D. (1986): *A Case Study: Hercules Incorporated*. Stage by Stage Vol. 6, nº 5: 11 - 17.
- OCDE (1991): *Technology and Productivity: The Challenge for Economic Policy*. París.

- OCDE (1998): *What Drives Productivity Growth?* The OECD Observer número 216, Agosto - Septiembre.
- Parker, M. M.; Benson, R. J.; Traynor, H. E. (1988): *Information Economics. Linking Business Performance to Information Technology*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Peters, G. (1990): *Evaluating your Computer Investment Strategy*. Journal of Information Technology Vol. 2: 197 - 208.
- Remenyi, D: (2000): *The Elusive Nature of Delivering Benefits from IT Investment*. Electronic Journal of Information Systems Evaluation Vol. 4, Marzo. <http://is.twi.tudelft.nl/ejise/vol4/paper1.html> (28.07.00)
- Saaty, T. L. (1980) : *The Analytic Hierarchy Process*. Nueva York : McGraw - Hill.
- Saaty, T. L. (1983) : *Priority Setting in Complex Problems*. IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. EM30, nº 3, Agosto: 140-155.
- Saaty, T. L. (1986): *Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process*. Management Science Vol. 32, nº 7, Julio: 841-855.
- Saaty, T. L. (1989): *Group Decision Making and the AHP*, en Golden, B. L.; Wasil, E. A.; Harker, P. T. (eds.): *The Analytic Hierarchy Process. Applications and Studies*. Heidelberg: Springer Verlag, 1989: 59-67.
- Scott Morton, M. S. (ed.) (1991): *The Corporation of the 1990's*. Nueva York: Oxford University Press.
- Sichel, D. E. (1997): *The Computer Revolution. An Economic Perspective*. Washington: Brookings Institution Press.
- Solow, R. M. (1987): Revisión de Cohen, S. S. y Zysman, J.: K: *Manufacturing matters: The Myth of the Post - Industrial Economy*. Nueva York: New York Book Review, 12 de Julio.
- Strassman, P. A. (1985): *Information Payoff: The Transformation of Work in the Electronic Age*. Nueva York: Free Press.
- Strassman, P. A. (1990): *The Business Value of Computers*. New Canaan: The Information Economics Press.
- Ward, J. M. (1994): *A Portfolio Approach to evaluating Information Systems Investments and Setting Priorities*, en Willcocks, L. (1994): *Information Management. The Evaluation of Information Systems Investments*. Londres: Chapman and Hall.