Aproximación multicriterio a la estructura industrial de la economía española

MERCÈ SALA RÍOS (*)
Departamento de Economía Aplicada. *Universidad de Lleida*

Este artículo intenta presentar una forma alternativa de analizar la estructura industrial de un determinado espacio económico, en concreto el trabajo se centra en la economía española através de

su división en Comunidades Autónomas. Nos interesan dos vertientes distintas de dicha estructura industrial, por un lado, aportar resultados acerca de la estructura productiva sectorial de la economía española, es decir, aportar información acerca de cuáles son las principales actividades industriales que se desarrollan en España.

Por otro lado, nos acercaremos a la localización territorial, pero no para analizar los determinantes de la localización industrial, tema éste que es objeto de un creciente interés y que ha dado lugar a trabajos de excelente calidad (1), sino para, dados estos determinantes, ofrecer información sobre qué Comunidad/es Autónoma/s son las que tienen una importancia relativa más importante para los distintos sectores productivos.

Para acceder a los anteriores objetivos utilizaremos la técnica multicriterio. Este método de trabajo nos permitirá construir programas de optimización para determinar qué sectores son más significativos dentro de la economía industrial española, primer objetivo de este trabajo, y qué Comunidades Autónomas son las que acaparan mayor peso relativo para cada uno de los sectores industriales, segundo objetivo.

Las variables que se incorporaran a los programas de optimización serán el empleo, el valor añadido y el número de establecimientos. La programación multicriterio hace viable trabajar conjuntamente con las tres variables mencionadas. Tradicionalmente, el análisis de la estructura productiva se ha efectuado a partir de la descomposición sectorial del valor añadido o del

empleo. Los resultados que se obtienen difieren entre sí básicamente por las divergencias sectoriales de productividad. Es por ello que su tratamiento conjunto logra superar esta limitación. Al mismo tiempo, al incluir el número de establecimientos se toma en consideración el grado de concentración de mercado.

Así, el artículo pasa por las siguientes etapas. En primer lugar, se presenta el modelo a utilizar, englobado dentro de la programación multicriterio, así como la desagregación sectorial que servirá para especificar dicho modelo de programación. En segundo lugar, analizaremos la estructura productiva sectorial de la economía española. Por último, abordaremos la localización territorial de la actividad industrial.

El modelo

El modelo que se va a utilizar deriva de la programación multiobjetivo u optimización vectorial. Ésta constituye un enfoque multicriterio de un elevado potencial cuando nos encontramos en un contexto decisional definido por varios objetivos a optimizar.

En concreto, trabajaremos con la técnica denominada programación compromiso desarrollada en sus inicios por Yu (1973) y Zeleny (1973, 1974). La idea básica de dicha técnica reside en minimizar la distancia entre el punto ideal (2) y la solución elegida.

Dentro de la familia de métricas o medidas de distancia L_p, tomamos la que corresponde a p=1 (Romero 1993; 48 y siguientes), el modelo o programa lineal a resolver es:

$$\text{Min } L1 = \sum_{j=1}^{n} W_j \frac{f_j^i - f_j(x)}{f_j^i - f_j^{ai}} \qquad [1]$$

$X \varepsilon F$

Siendo:

W_j = peso o ponderación otorgada al objetivo *j*.

f_j^i = solución ideal del objetivo *j*.

f_j^{ai} = solución anti-ideal del objetivo *j*.

$f_j(x)$ = expresión matemática del atributo *j-ésimo*.

X = vector de variables de decisión.

F = conjunto de restricciones que definen el conjunto de soluciones posibles.

Dicha modelización se aplicará a un panel de datos referentes a empleo, valor añadido y número de establecimientos por Comunidades Autónomas, de la agrupación sectorial que aparece en el cuadro 1. Las tres variables han sido elegidas porque son fundamentales en el marco de la estructura industrial. El empleo se utiliza a menudo como variable medida del tamaño empresarial y para construir índices de localización industrial. El valor añadido puede recoger perfectamente el concepto de especialización productiva. Finalmente, el número de establecimientos permite trabajar con índices que nos acercan al grado de concentración de un mercado.

Las limitaciones en el análisis son por una parte, que los datos disponibles, obtenidos de la Encuesta Industrial que elabora el INE, exigen un estudio a nivel de Comunidad Autónoma, sin que sea posible acceder a un estudio más microterritorial. Por otra parte, el desglose sectorial/territorial de las variables empleo, valor añadido y número de establecimientos exige trabajar con datos de 1992. Ello es así desde el momento en que a partir de la nueva encuesta industrial iniciada en 1993 por el INE, no es posible acceder a información acerca del número de establecimientos, lo cual en nuestro caso, nos impide avanzar más en el tiempo.

Estructura productiva sectorial de la economía española

Los estudios acerca de la estructura de los mercados industriales centran generalmente su atención en aspectos como el número y tamaño de los establecimientos existentes en cada industria, el nivel de concentración, la movilidad entre empresas líderes o las barreras de entrada, por citar los más significativos. Se trata de conocer cuáles son los factores económicos e incluso institucionales, que han dado lugar a una determinada estructura industrial. Nuestro objetivo no reside en explicar los factores que han favorecido la organización industrial de la economía española sino que se centra en conocer qué sectores productivos tienen un mayor peso relativo dentro de dicha organización.

Hechas estas consideraciones, vamos a entrar en el detalle de cómo se desarrollará el modelo presentado en (1). En primer lugar, partiendo de los datos sectoriales por Comunidades Autónomas de empleo, valor añadido y número de establecimientos facilitados por el INE y después de realizar las agregaciones necesarias para adecuarnos a la agrupación sectorial del cuadro 1, se calculan para estas tres variables su valor medio por Comunidad Autónoma:

$$\overline{Var} = \sum_{j=1}^{18} \frac{Var_{ij}}{18} \qquad \text{para } i = 1, 2, \ldots, 30$$

i = sector.

j = Comunidad Autónoma.

Var = Empleo, valor añadido o número de establecimientos , según el valor medio de la variable que se calcule.

El resultado es el que muestra el cuadro 2.

Para el estudio que estamos desarrollando el modelo expresado en (1) se traducirá en la siguiente expresión:

$$\text{Min } L1 = W_1 \frac{Em^{id} - \left[\sum_{i=1}^{30} Em_i X_i\right]}{Em^{id} - Em^{ai}} + W_2 \frac{VA^{id} - \left[\sum_{i=1}^{30} VA_i X_i\right]}{VA^{id} - VA^{ai}} + W_3 \frac{Estab^{id} - \left[\sum_{i=1}^{30} Estab_i X_i\right]}{Estab^{id} - Estab^{ai}} + \quad [2]$$

Sujeto a $X_i \geq 0$

Siendo:

i = sector

Em_i, VA_i, $Estab_i$ los valores de empleo, valor añadido y número de establecimientos, respectivamente, recogidos en el cuadro 2.

Em^{id}, VA^{id}, $Estab^{id}$ los valores ideales de las variables empleo, valor añadido y número de establecimientos, respectivamente.

Em^{ai}, VA^{ai}, $Estab^{ai}$ los valores anti-ideales de las variables empleo, valor añadido y número de establecimientos, respectivamente.

W_i, para i = 1, 2, 3, las ponderaciones que se atribuyen a los distintos objetivos. Puesto que no deseamos primar el empleo, ni el valor añadido, ni el número de establecimientos, $W_i = 1$.

X_i la fracción, expresada en tanto por uno, del peso de cada sector.

Dada la estructura de Em, VA y Estab, de la economía española, al resolver el programa obtendremos qué sectores optimizan la función de empleo, valor añadido y número de establecimientos, o dicho de otro modo, conoceremos la especialización sectorial de la economía industrial española en relación al empleo, valor añadido y número de establecimientos.

Puesto que el programa especificado en la expresión (2) sólo exige como restricción que $X_i \geq 0$, la optimización nos dará una sola X_i # 0 e igual a la unidad, será aquella que corresponda al sector cuya

CUADRO 1
SECTORES INDUSTRIALES

Sector productivo	Correspondencia CNAE-93	Nomenclatura utilizada en el modelo
Minerales energéticos	10.1; 10.2; 11; 12; 23.1; 23.3	X1
Energía eléctrica, gas y agua	40; 41	X2
Minerales metálicos	13	X3
Siderurgia y 1.ª transformación hierro y acero	27.1 a 27.3	X4
Producción y transformación de metales no férreos	27.4	X5
Productos metálicos	27.5; 28; 37.1	X6
Minerales no metálicos	10.3; 14	X7
Productos de minerales no metálicos	26 excepto 26.1	X8
Vidrio y sus manufacturas	26.1	X9
Industria química	24	X10
Maquinaria agraria	29.3	X11
Maquinaria industrial y equipo mecánico	29.1; 29.2; 29.4 a 29.7	X12
Maquinaria y material eléctrico	31	X13
Máquinas de oficina y equipos informáticos	30	X14
Aparatos y material electrónico	22.3; 32; 33.3	X15
Industria del automóvil	34	X16
Construcción aeronáutica y espacial	35.3	X17
Construcción naval	35.1	X18
Material ferroviario	35.2	X19
Otro material de transporte	35.4; 35.5	X20
Instrumentos de precisión	33 excepto 33.3	X21
Alimentos, bebidas y tabaco	15; 16	X22
Industria textil	17.1 a 17.3; 17.5 a 17.7	X23
Industria del cuero	19.1;19.2	X24
Calzado, vestido y otras confecciones	17.4; 18; 19.3	X25
Madera y corcho	20	X26
Fabricación de muebles	36.1	X27
Papel, artes gráficas y edición	21; 22.1; 22.2	X28
Caucho y plásticos	25; 37.2	X29
Otras industrias manufactureras	36.2 a 36.6	X30

FUENTE: Elaboración propia a partir de la CNAE-93.

CUADRO 2
MEDIAS POR COMUNIDAD AUTÓNOMA, POR SECTORES, DE EMPLEO, VALOR AÑADIDO Y NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS (1992)

Sector	Empleo (Em_i) (Unidad: persons ocupadas)	Valor Añadido (VA_i) (Unidad: millones pesetas)	Establecimientos ($Estab_i$) (Unidad: número)
Minerales energéticos (X1)	1.958	10.675	9
Energía eléctrica, gas y agua (X2)	4.924	96.735	829
Minerales metálicos (X3)	100	455	0,4
Siderurgia y 1ª transformación hierro y acero (X4)	2.476	10.597	10
Producción y transformación de metales no férreos (X5)	709	4.537	7
Productos metálicos (X6)	12.896	49.992	1.462
Minerales no metálicos (X7)	1.257	6.736	182
Productos de minerales no metálicos (X8)	6.220	30.938	410
Vidrio y sus manufacturas (X9)	1.160	6.405	43
Industria química (X10)	6.307	52.525	134
Maquinaria agraria (X11)	511	1.772	78
Maquinaria industrial y equipo mecánico (X12)	4.820	22.568	231
Maquinaria y material eléctrico (X13)	4.393	22.363	113
Máquinas de oficina y equipos informáticos (X14)	169	1.530	2
Aparatos y material electrónico (X15)	1.701	10.087	24
Industria del automóvil (X16)	8.028	56.302	60
Construcción aeronáutica y espacial (X17)	458	3.264	1
Construcción naval (X18)	1.589	7.027	34
Material ferroviario (X19)	767	3.299	4
Otro material de transporte (X20)	223	1.008	7
Instrumentos de precisión (X21)	517	2.499	34
Alimentos, bebidas y tabaco (X22)	19.418	94.815	2.172
Industria textil (X23)	4.508	15.417	187
Industria del cuero (X24)	936	3.234	58
Calzado, vestido y otras confecciones (X25)	7.016	20.205	425
Madera y corcho (X26)	4.665	12.377	924
Fabricación de muebles (X27)	3.997	10.381	566
Papel, artes gráficas y edición (X28)	6.949	40.696	494
Caucho y plásticos (X29)	5.125	25.882	209
Otras industrias manufactureras (X30)	1.286	5.131	103

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta Industrial (INE).

combinación de Em, VA y Estab minimiza la distancia con respecto al punto ideal. Esto nos permitirá realizar i-1 modelizaciones, elimiminando en cada una de ellas el sector i cuyo $X_i = 1$ en la modelización anterior, y elaborar una ordenación de los sectores según su prioridad en cuanto a las personas que ocupan, el valor añadido que generan y el número de establecimientos con los que operan.

En definitiva mediante el modelo presentado en [2] accederemos a una ordenación de los sectores industriales desde aquéllos en los que empleo, valor añadido y establecimientos les conceden un papel fundamental en el contexto industrial de la economía española, hasta aquéllos en los que empleo, valor añadido y establecimientos son escasamente significativos, y por tanto también lo es el sector para dicho contexto.

En el anexo 1 recogemos los distintos modelos de programación que se han resuelto a fin de acceder a los resultados de especialización sectorial. El cuadro 3 detalla los sectores por orden de prioridad en cuanto a las tres variables consideradas. Es decir, la resolución de los programas de optimización del anexo 1 han dado como óptimos los sectores señalados en el cuadro 3, y los ha dado como óptimos en la iteración correspondiente al orden que ocupan en dicho cuadro.

Según se desprende de la información recogida en el cuadro 3, los sectores que se han venido llamando tradicionales, *Alimentación, Confección, Textil,* siguen acaparando el núcleo básico de la estructura industrial española.

Los sectores que ocupan las dos primeras posiciones *Alimentación, bebidas y tabaco* y *Productos metálicos* acceden a ella gracias a la aportación de las tres variables consideradas. Es decir, son sectores con un importante nivel de empleo y un gran número de establecimientos al tiempo que aportan un volumen elevado de valor añadido. En cambio, el tercer sector en el *ránking, Energía eléctrica, gas y agua,* obtiene esa elevada posición relativa gracias a su alto volumen de valor añadido y no por el empleo o el número de establecimientos. Es por tanto, un sector con una elevada productividad del trabajo y por establecimiento.

La *Industria del automóvil* y la *Industria química* tienen proporcionalmente, menos establecimientos que otros sectores que ocupan posiciones menos avanzadas. Precisamente al trabajar con una técnica multiobjetivo, la ponderación del empleo y el valor añadido les

lleva a estas primeras posiciones. Pueden calificarse como sectores clave dentro de la estructura industrial con un importante grado de concentración de mercado.

En sentido contrario, tenemos los sectores de *Madera y corcho* y *Fabricación de muebles* que alcanzan una posición intermedia-alta en el *ránking* debido al volumen relativamente elevado de establecimientos, siendo, sin embargo, sectores con una escasa aportación al valor añadido industrial.

Si se comparan los resultados del cuadro 3 con estudios sectoriales de intensidad en tecnología se puede concluir que seguimos sin estar especializados en sectores altamente tecnificados. Vale la pena sin embargo, analizar el tema con algo más de detalle. Seguiremos en este punto la clasificación de los sectores manufactureros según su intensidad en incorporación tecnológica realizada por Buesa y Molero (1998):

Alimentación, bebidas y tabaco (X22) y *Productos metálicos* (X6), sectores que ocupan las dos primeras posiciones según nuestro cálculo de especialización sectorial, no se caracterizan por ser sectores intensivos en tecnología, al contrario, el primero de ellos está dentro de los sectores de baja complejidad tecnológica, por su parte *Productos metálicos* se clasifica como un sector de complejidad tecnológica intermedia. La principal diferencia entre ambos radica en que el sector de *Productos metálicos* es un sector con un índice de especialización en I+D elevado, es decir ha realizado un esfuerzo en recursos en I+D importante, mientras que *Alimentación, bebidas y tabaco* sigue sin mostrar un dinamismo en gasto en I+D (Buesa y Molero 1998; 216 y siguientes).

Otros sectores con un peso relativo importante dentro de la estructura industrial de la economía española como son *Papel, artes gráficas y edición* (X28), *Confección* (X25), *Industria textil* (X23), se clasifican dentro de los sectores con baja intensidad tecnológica y con un escaso esfuerzo en I+D.

Tres de los sectores con una más alta complejidad tecnológica, *Construcción aeronáutica y espacial* (X17), *Maquinaria de oficina y equipos informáticos* (X14) e *Instrumentos de precisión* (X21), ocupan los últimos puestos en la ordenación del cuadro 3. Por el contrario, el sector de *Maquinaria y material eléctrico* (X13) y el de *Aparatos y material electrónico* (X15), también clasificados como de muy alta dotación tecnológica, tiene un mayor peso relativo en la estructura industrial, situándose en la parte media del cuadro 3.

La *Industria química* (X10) y la del *automóvil* (X16) que como ya hemos dicho demuestran ser muy importantes para la dinámica industrial española, son sectores con una dotación tecnológica alta, más dinámica en el sector del auto-

CUADRO 3
ESTRUCTURA SECTORIAL

Sector	Peso relativo de las variables (en %)		
	Em_i	Va_i	$Estab_i$
Alimentación, bebidas y tabaco (X22)	16,87	15,06	24,65
Productos metálicos (X6)	11,21	7,94	16,59
Energía eléctrica, gas y agua (X2)	4,28	15,37	9,41
Industria del automóvil (X16)	6,98	8,94	0,68
Papel, artes gráfica y edición (X28)	6,04	6,47	5,61
Industria Química (X10)	5,48	8,34	1,52
Productos de minerales no metálicos (X8)	5,40	4,92	4,65
Calzado, vestido y otras confecciones (X25)	6,10	3,21	4,82
Caucho y plásticos (X29)	4,45	4,11	2,37
Maquinaria industrial y equipo mecánico (X12)	4,19	3,59	2,62
Madera y corcho (X26)	4,05	1,97	10,49
Maquinaria y material eléctrico (X13)	3,82	3,55	1,28
Industria textil (X23)	3,92	2,45	2,12
Fabricación de muebles (X27)	3,47	1,65	6,42
Siderurgia y 1ª transformación de hierro y acero (X4)	2,15	1,68	0,11
Minerales energéticos (X1)	1,70	1,70	0,10
Aparatos y material electrónico (X15)	1,48	1,60	0,27
Construcción naval (X18)	1,38	1,12	0,39
Minerales no metálicos (X7)	1,09	1,07	2,07
Otras industrias manufactureras (X30)	1,12	0,82	1,17
Vidrio y sus manufacturas (X9)	1,01	1,02	0,49
Industria del cuero (X24)	0,81	0,51	0,66
Producción y transformación de metales no férreos (X5)	0,62	0,72	0,08
Material ferroviario (X19)	0,67	0,52	0,05
Instrumentos de precisión (X21)	0,45	0,40	0,39
Maquinaria agraria (X11)	0,44	0,28	0,89
Construcción aeronáutica y espacial (X17)	0,40	0,52	0,01
Otro material de transporte (X20)	0,19	0,16	0,08
Máquinas de oficina y equipos informáticos (X14)	0,15	0,24	0,02
Minerales metálicos (X3)	0,09	0,07	0,01
Total	100	100	100

FUENTE: Elaboración propia a partir del anexo 1 y del cuadro 2.

CUADRO 4
COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

Complejidad tecnológica	Sector (según nomenclatura)
Muy alta complejidad tecnológica	X13; X14; X15; X21
Alta complejidad tecnológica	X10; X11; X12; X16; X17; X19; X20
Complejidad tecnológica intermedia	X4; X5; X6; X8; X9; X18; X26; X27; X29
Baja complejidad tecnológica	X22; X23; X24; X25; X28; X30

FUENTE: BUESA y MOLERO (1998) y elaboración propia.

móvil que en el de la química (Buesa y Molero 1998; 216 y siguientes).

Localización territorial de la actividad industrial

El segundo objetivo de este trabajo consiste en aproximarnos a la localización territorial de la actividad industrial. En concreto, nuestro interés radica en conocer qué Comunidades Autónomas acaparan mayor presencia relativa de los distintos sectores productivos industriales. A tal fin, procederemos a ponderar el empleo, el valor añadido y el número de establecimientos mediante una aproximación multicriterio.

El planteamiento es idéntico al ensayado en el apartado anterior, sin embargo ahora la modelización se ha realizado para cada sector en el conjunto de Comunidades Autónomas. El modelo a resolver es:

$$\text{Min } L1 = W_1 \frac{Em_i^{id} - \left[\sum_{j=1}^{18} Em_{ij} X_{ij}\right]}{Em_i^{id} - Em_i^{ai}} + W_2 \frac{VA_i^{id} - \left[\sum_{j=1}^{18} VA_{ij} X_{ij}\right]}{VA_i^{id} - VA_i^{ai}} + W_3 \frac{Estab_i^{id} - \left[\sum_{j=1}^{18} Estab_{ij} X_{ij}\right]}{Estab_i^{id} - Estab_i^{ai}} + \quad [3]$$

para i - 1, 2, … 30

Sujeto a $X_i \geq 0$

Siendo:

i = sector.

j = Comunidad Autónoma.

Em_{ij}, VA_{ij}, $Estab_{ij}$ los valores de empleo, valor añadido y número de establecimientos, respectivamente, del sector i para cada Comunidad Autónoma j.

Em_i^{id}, VA_i^{id}, $Estab_i^{id}$ los valores ideales de las variables empleo, valor añadido y número de establecimientos, respectivamente, para cada sector i.

Em_i^{ai}, VA_i^{ai}, $Estab_i^{ai}$ los valores anti-ideales de las variables empleo, valor añadido y número de establecimientos, respectivamente, para cada sector i.

W_i, para i =1, 2, 3, las ponderaciones que se atribuyen a los distintos objetivos. Puesto que no deseamos primar el empleo, ni el valor añadido, ni el número de establecimientos, $W_i = 1$.

X_{ij} la fracción, expresada en tanto por uno, del peso de cada Comunidad Autónoma j para cada sector i.

Para poder ordenar las 18 Comunidades Autónomas según la importancia decreciente dentro de un determinado sector industrial, sería necesario realizar 18 iteraciones para cada uno de los 30 sectores, lo cual resultaría excesivo si tenemos en cuenta que en muchas de ellas la presencia de determinados sectores es residual. Para ello se ha optado por presentar sólo las tres Comunidades Autónomas más significativas en cuanto a empleo, valor añadido y establecimientos de cada sector. Ello nos ha obligado a realizar noventa modelizaciones (3).

Los resultados a los que hemos llegado son los del cuadro 5. Dentro de cada sector, las Comunidades Autónomas aparecen según orden de prioridad, es decir de más importantes en cuanto a localización sectorial a menos importantes.

Se observa una importante especialización territorial en las Comunidades Autónomas de Cataluña, Madrid y País Vasco. Los factores históricos de atracción de actividades industriales parece que se han mantenido.

Los principales sectores de la estructura industrial de la economía española (cuadro 3) se sitúan básicamente en Cataluña, Madrid y Valencia, les siguen el País Vasco y Andalucía, aunque con una importancia relativa menor. Asimismo, estas Comunidades Autónomas son las que aglutinan el mayor peso específico en los sectores con una más alta complejidad tecnológica: *Maquinaria de oficina y equipos informáticos, Maquinaria y material eléctrico, Aparatos y material electrónico, Instrumentos de precisión*.

Los sectores que presentan mayor concentración territorial son *Minerales metálicos*, su actividad se desarrolla exclusivamente en la comunidad de Andalucía; *Máquinas de oficina y equipos informáticos*, sector localizado en las tres comunidades que aparecen en el cuadro 5: Madrid, Catalunya y Valencia; *Construcción aeronáutica y espacial* que desarrolla su actividad en establecimientos ubicados en Madrid y Andalucía.

Por otra parte, existen sectores con presencia en múltiples Comunidades Autónomas pero que sin embargo, sólo una o dos de ellas acaparan el predominio absoluto. Sería el caso por ejemplo, de Catalunya y Valencia con la *Industria textil y del cuero*; el País Vasco con la *Siderurgia* o Catalunya con la *Industria química y con los Instrumentos de precisión*.

Asturias tiene un papel destacado en el sector de la *Producción y transformación de metales no férreos* gracias al valor añadido que aporta, éste es muy elevado en relación al empleo y al número de establecimientos que presenta dicha Comunidad Autónoma. El País Vasco y Galicia precisan más ocupados y más establecimientos (especialmente el País Vasco) para obtener un volumen inferior de valor añadido.

CUADRO 5
LOCALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL

Sector	Tres primeras Comunidades Autónomas
Minerales energéticos (X1)	Asturias; Castilla y León; Aragón;
Energía eléctrica, gas y agua (X2)	Cataluña; Galicia; Castilla y León
Minerales metálicos (X3)	Andalucía
Siderurgia y 1ª transformación hierro y acero (X4)	País Vasco; Asturias; Cataluña
Producción y transformación de metales no férreos (X5)	País Vasco; Asturias; Galicia
Productos metálicos (X6)	Cataluña; País Vasco; Madrid
Minerales no metálicos (X7)	Galicia; Andalucía; Cataluña
Productos de minerales no metálicos (X8)	Valencia; Andalucía; Cataluña
Vidrio y sus manufacturas (X9)	Cataluña; Valencia; Madrid
Industria química (X10)	Cataluña; Madrid; Valencia
Maquinaria agraria (X11)	Cataluña; Madrid; Andalucía
Maquinaria industrial y equipo mecánico (X12)	Cataluña; País Vasco; Madrid
Maquinaria y material eléctrico (X13)	Cataluña; País Vasco; Madrid
Máquinas de oficina y equipos informáticos (X14)	Madrid; Catalunya; Valencia
Aparatos y material electrónico (X15)	Madrid; Cataluña; País Vasco
Industria del automóvil (X16)	Cataluña; Castilla y León; Madrid
Construcción aeronáutica y espacial (X17)	Madrid; Andalucía
Construcción naval (X18)	Galicia; Andalucía; País Vasco
Material ferroviario (X19)	Madrid; Cataluña; País Vasco
Otro material de transporte (X20)	Cataluña; País Vasco; Castilla y León
Instrumentos de precisión (X21)	Cataluña; Madrid; Valencia
Alimentos, bebidas y tabaco (X22)	Andalucía; Cataluña; Valencia
Industria textil (X23)	Cataluña; Valencia; Andalucía
Industria del cuero (X24)	Cataluña; Valencia; Andalucía
Calzado, vestido y otras confecciones (X25)	Valencia; Cataluña; Madrid
Madera y corcho (X26)	Valencia; Cataluña; Galicia
Fabricación de muebles (X27)	Valencia; Cataluña; Madrid
Papel, artes gráficas y edición (X28)	Cataluña; Madrid; Andalucía
Caucho y plásticos (X29)	Cataluña; Valencia; País Vasco
Otras industrias manufactureras (X30)	Valencia; Catalunya; Madrid

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta Industrial (INE).

En el sector de *Otro material de transporte* Asturias tiene un papel destacado tanto por el volumen de empleo como por el valor añadido, en este sentido tiene un protagonismo superior a la Comunidad Autónoma que ocupa el tercer lugar en el cuadro 5: Castilla y León. Sin embargo, Castilla y León desarrolla su actividad en un número de establecimientos que superan con creces los existentes en Asturias, lo cual la sitúa dentro de las tres primeras Comunidades Autónomas para dicho sector.

Conclusiones

A partir de la aplicación de la técnica multicriterio, utilizada generalmente en la toma de decisiones y que constituye un enfoque de gran potencialidad cuando nos movemos en un contexto definido por varios objetivos a optimizar, nos hemos acercado a una nueva forma de análisis de la estructura y localización industrial de la economía española. No sin ciertas limitaciones inherentes a la desagregación territorial y al período temporal de los datos accesibles, el trabajo aporta un nuevo planteamiento de contrastación empírica a partir del cual realizar estudios de especialización industrial.

Los resultados a los que hemos llegado siguen mostrando una industria basada en sectores con escasa complejidad tecnológica. Los sectores que se han venido llamando tradicionales, *Alimentación*, *Confección*, *Textil*, siguen acaparando el núcleo básico de la estructura industrial española.

El eje Cataluña-Madrid se consolida como fundamental en el desarrollo industrial, al tiempo que País Vasco y Valencia muestran también una localización sectorial importante. Los núcleos motores de la industria española están pues centrados en pocas Comunidades Autónomas.

Un sector con un alto componente tecnológico, *Construcción aeronáutica y espacial*, tiene su actividad repartida entre un centro neurálgico como es Madrid y una Comunidad Autónoma como Andalucía, cuya especialidad sectorial es más limitada pero que sin embargo, aparece como una zona prioritaria en sectores como *Minerales metálicos*, *Minerales no metálicos*, *Productos de minerales no metálicos* o *Construcción naval*.

Debe tenerse en cuenta, que la modelización planteada se ha desarrollado partiendo de una ponderación idéntica para las tres variables consideradas. Sin embargo, podría ser interesante

ver qué cambios provoca el hecho de que una de ellas fuera considerada más prioritaria, es decir, se le atribuyera mayor peso relativo a la hora de indicar qué sectores son más importantes y en qué Comunidades Autónomas se ubican. Si por ejemplo, suponemos que deseamos primar el valor añadido, lo único que se exigiría es que el nivel de ponderación (W) que se otorga a la variable Vab en los distintos modelos, fuera superior a los niveles de ponderación (W) de las dos restantes variables. Con ello llegaríamos a una ordenación sectorial y territorial distinta en la que, todo y continuar dentro de un enfoque multicriterio, se primaría a los sectores que generan mayor valor añadido y, para cada uno de estos sectores, a la Comunidad Autónoma donde se obtiene mayor valor añadido.

En definitiva, el trabajo muestra una fórmula alternativa de estudio de la estructura industrial de la economía española con un amplio abanico de posibilidades. El estudio resulta más completo que otras aproximaciones al incorporar en su análisis tres variables fundamentales en el marco de la estructura industrial, como son el empleo, el valor añadido y el número de establecimientos. Los resultados obtenidos facilitan estudios posteriores acerca de las características de la organización industrial: tamaño empresarial, grado de concentración del mercado, cuotas de mercado, entre otros.

(*) La autora agradece los comentarios y sugerencias del evaluador anónimo de la revista *Economía Industrial*.

Notas

(1) COSTA, M. T. (1997); CALLEJÓN, M. (1997); FERNÁNDEZ BLANCO, V. (1996), por citar sólo algunos de los que centran su atención en la industra española.

(2) El punto ideal es aquel conjunto de soluciones, generalmente inalcanzables en su conjunto, para las cuales cada objetivo alcanza su valor óptimo.

(3) El elevado número de modelos y la extensión de los mismos nos lleva a no recogerlos en el anexo del trabajo.

Bibliografía

BUESA, Mikel y MOLERO, José (1998): *Economía industrial de España. Organización, tecnología e internacionalización,* editorial Civitas, Madrid.

CALLEJÓN, María (1997): «Concentración geográfica de la industria y economías de aglomeración», en *Economía Industrial,* número 317, 1997/V, páginas 61-68.

COSTA, María Teresa (1997): *Factores de la localización empresarial,* Grandes Cuestiones de Economía, número 15, Fundación Argentaria.

COSTA, María Teresa y CALLEJÓN, María (1995): «Economías externas y localización de las actividades industriales», en *Economía Industrial,* número 305, 1995/V, páginas 75-86.

FERNÁNDEZ BLANCO, Víctor (1996): «Determinantes de la localización de las empresas industriales en España: nuevos resultados», en *Economía Industrial,* número 308, 1996/II, páginas 149-161.

ROMERO, Carlos (1993): *Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones,* Alianza Editorial, Madrid.

YU, P. L. (1973): «A class of solutions for group decisions problems», en *Management Science,* volumen 19, páginas 936-946.

ZELENY, M. (1973): «Compromiso programming», en *Multiple Criteria Decision Making,* COCHRANE, J. L. y ZELENY, M. (editores), University of South Carolina Press, columbia, páginas 262-301.

ZELENY, M. (1974): «A concept of compromiso solutions and the Method of the Displaced Ideal», en *Computers and operations Research,* volumen 1, 1974, páginas 479-496.

ANEXO 1

PROGRAMAS COMPROMISO: DESARROLLO DEL MODELO (2) CON LAS CIFRAS DE Em, VA i ESTAB DEL CUADRO 2 Y LOS PUNTOS IDEALES Y ANTI-IDEALES DE CADA UNA DE LAS TRES VARIABLES CALCULADOS PARA CADA MODELIZACIÓN

Modelo	Solución óptima
Min L1 = 53,34 - 5,70 X1 - 51,34 X2 - 0,24 X3 - 5,70 X4 - 2,42 X5 - 28,02 X6 - 3,73 X7 - 16,85 X8 - 3,45 X9 - 27,89 X10 - 1,02 X11 - 12,26 X12 - 12,03 X13 - 0,81 X14 - 5,39 X15 - 29,92 X16 - 1,73 X17 - 3,79 X18 - 1,77 X19 - 0,55 X20 - 1,36 X21 - 52,34 X22- 8,48 X23 - 1,79 X24 - 11,32 X25 - 7,46 X26 - 6,10 X27 - 22,04 X28 - 13,99 X29 - 2,84 X30	X22 = 1
Min L1 = 6,00 - 0,49 X1 - 4,00 X2 - 0,02 X3 - 0,55 X4 - 0,20 X5 - 5,00 X6 - 0,59 X7 - 2,09 X8 - 0,35 X9 - 2,13 X10 - 0,23 X11 - 1,45 X12 - 1,21 X13 -0,06 X14 - 0,47 X15 - 2,31 X16 - 0,13 X17 - 0,40 X18 - 0,17 X19 - 0,06 X20 - 0,17 X21 - 1,19 X23 - 0,28 X24 - 1,98 X25 - 2,31 X26 - 1,62 X27 - 2,52 X28 - 1,53 X29 - 0,43 X30	X6 = 1
Min L1 = 4,60 - 0,72 X1 - 3,57 X2 - 0,04 X3 - 0,87 X4 - 0,27 X5 - 0,66 X7 - 2,69 X8 - 0,47 X9 - 2,65 X10 - 0,26 X11 - 1,97 X12 - 1,70 X13 - 0,07 X14 - 0,65 X15 - 3,12 X16 - 0,18 X17 - 0,60 X18 - 0,27 X19 - 0,09 X20 - 0,22 X21 - 1,74 X23 - 0,38 X24 - 2,82 X25 - 2,60 X26 - 1,97 X27 - 3,12 X28 - 2,07 X29 - 0,56 X30	X2 = 1
Min L1 = 4,74 - 0,84 X1 - 0,04 X3 - 0,99 X4 - 0,32 X5 - 0,74 X7 - 3,03 X8 - 0,54 X9 - 3,23 X10 - 0,28 X11 - 2,21 X12 - 1,95 X13 - 0,09 X14 - 0,76 X15 - 3,74 X16 - 0,21 X17 - 0,67 X18 - 0,31 X19 - 0,10 X20 - 0,25 X21 - 1,91 X23 - 0,42 X24 - 3,04 X25 - 2,74 X26 - 2,08 X27 - 3,56 X28 - 2,36 X29 - 0,62 X30	X16 = 1
Min L1 = 5,46 - 1,11 X1 - 0,05 X3 - 1,33 X4 - 0,42 X5 - 0,93 X7 - 3,94 X8 - 0,71 X9 - 4,16 X10 - 0,36 X11 - 2,90 X12 - 2,57 X13 - 0,11 X14 - 1,01 X15 - 0,28 X17 - 0,89 X18 - 0,41 X19 - 0,13 X20 - 0,33 X21 - 2,54 X23 - 0,55 X24 - 4,03 X25 - 3,46 X26 - 2,68 X27 - 4,59 X28 - 3,09 X29 - 0,81 X30	X28 = 1
Min L1 = 5,46 - 1,11 X1 - 0,05 X3 - 1,33 X4 - 0,42 X5 - 0,93 X7 - 3,94 X8 - 0,71 X9 - 4,16 X10 - 0,36 X11 - 2,90 X12 - 2,57 X13 - 0,11 X14 - 1,01 X15 - 0,28 X17 - 0,89 X18 - 0,41 X19 - 0,13 X20 - 0,33 X21 - 2,54 X23 - 0,55 X24 - 4,03 X25 - 3,46 X26 - 2,68 X27 - 3,09 X29 - 0,81 X30	X10 = 1
Min L1 = 6,45 - 1,43 X1 - 0,07 X3 - 1,64 X4 - 0,56 X5 - 1,25 X7 - 5,11 X8 - 0,92 X9 - 0,46 X11 - 3,72 X12 - 3,29 X13 - 0,16 X14 - 1,31 X15 - 0,37 X17 - 1,12 X18 - 0,51 X19 - 0,16 X20 - 0,42 X21 - 3,11 X23 - 0,69 X24 - 4,90 X25 - 4,45 X26 - 3,36 X27 - 3,98 X29 - 1,02 X30	X8 = 1
Min L1 = 6,19 - 1,64 X1 - 0,08 X3 - 1,85 X4 - 0,65 X5 - 1,29 X7 - 1,03 X9 - 0,46 X11 - 4,04 X12 - 3,68 X13 - 0,19 X14 - 1,50 X15 - 0,44 X17 - 1,24 X18 - 0,58 X19 - 0,18 X20 - 0,45 X21 - 3,32 X23 - 0,72 X24 - 5,07 X25 - 4,19 X26 - 3,26 X27 - 4,39 X29 - 1,07 X30	X25 = 1
Min L1 = 14,35- 5,06 X1 - 0,25 X3 - 6,18 X4 - 1,89 X5 - 3,49 X7 - 3,06 X9 - 1,35 X11 - 12,47 X12 - 11,36 X13 - 0,48 X14 - 4,48 X15 - 1,24 X17 - 4,02 X18 - 1,92 X19 - 0,57 X20 - 1,36 X21 - 11,20 X23 - 2,36 X24 - 12,35 X26 - 10,25 X27 - 13,35 X29 - 3,32 X30	X29 = 1
Min L1 = 34,64 - 13,69 X1 - 0,69 X3 - 17,03 X4 - 5,03 X5 - 9,03 X7 - 8,17 X9 - 3,58 X11 - 33,64 X12 - 30,70 X13 - 1,24 X14 - 12,00 X15 - 3,28 X17 - 10,99 X18 - 5,28 X19 - 1,55 X20 - 3,63 X21 - 30,87 X23 - 6,44 X24 - 32,64 X26 - 27,62 X27 - 8,95 X30	X12 = 1
Min L1 = 20,53 - 8,28 X1 - 0,41 X3 - 10,18 X4 - 3,07 X5 - 5,52 X7 - 4,96 X9 - 2,15 X11 - 18,53 X13 - 0,78 X14 - 7,29 X15 - 2,01 X17 - 6,59 X18 - 3,16 X19 - 0,93 X20 - 2,19 X21 - 18,35 X23 - 3,84 X24 - 19,53 X26 - 16,43 X27 - 5,37 X30	X26 = 1
Min L1 = 11,94 - 4,74 X1 - 0,23 X3 - 5,75 X4 - 1,78 X5 - 3,42 X7 - 2,90 X9 - 1,32 X11 - 10,71 X13 - 0,46 X14 - 4,22 X15 - 1,17 X17 - 3,77 X18 - 1,79 X19 - 0,54 X20 - 1,30 X21 - 10,52 X23 - 2,23 X24 - 9,94 X27 - 3,17 X30	X13 = 1
Min L1 = 13,38 - 5,98 X1 - 0,29 X3 - 6,98 X4 - 2,31 X5 - 4,28 X7 - 3,66 X9 - 1,56 X11 - 0,64 X14 - 5,40 X15 - 1,55 X17 - 4,59 X18 - 2,17 X19 - 0,66 X20 - 1,60 X21 - 12,38 X23 - 2,63 X24 - 11,38 X27 - 3,81 X30	X23 = 1
Min L1 = 39,29 - 37,29 X1 - 1,60 X3 - 37,28 X4 - 15,79 X5 - 23,85 X7 - 22,43 X9 - 6,42 X11 - 5,29 X14 - 35,19 X15 - 11,33 X17 - 24,74 X18 - 11,60 X19 - 3,55 X20 - 8,81 X21 - 11,56 X24 - 38,29 X27 - 18,27 X30	X27 = 1
Min L1 = 5,79 - 4,37 X1 - 0,20 X3 - 4,78 X4 - 1,77 X5 - 3,79 X7 - 2,83 X9 - 1,32 X11 - 0,54 X14 - 4,09 X15 - 1,21 X17 - 3,28 X18 - 1,49 X19 - 0,48 X20 - 1,26 X21 - 1,92 X24 - 2,95 X30	X4 = 1
Min L1 = 6,56 - 5,56 X1 - 0,26X3 - 2,20 X5 - 4,56 X7 - 3,53 X9 - 1,63 X11 - 0,64 X14 - 5,13 X15 - 1,49 X17 - 4,25 X18 - 1,95 X19 - 0,61 X20 - 1,57 X21 - 2,49 X24 - 3,73 X30	X1 = 1
Min L1 = 7,99 - 0,36 X3 - 3,00 X5 - 5,99 X7 - 4,80 X9 - 2,17 X11 - 0,85 X14 - 6,99 X15 - 2,01 X17 - 5,89 X18 - 2,74 X19 - 0,85 X20 - 2,13 X21 - 3,44 X24 - 5,08 X30	X15 = 1
Min L1 = 30,16 - 1,87 X3 - 17,77 X5 - 28,16 X7 - 25,79 X9 - 8,16 X11 - 5,78 X14 - 12,60 X17 - 29,16 X18 - 13,67 X19 - 4,18 X20 - 10,37 X21 - 14,32 X24 - 22,20 X30	X18 = 1
Min L1 = 50,85 - 3,74 X3 - 27,36 X5 - 49,85 X7 - 44,53 X9 - 19,71 X11 - 6,81 X14 - 17,84 X17 - 28,55 X19 - 8,41 X20 - 19,81 X21 - 35,02 X24 - 48,85 X30	X7 = 1

(Continúa)

ANEXO 1
PROGRAMAS COMPROMISO: DESARROLLO DEL MODELO (2) CON LAS CIFRAS DE Em, VA i ESTAB DEL CUADRO 2
Y LOS PUNTOS IDEALES Y ANTI-IDEALES DE CADA UNA DE LAS TRES VARIABLES CALCULADOS PARA CADA MODELIZACIÓN

Modelo	Solución óptima
Min L1 = 16,95 - 1,16 X3 - 9,30 X5 - 14,95 X9 - 6,75 X11 - 2,58 X14 - 6,21 X17 - 8,74 X19 - 2,68 X20 - 6,63 X21 - 10,93 X24 - 15,95 X30	X30 = 1
Min L1 = 5,40 - 0,26 X3 - 2,27 X5 - 4,40 X9 - 3,40 X11 - 0,65 X14 - 1,44 X17 - 2,01 X19 - 0,76 X20 - 2,31 X21 - 3,80 X24	X9 = 1
Min L1 = 4,94 - 0,41 X3 - 3,41 X5 - 2,94 X11 - 0,98 X14 - 2,27 X17 - 3,05 X19 - 0,99 X20 - 2,60 X21 - 4,19 X24	X24 = 1
Min L1 = 5,69 - 0,56 X3 - 4,50 X5 - 3,69 X11 - 1,24 X14 - 2,98 X17 - 4,24 X19 - 1,33 X20 - 3,38 X21	X5 = 1
Min L1 = 6,21 - 0,69 X3 - 4,21 X11 - 1,69 X14 - 3,94 X17 - 5,21 X19 - 1,63 X20 - 4,12 X21	X19 = 1
Min L1 = 11,96 - 2,01 X3 - 10,86 X11 - 3,92 X14 - 9,96 X17 - 4,55 X20 - 10,88 X21	X21 = 1
Min L1 = 12,84 - 2,20 X3 - 11,84 X11 - 4,24 X14 - 10,84 X17 - 4,97 X20	X11 = 1
Min L1 = 4,56 - 0,69 X3 - 1,73 X14 - 3,56 X17 - 2,56 X20	X17= 1
Min L1 = 8,46 - 2,80 X3 - 6,46 X14 - 7,46 X20	X20 = 1
Em, VA y Estab X14 > Em, VA y Estab X3	X14 = 1
	X3 = 1

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta Industrial (INE).