

# El capital estructural tecnológico como medida de crecimiento económico regional

JOSÉ LUIS ALFARO NAVARRO

*Departamento de Economía Política y Hacienda Pública,  
Estadística Económica y Empresarial y Política Económica*

VÍCTOR RAÚL LÓPEZ RUIZ

*Departamento de Economía Española e Internacional,  
Econometría e Historia e Instituciones Económicas  
UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA*

e-mail: JoseLuis.Alfaro@uclm.es; Victor.Lopez@uclm.es

## RESUMEN

La disponibilidad de recursos naturales, el factor trabajo, el capital y la tecnología, han sido las raíces de las grandes transformaciones producidas en numerosos territorios. Sin embargo, en los últimos tiempos, el papel del conocimiento y, por tanto, del capital intelectual ha ganado importancia en este proceso. Para medirlo, utilizamos un modelo agregado que considera: capital humano y estructural, donde cada uno es determinado utilizando indicadores absolutos y relativos, que desde una perspectiva empresarial, activan, de acuerdo a su eficiencia, diferentes gastos como *stocks* intangibles.

En este trabajo, proponemos una alternativa soportada en la técnica estadística de componentes principales para la determinación de los indicadores de eficiencia utilizados en el cálculo del capital estructural tecnológico. Posteriormente, analizamos y comparamos su incidencia en el crecimiento económico regional español.

*Palabras clave:* Capital intelectual, intangibles, componentes principales, factor tecnológico, desarrollo regional.

## The Technological Structural Capital as Measure of Regional Economic Growth

### ABSTRACT

Available natural resources, labour, capital and the technology factors have been the roots of the big transformations taken place in numerous territories. However, in the last times, the role of the knowledge, the intellectual capital, has won a bigger importance in growth process. In this sense, we use an aggregate model, that considers: human and structural capitals, where each component is determined using absolute and relative (efficiency) indicators. These indicators activate, supported in enterprise models, different expenditures as intangible stocks.

In this work, we propose an approach, supported on principal components analysis, for the determination of the efficiency indicators used in the measurement of structural capital. Finally, we analyse the relationship between this capital and the Spanish regional economic growth.

*Keywords:* Intellectual Capital; Intangibles; Principal Components; Technological Factor; Regional Development.

Clasificación JEL: O33, R11.

---

Artículo recibido en enero de 2008 y aceptado para su publicación en mayo de 2008.

Artículo disponible en versión electrónica en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref. 26304.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cambios que se están produciendo en la economía mundial, conducen a la consideración del conocimiento como el elemento básico de la escena económica. Esta situación hace que sea necesario definir, medir y gestionar este conocimiento, y por lo tanto, el Capital Intelectual, tanto en los distintos niveles de la administración como en los agentes empresariales.

La influencia del conocimiento ha sido tratada desde distintas perspectivas, si bien, en este trabajo vamos a considerar los modelos que siguen una concepción más amplia del factor humano y estructural, esto es, los intangibles, o Capital Intelectual desde un enfoque agregado. Estos modelos pasan por definir una serie de grupos que conforman este capital intelectual y el establecimiento de una serie de indicadores para su medición y evaluación, provenientes de la aplicación en la empresa (Edvinsson y Malone, 1997; o Kaplan y Norton, 1997).

Entre los más citados, son referentes los trabajos a nivel agregado de: Edvinsson y Stenfelt (1999), que adaptan el Navegador de Skandia al sector público, desarrollando el concepto de Capital Intelectual de Naciones como fuente de creación de riqueza, soportándolo en cinco fuerzas de creación de valor: innovación, conocimiento, capital humano, tecnologías de la información e inversiones en capital intelectual; Roos (1996), introduce el concepto de índice CI, como única medida que sintetiza el rendimiento de los diferentes componentes del Capital Intelectual (humano y estructural), aplicado posteriormente al sector público australiano (Dragonetti y Roos, 1998); el análisis sobre Capital Intelectual de Rembe (1999) para Suecia, que proporciona una panorámica de cómo éste puede ser utilizado para conseguir futuro crecimiento y beneficios; los análisis de Pasher (1999) sobre intangibles para Israel como fuente de ventaja competitiva; o finalmente, el trabajo para la región árabe de Bontis (2002) en el que mantiene argumentos similares a los anteriores.

De forma paralela a estos procesos de medición del capital intelectual, han tomado y lo continúan haciendo, mayor relevancia los espacios regionales o incluso locales en el mundo en general y en los países que nos rodean en particular. En dicho contexto, consideramos en este estudio la influencia del capital intelectual en el crecimiento y desarrollo de las comunidades autónomas de España.

Con estas premisas, un factor clave para analizar el desarrollo de cada una de las comunidades españolas, lo constituye el desarrollo y la gestión del capital intelectual, concretamente del capital humano y estructural, lo que supone una gestión y conocimiento del mismo dentro de cada comunidad, conformándose como actores principales en el diseño de políticas y actuaciones para conseguir un mayor desarrollo. En la actualidad, la gestión de este capital intelectual permite la obtención de ventajas competitivas.

Partiendo de esta realidad, utilizando un modelo estándar que correlaciona y mide los crecimientos de renta con los niveles de capital intelectual de las zonas geográficas, vamos a poder desarrollar comparaciones entre las distintas comunidades. El

modelo utilizado, nos lleva a la consideración de dos elementos en la medición del capital intelectual: el capital tecnológico (estructural) y el capital humano.

En este caso, nos centramos en la medición del capital tecnológico mediante la elaboración de una estrategia en la determinación de dicho capital que permita: la obtención de un indicador de eficiencia de forma más intuitiva mediante la utilización de técnicas estadísticas, ya que habitualmente los pesos de tales índices se seleccionan de forma subjetiva, y la comparación monetaria del desarrollo y ‘gasto tecnológico eficiente’ de cada comunidad autónoma.

## 2. UN MODELO DE CAPITAL INTELECTUAL AGREGADO. MÉTODO ANINAC

En la actualidad, el conocimiento del valor de los activos intangibles “ocultos” o capital intelectual que tiene una economía se convierte en elemento clave para estimar el “valor real” de la misma, esto es, no es suficiente con la cuantificación del valor de producción para estimar las diferencias en la economía del conocimiento. Entre otras razones, muchos de los factores que generan o generarán valor en dicha economía no son tenidos en cuenta de forma adecuada, como el factor humano, la innovación, etc.

Por otra parte, al no contar con un valor exacto del importe del capital intelectual por su propia esencia, podremos, al menos, establecer estimaciones sobre la posición relativa de éste en cada país o región, así como observar su evolución. No obstante, es necesario precisar que no existe un único modelo como alternativa, de ahí, que cada organización establece los indicadores más convenientes para medir dichos capitales.

Entre otros indicadores, podemos citar el porcentaje sobre producto del gasto de I+D, el empleo en sectores innovadores o, algunos más elaborados, como el Índice Sintético de Innovación Regional Nacional (Regional National Summary Innovation Index. RNSII), que muestra el grado de innovación de la región respecto a su media nacional, o el Índice Sintético Revelado de Innovación Regional (Revealed Regional Summary Innovation Index. RRSII), que se calcula como una media simple entre el RNSII y el Índice Sintético de Innovación Europea Regional (Regional European Summary Innovation Index-REUSII)<sup>1</sup>, o el índice CI de Roos (1996), citado anteriormente.

En este sentido, para la elaboración de la herramienta, recogemos la propuesta metodológica del sistema de *Análisis Integral* aplicado a las organizaciones empresariales para la medición y gestión de activos ocultos (Nevado y López, 2002), en la estimación del capital estructural tecnológico.

Bajo esta perspectiva micro, desarrollada en López y Nevado (2006) como ANIN (Análisis Integral), el capital intelectual es resultado de aquellos beneficios futuros que generará una organización como consecuencia de aspectos relaciona-

---

<sup>1</sup> Para más detalle, véase documento European Commission (2003).

dos con el capital humano y con otros estructurales (la capacidad de innovación, las relaciones con los clientes, la calidad de los procesos, productos y servicios, cultura empresarial y política de comunicación), que permiten aprovechar mejor las oportunidades. Dada su complejidad, difícilmente podemos explicitar todas y cada unas de sus componentes, por lo que, tendremos la siguiente igualdad de partida:

$$IC_i = HC_i + SC_i + NEC_i \quad (1)$$

Donde;

- *IC<sub>i</sub> es el Capital Intelectual de la organización i.*
- *HC<sub>i</sub> es el Capital Humano.* Recoge los conocimientos, aptitudes, motivación, formación, etc., de los trabajadores; así como, el sistema de remuneración y política de contratación que posibilitan tener los efectivos adecuados para el futuro.
- *SC<sub>i</sub> es el Capital Estructural.* Definido como suma de los capitales de procesos internos (calidad), relacional o comercial (clientes, proveedores), *comunicacional* (marketing) y de investigación, desarrollo e innovación (potencial tecnológico e innovador).
- *NEC<sub>i</sub> es el Capital no explicitado.* Aquellos capitales humanos y estructurales no incluidos en los anteriores, debido a su escasa importancia y a las restricciones de cálculo para su cuantificación, pero que, en conjunto, habría que considerar.

El capital intelectual se puede medir así, mediante el establecimiento de los distintos componentes, y presentando indicadores pertinentes que sean fácilmente inteligibles, aplicables y comparables. Estos indicadores son agrupados en dos tipos:

1. *Absolutos (AI).* Es decir, medidos en unidades monetarias y sin relación con otra magnitud.
2. *De eficiencia (EI).* Son índices porcentuales que fluctúan de 0 a 1, siendo 0 la cota que indica una situación más desfavorable y 1, la más favorable.

El producto entre tales indicadores para estimar cada componente (AI·EI), se nutre de la idea de que un gasto, como por ejemplo formación, ha de ser contabilizado, al menos en parte (la que determine la eficiencia de la acción), como activo, que a su vez explicará el valor extracontable de una organización, es decir, el exceso del valor de mercado sobre la cuantía de su patrimonio en los estados contables. En el marco agregado, son igualmente asumidos ciertos gastos como el de I+D o el de educación, como generadores de conocimiento y riqueza, siendo necesaria para su corrección un índice de eficiencia de los mismos, es ésta la principal contribución en el modelo que proponemos a continuación de ANálisis INtegral Agregado Corregido (ANINAC).

Las aportaciones y ventajas del uso de esta metodología se centran en su cercanía, en cuanto a sistema de información a la Nueva Economía. Es evidente que nuestras ‘viejas’ estadísticas necesitan cambios para ser analizadas, así se pone de manifiesto en Castells (2000) cuando se analiza la evolución de la productividad en las últimas décadas del siglo XX: “...Por tanto, el cambio organizativo, la formación de una nueva fuerza de trabajo y el proceso de ‘aprender haciendo’, al impulsar los usos productivos de la tecnología, tendrían que acabar manifestándose en las estadísticas de productividad. A condición de que las categorías estadísticas estuvieran en condiciones de reflejar esos cambios”<sup>2</sup>.

En este sentido, nuestra propuesta de elaborar un modelo agregado (ANINAC) intenta corregir carencias de la vieja economía. Dicho enfoque repercute en variables convencionales como la renta. Así, el desarrollo humano y estructural es correlacionado con el crecimiento económico de un área geográfica desde las perspectivas de desarrollo endógeno e identifica de manera óptima el nuevo recurso económico: el conocimiento. Por tanto, la gran ventaja es que se establece un modelo estándar que correlaciona y mide los crecimientos de renta con los niveles de capital intelectual de las zonas geográficas, permitiendo realizar comparaciones entre ellas.

Como principales inconvenientes o limitaciones del enfoque contamos con la obtención de la información necesaria, si bien es cierto que, en los últimos años, se están iniciando proyectos estadísticos, desde las naciones, con nuevas encuestas en esta línea<sup>3</sup>. Por otra parte, el propio método de generación de los componentes del capital intelectual presenta, tanto en la elaboración de los indicadores como en el establecimiento de las distintas ecuaciones que mejor sintetizan cada uno de los componentes, algún grado de subjetividad; por ello, y para reducir al máximo la misma, deben definirse claramente las pautas de medición y valoración.

El método de generación de intangible intelectual (humano o estructural) se condensa en las siguientes ecuaciones.

1. Un capital (humano o estructural) estará formado por indicadores absolutos ( $AI$ ) y relativos o de eficiencia ( $EI$ ). El modelo multiplicativo es el que se sigue para el generador del capital  $X$  ( $XC$ ), pero un capital puede estar formado por más de un generador:.

$$XC = \sum_{c=1}^m AI_c \times EI_c \quad (2)$$

con  $m$  generadores del capital  $X$ .

<sup>2</sup> Castells, M. (2000): La era de la Información. p. 125.

<sup>3</sup> Así, por ejemplo, la encuesta de uso de TIC y comercio electrónico en las empresas, integrada en los planes de estadísticas comunitarias sobre sociedad de la información, del Instituto Nacional de Estadística. Su objetivo es obtener la información necesaria que permita medir el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones y el comercio electrónico en las empresas de los países miembros.

Restricciones:

$$AI = \sum_{i=1}^N AI_i \quad (3)$$

con  $N$  indicadores absolutos, pertenecientes al capital  $X$ .

$$EI = \sum_{i=1}^k w_{ji} EI_i \quad (4)$$

con  $\sum w_j = 1$

con:  $K$ , indicadores de eficiencia pertenecientes al capital  $X$  y  $w$ , ponderaciones que afectan a los indicadores de eficiencia, entre 0 y 1, siendo la suma de todas la unidad.

2. Los indicadores absolutos de un capital son propios del mismo y no podrán participar en la generación de otro.
3. Los indicadores de eficiencia de un capital no son exclusivos del mismo y podrán participar en la configuración de otro capital o en la del mismo afectando a otro indicador absoluto, esto es, participar en más de un generador de un mismo capital.

Dentro de las componentes del modelo agregado del capital intelectual nos vamos a centrar en la determinación de la componente relacionada con el capital estructural. Este capital va a estar formado por indicadores absolutos y de eficiencia, donde el indicador de eficiencia dependerá de la ponderación asignada a cada uno de los elementos considerados.

Dentro de los indicadores absolutos vamos a utilizar la información relacionada con el gasto de I+D, este indicador va a ser filtrado con un índice de eficiencia tecnológica. Uno de los inconvenientes del modelo empresarial de análisis integral es el grado de subjetividad implícito en la determinación de los indicadores de eficiencia, así como en la ponderación de los mismos, debido a la falta de criterio y estandarización. La determinación de estos indicadores, tradicionalmente, trata de limitarse con el conocimiento del sistema y la igual ponderación de todos los indicadores utilizados.

Esta situación unida a la existencia de sobreinformación, frecuente en el ámbito agregado en aspectos como la innovación, hace necesario la aplicación de métodos estadísticos para reducir la dimensión de la información y determinar ponderaciones objetivas. Este proceso de corrección de ponderaciones mediante análisis factorial aplicado en el modelo agregado (de ahí la denominación de Corregido en ANINAC), mejora la objetividad y consistencia de los resultados y los métodos aplicados usualmente en el ámbito empresarial. Así pues, a partir de las ecuaciones 2 a 4, planteamos el indicador estructural de eficiencia tecnológica regional, incorporando un elevado grupo de variables, según la ecuación 5:

$$EI = \sum_{j=1}^f w_j \left[ \sum_{i=1}^k u_i \times EI_i \right]_j \quad (5)$$

con  $\sum w_j = 1$

donde  $w$  sería el porcentaje de varianza retenido por cada factor (un total de  $f$ );  $u_i$  los vectores característicos de cada componente principal; y  $EI_i$  los índices de eficiencia (variables) considerados.

Por último, el indicador del capital estructural obtenido, se expresará en términos relativos de PIB para posibilitar la comparabilidad entre comunidades autónomas, en términos de desarrollo e innovación.

### 3. ÍNDICE DE EFICIENCIA TECNOLÓGICA GENERADO POR COMPONENTES PRINCIPALES

El modelo inicial aplicado a la componente tecnológica regional incluirá como indicador absoluto el gasto en I+D, pero su indicador de eficiencia será el resultante de un indicador obtenido de una selección de información de la Encuesta de uso de la TIC y el comercio electrónico en las empresas, disponible en el INE mediante la reducción de la dimensión a través de un análisis factorial. Si nos acercamos a dicha encuesta observamos que la información disponible por comunidades autónomas es adecuada dado que contamos con un número elevado de indicadores a ese nivel de desagregación.

El formato de la información es óptimo, pues se trata de porcentajes de aplicación tecnológica por las empresas en cada región. No obstante, el nivel de desagregación y el detalle de la información resultan en redundancias que han de ser filtradas en inicio. De esta forma, hemos seleccionado un total de trece variables, de las disponibles, dada su representatividad en la determinación del uso de las nuevas tecnologías en las empresas y evitando la existencia de redundancias. Una vez seleccionada esta información hemos analizado la adecuación de la realización de un análisis factorial (verse la tabla 1).

**TABLA 1**  
KMO y Prueba de Bartlett.

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		,710
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	192,166
	Grados de libertad	78
	Significación	,000

*Nota:* Software empleado SPSS 15.

Estos resultados muestran que, dado el valor de la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meher-Oklin (KMO) y el nivel de significación de la prueba de esfe-

recidad de Bartlett, resulta adecuado realizar un análisis factorial con la información disponible. De esta forma podemos reducir la información aportada por las variables seleccionadas, identificando unos indicadores tecnológicos regionales que recogen un porcentaje elevado de esa información. Estos indicadores (factores) aparecen recogidos en la tabla 2 con el peso que cada variable tiene en los mismos.

En la selección del número de factores a retener hemos utilizado el criterio de considerar aquellos autovalores superiores a la media, obteniendo como resultado cuatro factores, que explican el 52,02%, 15%, 11,45% y 8,36% de la varianza, respectivamente, mientras que en conjunto alcanzan el 86,82%. En los cuatro factores se alcanzaron valores del alfa de Cronbach de 0,880; 0,856; 0,888 y 0,891, respectivamente, en tanto que para el conjunto de variables se obtuvo un alfa global de 0,905 por lo que podemos concluir la existencia de una buena consistencia interna dentro de cada factor.

Además, hemos optado por la rotación de la matriz de componentes permitiendo una interpretación más sencilla y adecuada de los factores obtenidos.

**TABLA 2**  
Matriz de componentes rotados<sup>4</sup>.

Variables: Empresas con	Componente			
	1	2	3	4
Ordenadores	-,019	-,038	,941	,151
Red de Área Local (LAN)	,245	,090	,227	,881
Conexión a Intranet	,489	,309	,316	,706
Servicios de e-mail	,334	,268	,827	,244
Empleados conectados a los sistemas TIC de la empresa por redes telemáticas externas	,155	,773	,189	,508
Sistemas informáticos para la gestión de pedidos	,914	,068	,092	,150
Herramientas informáticas ERP para compartir información sobre compras/ventas	,645	,606	,067	,111
Recepción/envío de facturas electrónicas automáticas en formato digital	,639	,490	,198	,017
Herramientas de gestión de clientes CRM	,181	,787	,351	-,272
Interactuación con las AAPP mediante Internet	,874	,018	,101	,272
Conexión a Internet	,127	,282	,882	,110
Sitio/página web	,736	,482	,105	,239
Especialistas en TIC, en enero de 2007	,144	,889	,045	,328

Fuente: Elaboración propia. Software empleado SPSS 15.

<sup>4</sup> Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

En función de las variables con mayor carga factorial hemos nombrado los cuatro factores de la siguiente manera:

- *Factor 1*: Nueva Gestión. Este factor está relacionado con el uso de Nuevas Tecnologías e Internet en la relación con el entorno (clientes, proveedores y administraciones). Se trata de un indicador de la capacidad de nueva gestión empresarial como Red y de las herramientas de gestión del conocimiento como sistemas ERP.
- *Factor 2*: Orientación al cliente y mano de obra cualificada. Factor relacionado con la presencia de personal especialista en TIC en las empresas, que se impliquen con las mismas en el desarrollo de la actividad, soportados en la orientación de la compañía al cliente (sistemas CRM).
- *Factor 3*: Uso básico de tecnología. Este factor está relacionado con la disponibilidad de terminales, conectividad a Internet y uso básico de estas tecnologías, como la función de correo.
- *Factor 4*: Uso de redes locales-Intranet. Factor relacionado con la disponibilidad y uso de tecnologías de red interna o local para el desarrollo de la actividad.

Estos factores de eficiencia tecnológica habrían de incorporarse con ponderaciones en sentido inverso en dos vías:

1. Eficiencia tecnológica básica: factores tres y cuatro, son indicadores de una apuesta tecnológica genérica de las organizaciones para un primer nivel.
2. Eficiencia tecnológica aplicada a la cadena de valor: serían los factores uno y dos, incorporando a la gestión de la cadena de valor las nuevas tecnologías. La ponderación ha de ser más alta, actuando como diferenciador de la aplicación tecnológica.

Con la matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones, según ecuación 5, hemos procedido a obtener cuatro componentes principales. Si bien, el análisis desarrollado se basa en un análisis factorial, al utilizar como método de extracción componentes principales, es relativamente sencillo pasar de: un conjunto de ecuaciones donde se exprese cada una de las variables en función de cada uno de los factores comunes obtenidos más una especificidad (Análisis Factorial); a, obtener una combinación lineal de las variables originales (Análisis de Componentes Principales)<sup>5</sup>. En este trabajo, nos hemos decantado por la utilización de estas componentes principales ya que nos van a permitir obtener unos indicadores tecnológicos que resumen la información de las variables originales a través de una combinación lineal de las mismas.

---

<sup>5</sup> Véase, por ejemplo, Uriel (2005: 414).

Una vez obtenidas las componentes principales fue necesario llevar a cabo un cambio de escala para expresarlas en las mismas unidades que las variables iniciales (porcentajes) y además, conseguir que el campo de variación esté acotado como en las variables iniciales entre 0 y 100, como requiere el modelo para los indicadores de eficiencia.

El valor de cada una de las componentes para todas las regiones y ciudades autónomas, aparece recogido en la tabla 3. Si consideramos cada una de las componentes por separado podemos observar que existen nueve comunidades con porcentajes de la componente uno y cuatro situados por encima de la media de España y once comunidades con valores superiores a la media para la componente dos y tres. Además, de existir una mayor dispersión en los valores obtenidos por comunidades para los factores de tecnología aplicados a la cadena de valor que para los factores de tecnología básica, donde los porcentajes son más parecidos. Es decir, la brecha tecnológica está directamente relacionada con los factores tecnológicos incorporados a la cadena de valor.

**TABLA 3**  
Componentes regionales sobre tecnología, Año 2006.

CC.AA.	C.P. 1	C.P. 2	C.P. 3	C.P. 4	EI
Andalucía	37,71	39,45	34,02	73,80	<b>41,00</b>
Aragón	45,70	41,76	34,83	74,51	<b>46,36</b>
Asturias (Principado de)	43,97	41,36	33,81	74,73	<b>45,14</b>
Baleares (Islas)	38,36	39,08	36,39	76,52	<b>41,90</b>
Canarias	37,48	36,57	36,24	76,85	<b>40,95</b>
Cantabria	39,79	41,20	34,89	75,35	<b>42,81</b>
Castilla y León	40,77	41,61	33,20	75,53	<b>43,27</b>
Castilla-La Mancha	36,62	41,32	33,49	73,68	<b>40,59</b>
Cataluña	47,35	38,14	35,25	75,32	<b>46,85</b>
Comunidad Valenciana	41,93	40,16	35,02	74,64	<b>43,86</b>
Extremadura	35,79	42,39	34,71	77,14	<b>40,77</b>
Galicia	40,01	40,20	34,35	73,12	<b>42,48</b>
Madrid (Comunidad de)	48,63	37,51	37,00	74,06	<b>47,62</b>
Murcia (Región de)	36,85	39,67	34,74	73,63	<b>40,60</b>
Navarra (Com. Foral de)	45,77	41,34	32,09	77,06	<b>46,21</b>
País Vasco	46,85	42,76	35,34	75,79	<b>47,41</b>
Rioja (La)	43,25	43,27	31,87	74,88	<b>44,80</b>
Ceuta y Melilla	42,37	34,44	29,66	75,43	<b>42,51</b>
Media	41,62	40,12	34,27	75,11	<b>43,62</b>
Desviación típica	3,97	2,24	1,72	1,19	<b>3,11</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por último, para la obtención de un único índice de eficiencia tecnológica para cada comunidad autónoma hemos considerado una media ponderada de cada una de estas componentes con un peso que viene medido en términos de la participación porcentual de cada una de las componentes en la varianza retenida por el modelo. Es decir, la primera componente tiene una ponderación de 52,02; la segunda de 15, la tercera de 11,45 y la cuarta de 8,36, coincidiendo la suma de estos valores con el 84,81% de la varianza retenida por las cuatro componentes principales<sup>6</sup>.

Este indicador relativo o de eficiencia (*EI*) viene recogido en la última columna de la tabla 3. Son destacables los valores alcanzados por la Comunidad de Madrid, País Vasco y Cataluña por el lado positivo, donde el valor del indicador de eficiencia tecnológica alcanza cotas cercanas al 50%. Por el contrario, Castilla-La Mancha, Región de Murcia y Extremadura son las de menor porcentaje para este indicador, alcanzando valores ligeramente superiores al 40%. Estos resultados parecen mostrar la existencia de cierta vertebración de la I+D en España, ya que junto a la capital son las comunidades situadas al norte, las que presentan un mayor valor del indicador tecnológico, mientras que son las del sur, junto con las islas, las que cuentan con un valor más discreto para el mismo.

Posteriormente, considerando el indicador absoluto dado a través del gasto en I+D, se obtiene un indicador del capital estructural regional, recogido en la tabla 4, de acuerdo a la eficiencia tecnológica y de innovación. Valor que si lo expresamos en términos relativos del PIB, nos permite llegar a la conclusión de que las comunidades mejor posicionadas en estos términos son la de Madrid, la Foral de Navarra, el País Vasco y Cataluña. En el lado opuesto, nos encontramos con graves problemas, tanto de eficiencia como de gasto en I+D, a Baleares y Ceuta y Melilla, acompañadas en el grupo de cola por otras comunidades con, fundamentalmente, carencias de eficiencia, Castilla-La Mancha y Extremadura.

En síntesis, como demostramos más adelante, al considerar el nivel de aprovechamiento del conocimiento en el gasto tecnológico, la eficiencia que determina el aprovechamiento de ese gasto como un stock oculto o intangible, es superior para las comunidades más desarrolladas, es decir, aumenta la brecha tecnológica por el conocimiento.

---

<sup>6</sup> La suma de las ponderaciones, según ecuación 5, ha de ser la unidad, es decir, cuando en la primera componente se dice un 52,02 es sobre el total de la varianza retenida (84,81), lo que se traduce en un 0,6134.

**TABLA 4**Capital Tecnológico ( $TC = AI \times EI$ ). Absoluto (Miles euros) y relativo (%PIB). Año 2006.

CC.AA.	Gasto I+D (AI) (Miles €)	EI (%)	TC (Miles €)	PIB pm (Miles €)	Gasto I+D (%)	TC (%)
Andalucía	1.213.816	41,00	497.652	135.294.679	0,897	<b>0,3678</b>
Aragón	263.428	46,36	122.121	30.089.509	0,876	<b>0,4059</b>
Asturias (Principado de)	188.113	45,14	84.919	21.003.192	0,896	<b>0,4043</b>
Baleares (Islas)	70.655	41,90	29.603	24.391.053	0,290	<b>0,1214</b>
Canarias	254.510	40,95	104.228	39.276.421	0,648	<b>0,2654</b>
Cantabria	98.100	42,81	41.997	12.257.863	0,800	<b>0,3426</b>
Castilla y León	511.334	43,27	221.234	52.646.994	0,971	<b>0,4202</b>
Castilla-La Mancha	155.704	40,59	63.200	33.077.484	0,471	<b>0,1911</b>
Cataluña	2.614.383	46,85	1.224.957	182.735.639	1,431	<b>0,6703</b>
Comunidad Valenciana	913.161	43,86	400.520	94.921.982	0,962	<b>0,4219</b>
Extremadura	103.143	40,77	42.050	16.133.749	0,639	<b>0,2606</b>
Galicia	449.522	42,48	190.967	49.841.539	0,902	<b>0,3831</b>
Madrid (Comunidad de)	3.415.991	47,62	1.626.845	172.607.951	1,979	<b>0,9425</b>
Murcia (Región de)	192.516	40,60	78.159	24.839.956	0,775	<b>0,3147</b>
Navarra (Com. Foral de)	316.978	46,21	146.482	16.477.967	1,924	<b>0,8890</b>
País Vasco	959.393	47,41	454.866	59.993.512	1,599	<b>0,7582</b>
Rioja (La)	75.127	44,80	33.658	7.120.360	1,055	<b>0,4727</b>
Ceuta y Melilla	5.202	42,51	2.211	2.776.605	0,187	<b>0,0796</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. POTENCIAL TECNOLÓGICO REGIONAL Y DESARROLLO

Una vez calculado el capital tecnológico regional (TC) podemos estudiar sus relaciones con el producto interior bruto y crecimiento económico en cada comunidad autónoma.

A priori, partimos de la hipótesis de que las regiones más ricas son las que tienen mayor factor tecnológico, lo que supone que son más eficientes en el uso del gasto de innovación, esto es, activan mayor parte de gasto como stock según el método aplicado.

**TABLA 5**  
Divergencia tecnológica. Año 2006.

CC.AA.	PIB per capita (euros)	% Gasto I+D	% TC	Tasa caída por EI
Andalucía	17.251	0,8972	0,3678	-59,00%
Aragón	23.786	0,8755	0,4059	-53,64%
Asturias (Principado de)	19.868	0,8956	0,4043	-54,86%
Baleares (Islas)	24.456	0,2897	0,1214	-58,10%
Canarias	19.924	0,6480	0,2654	-59,05%
Cantabria	21.897	0,8003	0,3426	-57,19%
Castilla y León	21.244	0,9713	0,4202	-56,73%
Castilla-La Mancha	17.339	0,4707	0,1911	-59,41%
Cataluña	26.124	1,4307	0,6703	-53,15%
Comunidad Valenciana	20.239	0,9620	0,4219	-56,14%
Extremadura	15.054	0,6393	0,2606	-59,23%
Galicia	18.335	0,9019	0,3831	-57,52%
Madrid (Comunidad de)	28.850	1,9790	0,9425	-52,38%
Murcia (Región de)	18.400	0,7750	0,3147	-59,40%
Navarra (Com. Foral de)	27.861	1,9236	0,8890	-53,79%
País Vasco	28.346	1,5992	0,7582	-52,59%
Rioja (La)	23.495	1,0551	0,4727	-55,20%
Ceuta y Melilla	20.054	0,1874	0,0796	-57,49%

Fuente: Elaboración propia.

Para demostrar la proposición, podemos observar que el capital tecnológico tiene un comportamiento en esa dirección, es decir, que la diferencia entre los porcentajes de este capital y de gasto en I+D crece de forma inversamente proporcional, esto es, se hace mayor cuanto menos desarrollada esté la región<sup>7</sup>.

De esta forma, el factor estructural tecnológico e innovador (TC), y por ende, la brecha tecnológica es claramente divergente para las comunidades españolas, operando en ese sentido en la creación de riqueza, sus valores rondan el 60% de tasa de caída sobre la participación del gasto en I+D en las regiones peor situadas, frente al 50% de las más destacadas y desarrolladas, como Madrid, País Vasco o Navarra.

Para verificar el mejor comportamiento del capital tecnológico como variable explicativa del desarrollo en el marco regional español, determinamos una serie de regresiones que resumimos en la tabla 6, en las que incluimos el capital tecnológi-

<sup>7</sup> Véase la columna de tasa de caída por eficiencia de la tabla 5, calculada según la expresión:  $Tasa\ caída = (TC - GID) / GID$ .

co (ecuaciones 1 a 3) versus el gasto de I+D (ecuaciones 4 a 6), obteniendo siempre mejores resultados para el primer caso. Las variantes incorporadas para ambos escenarios, son dos: la estimación sin considerar a Ceuta y Melilla por su componente errática de dimensión, y la inclusión de una variable ficticia para el comportamiento atípico de las Islas Baleares, que a pesar de tratarse de una región rica, en términos de PIB per capita, no invierte ni contempla un uso adecuado del gasto en innovación y desarrollo, ni tampoco en capital tecnológico.

Los resultados recogidos en la tabla 6 muestran el mejor comportamiento del capital tecnológico como variable explicativa del PIB de una comunidad autónoma. Además, las distintas ecuaciones planteadas muestran que si no se consideran Ceuta y Melilla y se tiene en cuenta el comportamiento atípico de las Islas Baleares la capacidad explicativa del modelo aumenta considerablemente.

**TABLA 6**  
Ecuaciones sobre el  $\ln(\text{PIB}_i)$ <sup>8</sup>. Datos 2006.

Variables	Ecuaciones sobre <i>TC</i>			Ecuaciones sobre <i>G/D</i>		
	1	2	3	4	5	6
Constante	10.13 (138.5)	10.18 (129.8)	10.30 (195.4)	10.00 (242.2)	9.999 (247.5)	0.981 (386.2)
$\ln(TC)$	<b>0.1598</b> (2.60)	<b>0.2221</b> (3.00)	<b>0.3849</b> (6.99)			
$\ln(G/D)$				0.1562 (2.31)	0.2259 (2.68)	0.4239 (6.31)
<i>F</i> (Baleares)			0.6184 (5.14)			0.6493 (4.85)
$R^2$	<b>0.2969</b>	<b>0.3754</b>	<b>0.7837</b>	0.2500	0.3239	0.7477
<i>d</i>	<b>1.9447</b>	<b>2.0006</b>	<b>1.5197</b>	1.9828	2.0332	1.5962
Observaciones	18	17	17	18	17	17

Fuente: Elaboración propia. Software empleado EVIEWS 4.0.

El valor del coeficiente de determinación de la ecuación 3, da claros indicios de que la relación completa con el factor humano (a través del gasto de educación y su eficiencia) podría ser explicativa de la riqueza en las regiones, es decir, que el conocimiento medido a través de las componentes según las componentes de ANI-NAC es claramente generador de riqueza para un territorio.

<sup>8</sup> Relaciones estimadas:

$$\text{Ecuaciones 1 a 3: } \ln(\text{PIB}_i) = c + \beta \ln(TK_i) + \gamma F(\text{Baleares}) + u_i$$

$$\text{Ecuaciones 4 a 6: } \ln(\text{PIB}_i) = c + \beta \ln(GI + D_i) + \gamma F(\text{Baleares}) + u_i$$

## 5. CONCLUSIONES

A partir de la medición del conocimiento, hemos podido avanzar en los factores que determinan el crecimiento de una región. Estos factores siguen siendo de naturaleza divergente, al menos en cuanto a la estructura tecnológica.

En el presente análisis, hemos utilizado el modelo planteado por Nevado y López (2002) que determina el Capital Intelectual de una firma a través de la 'activación' de determinados gastos contables en términos de eficiencia, de acuerdo a sus posibilidades como generadores de valor, esto es, activos intangibles.

En el ámbito macroeconómico, la determinación de los indicadores de eficiencia, tradicionalmente en la literatura más referenciada es más inexacta y subjetiva, ya que se utilizan variables incompletas sobre eficiencia tecnológica, y ponderaciones subjetivas sobre la participación de las mismas en un índice final.

Es por ello, que hemos desarrollado la metodología de Análisis Integral de López y Nevado (2006) de forma agregada con la determinación de este índice soportada en técnicas estadísticas de reducción de la información, que nos hacen viable el trabajo con todas las variables que impliquen o determinen la eficiencia tecnológica de un espacio geográfico (estadísticas de ciencia y tecnología del INE), y a su vez establecen las ponderaciones de acuerdo a su efecto sobre la varianza (modelo ANINAC).

Algunas de las cuestiones más relevantes que se pueden extraer de los principales resultados obtenidos son:

1. Al aplicar medidas de eficiencia, los intangibles, en este caso de estructura tecnológica, son de naturaleza divergente entre las regiones, siendo las más ricas aún más avanzadas en este capital intangible. Esto es, no sólo las regiones más desarrolladas presentan mayor gasto en innovación y desarrollo, sino que el uso del mismo es más eficiente en estos espacios.
2. Este factor es determinante del crecimiento económico de un área, así ha sido probado para el mapa regional actual. Implica, por tanto, que este activo intangible es generador de riqueza a nivel regional.
3. El modelo estandarizado ANINAC es aplicable para otros espacios nacionales, regionales y locales.

En cuanto a las extensiones de la investigación, se hace necesaria la aplicación de este planteamiento para la determinación de todos los indicadores de eficiencia en el modelo, es decir, considerar también el factor humano que completaría el esquema agregado del capital intelectual, cerrando la relación de estos factores con la riqueza de un espacio considerado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AMIDON, D.M. (2001): "The intellectual Capital of Nations. Entovation Internacional". Disponible en: <<http://www.entovation.com/whatsnew/ic-nations.htm>> [Último acceso: Enero de 2008].
- BONTIS, N. (2002): "National intellectual capital index: Intellectual capital development in the Arab Region", Institute for Intellectual Capital Research, Ontario.
- BROOKING, A. (1997): *El capital intelectual. El principal activo de las empresas del tercer milenio*, Paidós, Barcelona.
- CASTELLS, M. (2000): "La era de la Información", *La sociedad Red*, vol. 1, Alianza Editorial, Madrid.
- DRAGONETTI, N.C. y ROOS G. (1998): "Efficiency and Effectiveness in Government Programmes: an Intellectual Capital Perspective", 2nd World Congress on Intellectual Capital, McMaster University, Hamilton, Canada, January.
- EDVINSSON, L. y MALONE, M.S. (1997): *Intellectual Capital. Realizing your company's true value by finding its hidden brainpower*, Harper Collins Publishers, Inc; New York.
- EDVINSSON, L. y STENFELT, C. (1999): "Intellectual capital of nations for future wealth creation", *Journal of Human Resource Costing and Accounting*, 4 (1), pp. 21-33.
- EUROPEAN COMMISSION (2003): European Innovation Scoreboard: Technical Paper, Regional Innovation Performance, nº 3, EU regions, Brussels.
- KAPLAN, R.S. y NORTON, D.P (1997): *Cuadro de mando integral*, Gestión 2000, Barcelona.
- LÓPEZ, V. R. y NEVADO, D. (2006): *Gestione y controle el valor integral de su empresa. Análisis Integral: Modelos, Informes Financieros y Capital Intelectual para rediseñar la Estrategia*, Díaz de Santos, Madrid.
- LÓPEZ, V. R.; NEVADO, D. y BAÑOS, J. (2007): "¿Convergencia en la UE27?: divergencias en capital humano y tecnológico", *Actas XXXIII Reunión de la AECR*, AECR, León.
- NEVADO, D. y LÓPEZ, V. R. (2002): *El capital intelectual: valoración y medición*, Prentice-Hall, Madrid.
- PASHER, E. (1999): "The Intellectual Capital of the State of Israel", Kal Press, Herzlia Pituach, Israel.
- REMBE, A. (1999): Invest in Sweden: Report 1999, Halls Offset AB, Sweden, Stockholm.
- ROOS, J. (1996): "Intellectual Capital. What you can measure you can manage", *IMD Perspectives for Managers*, 26 (10), November.
- URIEL, E. (2005): *Análisis multivariante aplicado: aplicaciones al marketing, investigación de mercados, economía, dirección de empresas y turismo*, Thomson, Madrid.