
Otros temas

UNA COMPARACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS RATIOS CONTABLES

EN LOS MODELOS DE PREDICCIÓN DE LA INSOLVENCIA EMPRESARIAL^(*)

ANTONIO SOMOZA LÓPEZ

JOSEP VALLVERDÚ CALAFELL

Universidad de Barcelona.

Desde la década de los 60 han ido apareciendo artículos y estudios acerca de la predicción del fracaso empresarial. Todos ellos han sido el fruto de la necesidad cada vez más acuciante de poder diagnosticar, para así predecir, el estado de salud de las empresas. En la mayoría de los casos, estos trabajos son el producto de una investigación sobre datos contables

y financieros, sobre los cuales se aplican técnicas estadísticas con el objetivo de obtener modelos que permitan dar respuesta adecuada a la pregunta sobre si una empresa puede llegar a una situación de insolvencia en el futuro.

Por otra parte, estos modelos han de ser adaptados a la realidad en la que nos movemos y la pequeña y mediana empresa española tiene unas características muy definidas que obligan a un planteamiento de su mejor adecuación.

De lo mucho publicado en torno a este tema, centramos su clasificación en lo que se ha considerado más relevante según Altman *et al.* [1981], Zavgren [1983] y Jones [1987].

Se puede hacer una clasificación según diferentes criterios:

Objetivo del estudio. Lo que se pretende con cada estudio, así en la mayoría de los casos se confecciona

un modelo de predicción (Beaver [1966], Altman [1968], Deakin [1972], Blum [1974] y otros); en otros se comparan modelos para discriminar entre las mejores alternativas (Elam [1975], Hamer [1983], Frydman *et al.* [1985]) o bien se realiza una formulación teórica que sustente la selección de los resultados [Wilcox, 1971].

Definición de fracaso. En la mayoría se utiliza como subrogado de ésta la quiebra legal (Altman [1968], Deakin [1972], Zavgren [1985]); también se utiliza la morosidad a una entidad de crédito (Beaver [1966] o Edminster [1972]) así como otras figuras.

Variables utilizadas. Las más usuales son los ratios contable-financieros extraídos de las cuentas anuales depositadas por las empresas, ya sea desde un enfoque univariante (Beaver [1966]) o multivariante (Altman [1968], Deakin [1972, 1977] entre otros). También han sido utilizados ratios y sus desviaciones así como en valores relativos (Edminster [1972], Blum [1974], Altman *et al.* [1977]) y por último otro tipo de variables como las planteadas en este estudio.

Técnica aplicada. Las más utilizadas han sido las estadísticas y dentro de estas el análisis discriminante múltiple (Altman [1968], Blum [1974], Gentry *et al.* [1985] sólo por citar algunos). Así mismo, y en parte para subsanar las limitaciones del discriminante, se han utilizado los modelos de probabilidad condicional, el LOGIT (Ohlson [1980], Mensah [1983], Casey y Bartzack [1984]) y PROBIT (Zmijewski [1984]). En los últimos años han aparecido investigaciones que han utilizado técnicas como las particiones iterativas (Frydman *et al.* [1985]) y el empleo de redes neuronales artificiales (Chye Koh *et al.* [1999], Barney *et al.* [1999]).

Resultados obtenidos. Hay dos tipos de trabajos, unos en que los resultados sólo se aplican a la muestra que sirvió para la construcción del modelo (Beaver [1966], Altman *et al.* [1974], Sinkey [1975], Gentry *et al.* [1985]) y aquellos otros en que se valida sobre una muestra secundaria que puede ser contemporánea a la inicial, aunque se recomienda que sea posterior (Altman [1968], Deakin [1972], Zmijewski [1984]).

En España esta línea de investigación tiene su despegue con los pioneros trabajos de Laffarga *et al.* [1985, 1986, 1987] para el sector bancario, posteriormente cabe citar a Gabás Trigo [1990] con un completo estudio sobre diferentes sectores así como con la utilización de técnicas novedosas, y otros muchos artículos, ponencias y comunicaciones que, por falta de espacio, nos es imposible detallar.

En todo caso cabe apuntar que actualmente esta línea de investigación es prolífica en cuanto a resultados y, pasados ya los tiempos en que se formulaba únicamente un modelo de predicción, cada vez destacan más aquellos estudios que utilizan otras técnicas (redes neuronales artificiales [Serrano *et al.* 1993]); que comparan variables (las del estado de flujos de tesorería con las tradicionales [Lizarraga, 1997]); que utilizan la suspensión de pagos o la quiebra (Lizarraga [1995] o Gallego *et al.* [1997]) o, finalmente, que se aplican a sectores concretos (el asegurador, entre otros [Mora, 1994]).

El objetivo que planteamos aquí es la comparación entre modelos de predicción de la insolvencia obtenidos a partir de ratios seleccionados en la literatura previa y ratios previamente elegidos a través de una técnica estadística como es el análisis de componentes principales. Con ello confrontamos la tradición a las técnicas estadísticas.

BASE DE DATOS

La investigación objeto de nuestro estudio parte de la información que las empresas depositan en el

Registro Mercantil. En nuestro caso ha sido necesaria la colaboración del Registro Mercantil de Barcelona (1) para acceder a las cuentas anuales de las empresas textiles y de confección que - tal y como se establece en la ley - tienen obligación de depositar dentro del mes siguiente a su aprobación (a. 218-222, Ley de Sociedades Anónimas).

No se ha establecido distinción alguna entre empresas industriales y comerciales o bien entre textiles y de confección, aun cuando se es consciente de la diferente estructura tanto económica como financiera entre estos grupos.

Para recopilar la información disponible se ha seguido la metodología que a continuación se expone.

Se parte del momento en que se publica la suspensión de pagos en la revista *Fomento de la Producción*, en su sección dedicada a *tribunales*, y se ha investigado de la fecha exacta de la presentación ante los juzgados de la insolvencia, a través de la agencia especializada *Trans Union España* (2).

Si para la selección de la submuestra de empresas fracasadas nos aseguramos de su estado y de la fecha en que se presentó la suspensión de pagos a través del procedimiento descrito, para las empresas sanas el filtro utilizado fue precisamente la indagación de que no presentara ningún tipo de dificultad financiera (por ejemplo, aparecer en lista de impagados o que hubieran presentado expediente de regulación de empleo).

Seguidamente, se ha retrocedido en el tiempo hasta el tercer año anterior al evento, suponiéndose que los datos contables del período anterior no incluyen ya dicho percance (tal y como Ohlson [1980] recomienda que debe realizarse).

De la muestra inicial sobre la cual se extrajeron los datos, se ha realizado un exhaustivo análisis con el fin último de seleccionar qué firmas poseían *datos completos* (3). Aquellas empresas que no disponían de dichos datos entraron a formar parte de la muestra secundaria.

Cabe matizar cuántos ejercicios se deben recoger en este proceso de retroceso en el tiempo. Usualmente se escogen los cinco anteriores, aunque también hay investigaciones en las cuales se recogen tres, y otras -menos abundantes- siete u ocho. Por lo tanto, no existe unanimidad en este punto.

De las 86 empresas que originariamente entraron en el estudio y, dada la falta de información subsistente en éste, se ha realizado la siguiente clasificación:

Muestra primaria, 52 empresas. Y Muestra secundaria, 34 empresas (con datos incompletos).

De las muestras utilizadas podemos constatar:

a) Del total de empresas consideradas como completas, el 27% presentan la información contable en formato normal, mientras que el 73% de firmas depositan información abreviada que, por otra parte, no está verificada por un experto independiente. Por consiguiente, la muestra se centra en lo que son pequeñas y medianas empresas.

b) Del total de empresas consideradas como incompletas, el 41% presentan las cuentas anuales normales mientras que el 45% las depositan abreviadas y no auditadas. El porcentaje restante (13%) consta de dos firmas a caballo entre los dos formatos en el período considerado, es decir pasando de abreviada a completa (4) y una excluida (5).

Para contrastar posteriormente los modelos se seleccionó una muestra de validación para el año 1997 consistente en 20 empresas, de las cuales hemos extraído 2, quedando en 18, y se han recogido las cuentas anuales de los tres ejercicios previos a la suspensión de pagos.

Al analizar la anterior muestra, una vez más el formato abreviado vuelve a predominar en las empresas escogidas, lo cual repercute en el propio análisis y, como consecuencia, en la falta de fiabilidad necesaria para evaluar esas cuentas anuales ya que no están verificadas por un auditor.

APLICACIÓN DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES

En primer lugar, partiendo de los 72 ratios iniciales del I cuadro 1 del apéndice que han sido elaborados a partir de la literatura previa (artículos, libros y ensayos publicados sobre la predicción de la insolvencia empresarial), podemos constatar que muchos tienen elementos comunes, ya sea en el numerador o en el denominador. Es por ello que aplicamos el análisis de componentes principales, que permite sintetizar en unos pocos factores o agrupaciones la información subyacente.

No resulta extraño el primer resultado, el programa ha retenido 16 componentes principales (*factores*) de 72 variables iniciales. Con éstas se retiene el 84,17% de la dispersión total de la muestra y, a partir del componente 37, los factores subsiguientes no añaden mayor información.

El siguiente paso consiste en investigar qué hay en cada uno de los factores (la lista exhaustiva apare-

ce en el cuadro 2 del apéndice) que representan los ratios agrupados por componentes y cuyo coeficiente de correlación con cada una de éstas sea superior a 0,5.

La metodología empleada para realizar el análisis es partir de la primera columna e ir comparando con las dos restantes. Éstos son los resultados:

Factor 1: se trata de una componente relacionada con la rentabilidad de la empresa o con los recursos generados por ésta.

Factor 2: en todos ellos aparecen en el numerador partidas tales como las cuentas financieras o la tesorería.

Factor 3: se observa una característica compartida por todos ellos, el patrimonio neto.

Factor 4: el común denominador a todas las variables es el inmovilizado ya sea en el numerador o en el denominador.

Factor 5: confirma que se trata de un factor representativo del enriquecimiento de la empresa.

Factor 6: se trata de la rentabilidad sobre los recursos propios.

Factor 7: podría decirse que es un componente que refleja la gestión de existencias.

Factor 8: esta componente podría interpretarse como solvencia a largo plazo de la empresa, ya sea a través del endeudamiento (respecto al activo o al capital) o la capacidad de la empresa para devolver sus obligaciones a corto plazo.

Factor 9: la característica común que los une es la relación de ventas con otras partidas del balance, por lo cual podemos atribuir a este factor la rotación.

Factor 10: podemos ver la relación de este factor con la política de personal de la empresa.

Factor 11: podríamos decir que se trata de un factor de retribución de los fondos ajenos, o dicho de otra forma, qué parte de los recursos generados se dirige a retribuir dichos fondos.

Factor 12: el nexo de unión son aquí los capitales propios ya sea, relacionándolos con las deudas (endeudamiento), o con la autofinanciación. Podríamos designarlo como representativo de esta partida.

Factor 13: aquí lo común es el fondo de maniobra.

Factor 14: tienen como característica común el efectivo de la empresa.

Factor 15: esta agrupación representa la rotación del circulante.

Factor 16: estos ratios proporcionan información relativa al endeudamiento a largo plazo.

Para el resto de factores no se ha realizado este análisis por dos razones: la primera, porque las restantes componentes están formadas por un ratio considerado en el resto de factores de una manera implícita o explícita (tal y como puede verificarse en la figura 2 del apéndice) y la segunda, está en la propia esencia de la técnica.

Resumiendo, podemos subrayar:

1] Como puede observarse a medida que avanzamos en el número de componentes a considerar, el número de ratios que entran a formar parte en éstas se reducen. Así, a partir del factor 10 para 16 componentes (salvo el factor 12) sólo hay dos ratios en cada nuevo factor. Ello es significativo de la reducción en la aportación de información de cada nueva componente. Los últimos factores no son más que particularizaciones de los primeros: el caso del factor 9, rotaciones, con el factor 15, o el factor 1, rentabilidad de la empresa, con el 6, rentabilidad de los recursos propios, etc.

2] Cada componente se ha interpretado en función de los resultados. Se ha de admitir, no obstante, que el hecho de asignar una peculiaridad a cada una de estas 16 variables no es concluyente, y ello porque dentro de cada una de ellas hemos encontrado algún ratio cuya relación con el resto no era fácilmente interpretable o consistente con el resto. En consecuencia, lejos de ser algo definitivo está sujeto a otras posibles interpretaciones no coincidentes con ésta.

Dado que algunos de estos factores han sido difíciles de interpretar (puesto que aparecían ratios contradictorios entre sí) y ante el dilema de utilizar éstos o los ratios más correlacionados, se ha optado por la segunda alternativa. Los motivos que nos han llevado a tal elección son los siguientes:

1. La simplicidad de utilizar un ratio –que mejor o peor– es claramente definido y observable.
2. La interpretación de los resultados que de ello se pueda extraer, dado que en el caso de los factores no es fácilmente atribuible a una característica.

Podría plantearse el por qué utilizar el análisis de componentes principales partiendo de los ratios y volver a

CUADRO 1
RATIOS SELECCIONADOS A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Factores	Ratios	Formulación
Factor 1	R56	(B.A.T.+ amortz. + provis.) / ventas
Factor 2	R03	(Tesorería + val. neg.) / pasivo circulante
Factor 3	R25	Inmovilizado / patrimonio neto
Factor 4	R24	Activo circulante / activo fijo
Factor 5	R72	Reservas / activo total
Factor 6	R62	(B.A.T.+ amortz. + provis.) / capital social
Factor 7	R28	Cuentas a cobrar / existencias
Factor 8	R19	Deuda a L.P. / activo total
Factor 9	R34	Activo medio / ventas
Factor 10	R63	Ventas / número de empleados medios
Factor 11	R18	(B.A.T.+ amortz. + provis.) / gastos financieros
Factor 12	R11	Deudas totales / capitales propios
Factor 13	R22	Deudas totales / fondo de maniobra
Factor 14	R49	Ventas / tesorería media
Factor 15	R48	Ventas / (act. circulante menos existencias) medio
Factor 16	R13	Deuda a largo plazo / patrimonio neto

FUENTE: Elaboración propia.

éstos para realizar el posterior examen. La respuesta proviene, por una parte, a la necesidad de resumir o sintetizar en una serie de componentes claves la información original sin perder capacidad predictiva, y por otra parte, la utilidad que supone saber que se está trabajando ya no sobre los 72 ratios originales, si no con los 16 más representativos. Con todo ello se quiere evitar que el proceso de selección de las variables se apoye en algo más que la popularidad de los ratios en la literatura previa.

En el cuadro 1 mostramos los ratios más correlacionados con cada uno de los factores.

Es inevitable reconocer que el hecho de optar por utilizar las variables más correlacionadas con estos factores tiene limitaciones importantes:

a) Estos ratios son específicos de esta muestra y no generalizables a otras [Chen & Shimerda, 1981].

b) No hemos conseguido anular la correlación entre variables, lo cual sí hubiera sido posible al utilizar directamente los factores.

Pese a ello, pensamos que las ventajas operativas y de interpretación que brindan contrarrestan las desventajas que ocasiona, la más importante de las cuales es una tendencia a la simplificación que conlleva demasiada dependencia de algunas componentes en una sola magnitud.

En cuanto al nexo de estas variables con el objetivo del estudio podemos decir que, en principio, todas

ellas guardan una estrecha relación. Efectivamente, la rentabilidad es el factor clave para entender por qué una empresa fracasa o no, primero por una ralentización en las rotaciones (así como en el margen) que se traduce a corto plazo en un problema de circulante (de existencias) y de liquidez, y a largo plazo en el debilitamiento del patrimonio empresarial. Por otra parte, la falta de generación de recursos tiene una incidencia directa en la política de inversiones, lo cual acaba redundando en el debilitamiento de la posición competitiva de la empresa. Lo acabado de mencionar está sujeto al contraste de hipótesis, pero, ahora por el momento, nos permite enlazar lo ya obtenido con el problema planteado.

ANÁLISIS DICOTÓMICO DE BEAVER ↓

El artículo publicado por Beaver [1966] marca un hito en lo que actualmente se consideran los estudios empíricos de predicción de la insolvencia, en éste se aplican dos técnicas univariantes a una muestra de empresas. Estas son:

El análisis de perfiles: inicialmente utilizado en psicología, tal y como indica su nombre, consiste en la representación de cada uno de los ratios para cada estado (solvencia e insolvencia) y en cada año previo. Como el propio autor señala, permite analizar la diferencia entre ambos tipos de empresas, pero no proporciona su cuantificación. No tiene en cuenta la dispersión de los ratios, sino únicamente su media.

El test de clasificación dicotómica: a diferencia del anterior es un test predictivo, basado en la prueba y error, cuya finalidad última es seleccionar qué ratio permite una mejor discriminación entre ambos grupos de empresas. La metodología consiste en su ordenación ascendente, de tal forma que a través de diferentes puntos de corte, se halle aquel que minimice el número de errores, o lo que es lo mismo, maximice el porcentaje de predicciones correctas. Esta prueba se aplica para cada año anterior a la insolvencia.

Sólo añadir que la investigación de Beaver, además de ser una de las pioneras en este campo de investigación, consiguió los mejores resultados, no sólo porque para el año previo el porcentaje de error de su mejor ratio *cash-flow a deuda total* fue sólo de un 13%; sino porque lo logró sin los refinamientos estadísticos que más tarde se aplicarían.

Ahora, vamos a seleccionar los años con los que vamos a trabajar, de tal forma que medien nueve meses, al menos, entre la fecha en que se presenta la suspensión de pagos y el último estado financiero analizado [Ohlson, 1980].

Como se puede vislumbrar, la cantidad de información disminuye en el momento que incorporamos esta restricción ya que consideramos únicamente los tres ejercicios anteriores (con un promedio de meses desde el último incorporado al estudio y la fecha de presentación de la suspensión de 15 meses). El objetivo último es lograr que el modelo que obtengamos no incorpore información ya sesgada por las dificultades financieras manifiestas.

Análisis de perfiles ↓

Los resultados del análisis de perfil que vamos a exponer se han elaborado a partir de los ratios resultantes de ANOVA y los de las componentes principales, se han agrupado atendiendo a los factores expuestos en el apartado anterior (6).

Si bien es obvio que la falta de solvencia o liquidez es el último estado de la insolvencia, ello tiene unas causas que se pueden identificar en los años anteriores; su rentabilidad siempre se mantiene por debajo del otro tipo de empresas debido a una menor rotación del activo y a una dificultad de convertirlo en líquido. Este problema afecta progresivamente, por una parte, a la estructura económica de la empresa, con una menor inversión en inmovilizado; a un mayor endeudamiento que, casi siempre, y para las empresas pequeñas, es a corto plazo, y a su autofinanciación, lo cual repercute en sus posibilidades de supervivencia futuras.

Por último, parece arriesgado pronunciarse sobre la productividad, dado que en los dos ratios utilizados viene medida por las ventas y el beneficio, con lo cual no hay evidencia suficiente para poder atribuir a los empleados cualquier responsabilidad en el fracaso de la empresa.

Análisis dicotómico ↓

Como anteriormente se ha comentado, consiste en encontrar un punto de corte para cada ratio, tal que minimice el número de errores. Aunque tiene limitaciones importantes, es necesario utilizarlo para examinar las variables individualmente y, sobre todo, cuando una variable pueda ser de interés para el investigador [Jones, 1987].

Es por ello que se va aplicar este análisis a aquellos ratios que mejor comportamiento han demostrado hasta el momento; es decir, las que superaban la comparación de medias de los ratios y estaban dentro de uno de los 16 factores antes comentados.

Siguiendo este criterio tan restrictivo encontramos que dichas variables son las que aparecen en el

CUADRO 2
RATIOS SOBRE LOS QUE SE APLICA EL ANÁLISIS DICOTÓMICO DE BEAVER

Ratio	Formulación	Factor asociado
56	(BAT + amortizaciones y provisiones) a Ventas	Rentabilidad
62	(BAT + amortizaciones y provisiones) a Capital social	Rentabilidad
34	Activo a ventas	Rotación
63	Ventas a número de empleados	Productividad
21	(BAT+ amortizaciones y provisiones) a deuda total	Endeudamiento, o solvencia a largo plazo.

FUENTE: Elaboración propia.

cuadro 2. Se ha agregado, además, el mejor ratio de Beaver, cash-flow (en términos de recursos generados por la empresa) a deuda total, en nuestro caso es el ratio 21.

Los resultados se muestran en la figura 3 del apéndice, tal y como se desprende de dicha tabla, podemos constatar que el ratio 21 sigue siendo el mejor para separar ambos grupos y en el año previo (consigue el porcentaje más alto de éxitos con un 73%), con lo cual sería válida la referencia de Beaver [1966: 86] «*the most crucial factor seems to be the net liquid-asset flow supplied to the reservoir*». Sin embargo, hay que tener presente que este ratio sólo proporciona el mayor porcentaje de aciertos para el primer año, lo cual es sorprendente ya que es precisamente éste en que –como veremos– los porcentajes multivariantes disminuyen mucho respecto al segundo previo.

Otra cuestión importante es que para cada año hay un cambio en el mejor ratio, véase por ejemplo como para el tercer año previo es el 63 (*ventas a número de empleados*) (7) y para el penúltimo año el 34 (*activos a ventas*).

También es interesante investigar qué tipo de errores son los encontrados, en concreto:

Error tipo I: *clasificar una empresa suspendida como una empresa sana.*

Error tipo II: *clasificar una empresa sana como una empresa suspendida.*

Como queda patente en la extensa literatura sobre el tema, el coste de los errores es difícilmente cuantificable; según el usuario, el coste de error tipo I es mucho mayor que el tipo II, puesto que éste será siempre un coste de oportunidad asociado a la falta de elección de dicha empresa (ya sea para conceder un préstamo, para invertir en ella, o cualquier otro motivo); en cambio, el tipo I llevará ligado la pérdida de parte o la totalidad de capital de la inversión (entiéndase aquí en un sentido amplio: concesión de préstamos, inversión en capital, etc.) lo cual será un coste fácilmente cuantificable.

Siguiendo este criterio (de minimización del coste I) encontramos que los ratios 21 (20%) y 34 (26%) son los mejores para el tercer año previo; el ratio 56 lo es para el segundo (12%), seguido por el ratio 34 (33%) y, para el último previo, vuelve a serlo el 56 (35%) y el R21 (38%). Asimismo, no se constata un incremento progresivo del error tipo I conforme nos acercamos al momento de la suspensión de pagos, observado por Beaver [1966], sino que es en el segundo año previo donde se produce el mínimo error I para el ratio 56 (12%), incrementándose para el último previo.

Es importante relacionar estos resultados con los de otras investigaciones anteriores, así el porcentaje de clasificaciones correctas es muy inferior al obtenido por Beaver (en su investigación dicho porcentaje era del 87% para el año previo, si bien aquí sólo llega al 73%), en concreto hay el doble de errores. Otros estudios han utilizado esta metodología: Deakin [1972] para el año previo y con el ratio de Beaver alcanza un porcentaje de errores superior, en concreto el 20%; Casey y Bartzack [1984] para los ratios de cash-flow operativo con la deuda total llegan al 72% de aciertos para el año previo y 75% al relacionar cash-flow con pasivo circulante en ese mismo periodo; por último, entre los trabajos españoles, cabe destacar el de Laffarga *et al.* [1991] con unos porcentajes del 90 al 95% para el año previo en los ratios de rentabilidad y liquidez del sector bancario y los de Lizarraga [1995, 1997] quien, al aplicar el mejor ratio de Beaver en el primer trabajo llega al 90% de aciertos para el año previo, y en el segundo selecciona como mejor ratio el capital circulante de las operaciones a deuda total con un porcentaje de aciertos del 87,50%.

De todo ello se desprende que nuestros resultados no son satisfactorios en cuanto a exactitud, si bien están en la misma línea de los demás autores.

En cuanto a las causas de este porcentaje superior de errores, puede tener dos posibles explicaciones. Por una parte, Beaver no consideró lo que más tarde Ohlson [1980] expondría con claridad, la necesidad de escoger un estado anterior a la crisis legal, pero

que no la incluyera en sus cifras y, por otra parte, la calidad de la información con la que estamos trabajando (puesta de manifiesto con anterioridad), así como el número de empresas de que disponemos, no permiten albergar grandes esperanzas acerca de la exactitud que de éstos se obtenga.

Nos hemos preguntado si el año del fracaso tenía alguna influencia sobre el porcentaje de aciertos. En concreto, y para el último previo, se ha observado el comportamiento del mejor ratio (ratio 21) separando la muestra según los tres años de suspensión considerados, esto es, empresas que presentaron la suspensión en el año 1994, 1995 y 1996. He aquí los resultados (cuadro 3)

Efectivamente, el año del fracaso juega un papel relevante en la discriminación entre ambos grupos ya que por ejemplo, en el año 1994 y 1995 los porcentajes de fallos (28% y 29% respectivamente) son superiores al año 1996 (7% de fallos), lo cual parece indicar que el ciclo económico subyacente ha de ser considerado como una variable a tener en cuenta.

Las limitaciones inherentes a esta metodología de investigación provienen de la sensibilidad de la prueba a la magnitud del ratio [Beaver, 1966]; de la no consideración explícita de los diferentes costes asociados a los dos tipos de errores [Netter, 1966]; de llegar a clasificaciones conflictivas entre diversos ratios [Zavgren, 1983] y, finalmente, de la incapacidad para considerar la multidimensionalidad de una firma [Altman, 1968].

La cuestión inmediata es si del análisis univariante se deriva alguna conclusión definitiva acerca del comportamiento de los ratios para el objetivo planteado. Resulta muy difícil poder llegar a manifestar una preferencia por un ratio, dado que ninguno de ellos logra ser el que menos porcentajes de errores consigue para cada año previo, y de forma consecutiva.

Tampoco queda claro poder entrever un comportamiento diferente entre ambos tipos de empresas, efectivamente, si en el tercer año es el ratio de productividad o, en su defecto, el de endeudamiento el que marca la diferencia; en el segundo, es la rotación, y en el año previo, el de solvencia a largo plazo o endeudamiento.

RESULTADOS PRINCIPALES DE LOS MODELOS

La selección de los mejores modelos se ha realizado partiendo de los 72 ratios iniciales y se ha aplicado de forma paralela el análisis discriminante múltiple y logit, aunque nos decantamos de una forma explí-

CUADRO 3
PORCENTAJES DE ACIERTOS Y FRACASOS POR AÑO DE CONOCIMIENTO PARA LA UAM

Ratio 21	Nº. obs.	Aciertos	Fallos
1994	18	72%	28%
1995	14	71%	29%
1996	14	92%	7%

FUENTE: Elaboración propia.

ta por el segundo, dadas las ventajas que ofrece respecto al primero. El programa estadístico utilizado ha sido el SPSS. Para el proceso de selección de los ratios, se utilizó el procedimiento de etapas (stepwise) consistente en escoger sólo aquellas variables independientes que aportaran mayor información a las funciones (o mayor poder clasificatorio).

Seguidamente, se consideró simultáneamente tanto las funciones que incluían los tres años previos (en el cuadro 4, en página siguiente, aparecen como Z3' y Z3''), como aquellas otras que aislaban a uno sólo en concreto (resto de funciones, denotando el primer dígito el año previo al que se refieren, por ejemplo, Z24' es para el segundo año anterior a la insolvencia) y se rechazaron los valores atípicos. Por último, se probó si la transformación logarítmica de los ratios conseguía mejorar los modelos.

En este momento vamos a mostrar sólo los modelos que mejor comportamiento hayan demostrado para poder interpretar los resultados. En nuestro caso escogemos como criterio la capacidad de clasificación, sea cuál sea la formulación de los ratios.

En el cuadro 4 del apéndice aparecen las funciones con los ratios seleccionados por la muestra con sólo información completa (son Z') y con información completa e incompleta (Z''); y los ratios significativos de las dos funciones.

Si nos centramos únicamente en los resultados de la clasificación de la muestra primaria (no aún en la de validación) encontramos que:

Para las funciones globales, el porcentaje de aciertos supera el 75% tanto en un caso como en otro y se decantan hacia una clasificación más exacta de las empresas solventes, aunque el margen de un grupo sobre el otro no supera el 2%. Por otra parte, y como ya se había comentado anteriormente, la función Z3'' funciona mejor que la Z3', no obstante, cabe señalar que tampoco parece haber aquí una superioridad aplastante (76% la Z3' frente al 79% en Z3''). Por lo tanto, la inclusión de la muestra con datos incompletos no logra aportar una información que permita definirla como claramente superior.

CUADRO 4
PORCENTAJES DE ACIERTOS EN LA MUESTRA PRIMARIA Y EN LA DE VALIDACIÓN

Función	Muestra primaria			Muestra de validación		
	Solventes	Insolventes	Total	Solventes	Insolventes	Totales
Con datos copletos						
Para los tres años previos (Z3')	77,06	75,76	76,44	88,89	60,00	75,00
Para el tercer año previo a la insolvencia (Z34')	69,44	81,82	75,36	66,67	57,14	62,50
Para el segundo año previo a la insolvencia (Z24')	85,71	79,41	82,61	55,56	88,89	72,22
Para el último año previo a la insolvencia (Z14')	77,78	69,70	73,91	100,00	88,89	94,44
Con datos completos e incompletos						
Para los tres años previos (Z3'')	80,00	79,38	79,71	44,44	88,00	65,38
Para el tercer año previo a la insolvencia (Z34'')	88,57	78,13	83,58	88,89	14,29	56,25
Para el segundo año previo a la insolvencia (Z24'')	86,11	91,18	88,57	11,11	88,89	50,00
Para el último año previo a la insolvencia (Z14'')	88,89	77,42	83,58	88,89	44,44	66,67

FUENTE: Elaboración propia.

Para las funciones de cada ejercicio previo, las conclusiones son menos evidentes e incluso en algunos casos, algo contradictorias:

■ La progresión en los resultados es parecido en los dos tipos de funciones examinadas: en las funciones con datos completos únicamente (Z'), el segundo ejercicio previo (Z24') consigue el porcentaje de aciertos más elevado y el porcentaje más bajo se da en el último año previo (Z14'); en las funciones con datos completos e incompletos (Z'') sucede algo similar, puesto que otra vez, el segundo año previo (Z24'') consigue el índice más alto de éxitos.

■ Si nos centramos en los dos estados analizados (solventes *versus* insolventes) no podemos constatar una tendencia de las funciones a identificar mejor un grupo que el otro, y ello sucede tanto si se ha utilizado el primer conjunto de funciones como el segundo: por ejemplo, en la primera figura vemos cómo mientras Z34' detecta mejor la insolvencia; Z14' y Z24' (ésta última en logaritmos) consiguen mejores resultados en el grupo solvente; por el contrario, la Z34'' y Z14'' se decantan hacia la solventes y la Z24'' hacia la insolventes.

En resumen, las funciones en las que se ha utilizado información completa e incompleta se comportan mejor que aquellas otras en que únicamente se ha utilizado información completa y, en cuanto a los mejores modelos para cada año previo, el segundo es el que consigue porcentajes de aciertos más elevados. La transformación logarítmica muestra su utilidad sólo en un caso, mejorando lo conseguido (véase cuadro 4 del apéndice).

En cuanto a la validación para el año siguiente (1997), en el cuadro 4 también aparecen los porcentajes conseguidos –columnas de «muestra de validación»– junto con los obtenidos con los datos hasta 1996 (8) (muestra primaria).

Pasemos a comentar los resultados. Para las funciones con datos completos únicamente (Z') hay un descenso en los porcentajes de aciertos, si bien, se ha de decir, que son similares a los obtenidos en la muestra original y sólo en un caso empeora claramente (el Z34' de 75,36% a 62,50%), mientras que en otro hay una importante mejoría (Z14': 73,91% frente a 94,44%). Podemos evaluarlas de forma muy satisfactoria, puesto que al ser validadas en una muestra posterior, conservan gran parte de su capacidad predictiva, más si cabe si nos fijamos en la función global Z3'.

Si comparamos con las funciones obtenidas a partir de la consideración de la muestra con información completa e incompleta (Z''), los resultados no son tan buenos como los obtenidos únicamente con la muestra de datos completos. En concreto, así como hemos comentado una pequeña disminución en los porcentajes obtenidos que confirmaban su validez para una muestra posterior, en este caso, el descenso es general en todas las validaciones y en algún caso el porcentaje no permite calificarlo como satisfactorio: por ejemplo, en Z24'' la validación permite concluir que esta función es equivalente a tirar una moneda al aire, lo cual implica que no aporta ningún tipo de información. En el resto de casos el descenso es considerable, véase el caso de la Z34'' de un 83,58% a un 56,25% o el de Z14'' de un 83,58% a un 66,67%. Una vez más, la función global es la que se mantiene en unos valores más que aceptables al realizar la validación (de 79,71% en la muestra original a 65,38% en la secundaria).

En cuanto a cada estado, la validación pone de manifiesto cómo cada función se decanta hacia la solventes o la insolventes. Así, Z3', Z34', Z14', Z34'' y Z14'' detectan mejor la solventes (el porcentaje de aciertos en este estado supera al obtenido en el otro), mientras que Z24', Z3'', Z24'' discriminan mejor la insolventes.

CUADRO 5
COMPARATIVA DE EXACTITUDES SEGÚN CRITERIO DE SELECCIÓN DE RATIOS

Función	Resultados con variables del análisis de componentes			Resultados con variables según literatura previa		
	SOLV	INSOL	TOTAL	SOLV	INSOL	TOT
Con datos completos						
Para los tres años previos (Z3')	77,92	63,64	70,78	77,06	75,76	76,44
Para el tercer año previo a la insolvencia (Z34')	88,46	88	88,24	69,44	81,82	75,36
Para el segundo año previo a la insolvencia (Z24')	80,77	69,23	75	85,71	79,41	82,61
Para el último año previo a la insolvencia (Z14')	72	76,92	74,51	77,78	69,70	73,91
Con datos completos e incompletos						
Para los tres años previos (Z3'')	100	0	52,61	80	79,38	79,71
Para el tercer año previo a la insolvencia (Z34'')	89,19	33,33	62,86	88,57	78,13	83,58
Para el segundo año previo a la insolvencia (Z24'')	72,97	61,76	67,61	86,11	91,18	88,57
Para el último año previo a la insolvencia (Z14'')	62,16	78,79	70	88,89	77,42	83,58

FUENTE: Elaboración propia.

MODELOS CON RATIOS DEL ANÁLISIS FACTORIAL ¶

Hasta este momento hemos seguido la metodología empleada por la mayoría de investigaciones sobre la insolvencia empresarial: partir de un conjunto de ratios de la literatura contable y, a través de un proceso por etapas o escalonamiento, seleccionar aquellos que mayor relevancia muestren en una regresión logística o en el análisis discriminante múltiple.

Este tipo de metodología ha sido fuente de críticas no sólo por la falta de aplicación de un criterio contable o económico previo, sino porque las repercusiones del mismo son fácilmente detectables y, en algunos casos, graves (9).

No queremos acabar este trabajo sin antes saber qué sucedería si introducimos una selección previa en el conjunto original de los ratios. No es un intento vano, bien al contrario, nos respaldan algunas investigaciones anteriores y, sobre todo, los clarificadores artículos de Chen & Shimerda [1981] y Chen y Church [1996], quienes consideran este paso preliminar como indispensable para cualquier estudio en esta área de investigación.

Anteriormente calculamos 16 componentes principales, representativas de otras tantas características de la muestra primaria. Si obligamos al programa a escoger entre únicamente esos 16 factores (en nuestro caso los ratios más representativos), conseguiremos *reducir* (10) la multicolinealidad existente. En lo que a continuación se expone aparecen únicamente en su formulación estandarizada, por la razón anteriormente expuesta.

A continuación aparecen las funciones logit (cuadro 5 y cuadro 5 del apéndice con el detalle de los parámetros asociados a los ratios).

Podemos concluir de estos resultados:

1] Al aplicar el análisis factorial (figura 5, apéndice), en las funciones de las figuras aparecen repetidos los siguientes ratios: 56 en las funciones Z3', Z24', Z14' y Z24''; el ratio 19 en Z3', Z34', Z24' y, el 34 en Z3' y Z24'. Podemos concluir, por lo tanto, que si aplicamos esta selección previa, la rentabilidad (R56) junto con la rotación (R34) y el endeudamiento (R19) son los factores básicos que condujeron a las empresas textiles a una suspensión de pagos durante el período estudiado. El endeudamiento a largo plazo se confirma, una vez más, como característica claramente definidora de la insolvencia empresarial. Además, y no menos importante, cabe resaltar que el número de ratios disminuye mucho.

2] En cuanto a los porcentajes obtenidos por las funciones, los aciertos se mantienen en niveles más bajos, para ello no hay más que comparar las funciones del cuadro anterior y ello se hace más patente en las funciones Z'', es decir cuando incorporamos la muestra con información completa e incompleta (11). Para cada ejercicio previo encontramos unos porcentajes de aciertos muy inferiores a los obtenidos para la muestra que utiliza sólo información completa (comparando las Z' con las Z'').

Por lo tanto, hemos de concluir que, aun cuando la principal ventaja de una selección previa no proviene de los porcentajes de aciertos, sino de los ratios seleccionados, cabe matizar que este haz de luz se desvanece en cuanto incorporamos una muestra de datos incompletos al caer de forma estrepitosa el porcentaje de aciertos.

RESUMEN Y CONCLUSIONES ¶

La conclusión básica de este trabajo es que los modelos de predicción de la insolvencia cumplen

su principal objetivo, identificar la insolvencia empresarial, y además, producir unos resultados dependientes del criterio de selección de los ratios.

Del análisis factorial se ha podido concluir que la rentabilidad es el factor clave para entender por qué una empresa fracasa o no, primero por una ralentización en las rotaciones (así como en el margen) que se traduce a corto plazo en un problema de circulante (de existencias) y de liquidez, y a largo plazo, en el debilitamiento del patrimonio empresarial. Por otra parte, la falta de generación de recursos tiene una incidencia directa en la política de inversiones, lo cual acaba redundando en el debilitamiento de la posición competitiva de la empresa.

El análisis de perfiles utilizado por Beaver y aquí aplicado era coincidente en los resultados a los aquí indicados: si bien es obvio que la falta de solvencia o liquidez es el último estado de la insolvencia, ello tiene unas causas que se pueden identificar en los años anteriores; su rentabilidad siempre se mantiene por debajo del otro tipo de empresas debido a una menor rotación del activo y a una dificultad de convertirlo en líquido. Este problema afecta progresivamente, por una parte, a la estructura económica de la empresa, con una menor inversión en inmovilizado; a un mayor endeudamiento que, casi siempre, y para las empresas pequeñas, es a corto plazo, y a su autofinanciación, lo cual repercute en sus posibilidades de supervivencia futuras. Por último, parece arriesgado pronunciarse sobre la productividad, dado que en los dos ratios utilizados viene medida por las ventas y el beneficio, con lo cual no hay evidencia suficiente para poder atribuir a los empleados cualquier responsabilidad en el fracaso de la empresa.

Así mismo, el análisis dicotómico también era convergente en cuanto a resultados ya que si en el tercer año es el ratio de productividad o, en su defecto, el de endeudamiento el que marca la diferencia; en el segundo, es la rotación, y en el año previo, el de solvencia a largo plazo o endeudamiento.

En cuanto a los resultados de las diferentes técnicas estadísticas, ponen de manifiesto que podemos clasificar correctamente de un 76,4% a un 79,71% de las firmas (en el primer caso con los ratios seleccionados de la muestra primaria únicamente y, en el segundo, incorporando la muestra secundaria contemporánea en esta selección), muy por encima del 50% que implica la aleatoriedad. Los resultados en una muestra de validación posterior en el tiempo (1997) no hacen sino confirmar la validez intertemporal de estas funciones.

Por último, motivados por investigar este último punto, hemos realizado una formulación paralela en

la cual los ratios escogidos no eran elegidos del conjunto original, sino de un subconjunto previamente seleccionado por la técnica estadística del análisis de componentes principales. La principal conclusión es que, si bien la principal ventaja de esta forma de proceder es la obtención de unas variables independientes más heterogéneas y con una reducción de la multicolinealidad, así como con la fuerte presencia de ese factor, los porcentajes de aciertos no son comparables en eficiencia a la conseguida anteriormente. Lo acabado de exponer nos permite concluir que tan determinante como la información de partida, lo es la metodología de trabajo empleada.

Llegados al final de este trabajo podemos apuntar claramente a la baja rentabilidad como causante del problema planteado. Como se indica en los modelos multivariantes, ello puede venir unido a una deficiente rotación, aunque puede ser difícil de generalizar. Cuando las empresas año tras año van deteriorando su capacidad de generar recursos, el análisis muestra que acaba traduciéndose en una dificultad de liquidez así como en un deterioro de la solvencia financiera de la empresa a través de la autofinanciación. El proceso no tiene por qué ser rápido, pero sí constante y muchas veces, ante las primeras señales, es preciso reaccionar. La reacción puede implicar un cambio o bien en el producto/ servicio al que se dirige la empresa y/o en la propia estructura empresarial. Estos modelos son una buena herramienta para visualizar estas «señales» puesto que permiten identificar qué posición tiene la empresa y cuantificar la probabilidad de insolvencia.

(*) Este trabajo ha sido realizado gracias a la colaboración del Registro Mercantil de Barcelona, a través de Convenio de colaboración para la investigación con la Escola Universitària del Maresme, adscrita a la Universitat Pompeu Fabra, el 22 de mayo de 1997. Asimismo, le fue otorgada una beca para la investigación por parte de la Fundación de las Cajas de Ahorros Confederadas para la Investigación Económica y Social.

NOTAS †

- [1] Convenio con el *Registro Mercantil de Barcelona*.
- [2] La agencia consultada, Trans Union España (credit bureau), es una joint venture de *Dun & Bradstreet* y del *Grupo Interprés*.
- [3] Consideramos que una empresa dispone de datos completos si deposita información contable íntegra en los últimos ejercicios anteriores en el Registro Mercantil, esto es, balance de situación a fecha de cierre del ejercicio, cuenta de pérdidas y ganancias, memoria e informe de auditoría. Se relajó el último de estos requisitos puesto que los informes abreviados no tienen obligación de estar sujetos a auditoría.
- [4] Ejercicios 1991 y 1992 respectivamente para JETFIL y BUTTON'S.

- [6] En los ratios 24, 72, 28, 18, 22, 48 y 49 se ha realizado una detección de valores extremos debido a que la forma en que se comportaban las empresas suspendidas no parecía tener una explicación lógica. En todos ellos sólo se ha extraído un valor de los considerados.
- [7] Este ratio tiene en el año -2, 16 observaciones perdidas, es decir, para las que no hay un valor, teniendo en cuenta que partíamos de 52 observaciones, ello supone el 30%, lo que permite poner un interrogante acerca de su funcionalidad.
- [8] Sin entrar a formar parte de éstas los ratios referentes a 1997.
- [10] Aquí ya hemos señalado la existencia de multicolinealidad y cómo algunas variables no tenían una fácil interpretación.
- [11] Decimos *reducir* y no *eliminar*, puesto que no hemos escogido los factores conseguidos a través de dicha técnica, lo cual nos hubiera asegurado una falta de multicolinealidad entre ellos por la propia técnica utilizada.
- [12] Cabe subrayar el caso de Z3" en la cual el programa no ha elegido ningún ratio para entrar a formar parte de ésta.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTMAN, E. (1968): «Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy», *The Journal of Finance*, Vol XIII, n.4, September, pp. 589-609.
- ALTMAN, E.; MARGAINE, M.; SCHLOSSER, M.; VERNIMMEN, P. (1974): «Financial and statistical analysis for commercial loan evaluation: a French experience», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, March, pp. 195-211.
- ALTMAN, E.; HALDEMAN, R.; Narayanan, P. (1977): «ZETA™ Analysis. A new model to identify bankruptcy risk of corporations», *Journal of Banking and Finance*, June, pp. 29-54.
- ALTMAN, E.; AVERY, R.; EISENBEIS, R.; SINKEY, J. (1981): *Application of Classification Techniques in Business, Banking and Finance*, Contemporary studies in economic and financial analysis, volume 3, J.A.I. Press Inc, Connecticut (USA).
- BARNEY, D.; GRAVES, O. F.; JOHNSON, J.D. (1999): «The Farmers home administration and farm debt Failure Prediction», *Journal of accounting and public policy*, n. 18, pp. 99-139.
- BEAVER, W.H. (1966): «Financial ratios as predictors of failure», *Empirical Research in Accounting: Selected Studies*, supplement to vol.5, *Journal of Accounting Research*, pp.71-111.
- BERNSTEIN, L.A. (1996): *Análisis de estados financieros*, edit. Irwin, Barcelona.
- BLUM, M. (1974): «Failing company discriminant analysis», *Journal of Accounting Research*, Spring, pp.1-25.
- CASEY, C.; BARTCZAK, N.J. (1984): «Cash flow it's not the bottom line», *Harvard Business Review*, July-Agoust, pp. 61-66.
- CHYE KOH, I.; SUAN TAN, S. (1999): «A neuronal network approach to the prediction of going concern status», *Journal of Accounting Research*, vol. 29, n.3, pp. 211-216.
- DEAKIN, E. (1972): «A discriminant analysis of predictors of business failure», *Journal of Accounting Research*, Spring, pp. 167-179.
- DEAKIN, E. (1977): «Business failure prediction: an empirical analysis», Chapter 4 of *Financial crisis: institutions and markets*, pp. 72-88.
- DONALDSON, G. (1974): *Estrategia financiera de la empresa*, Pirámide, Madrid.
- EDMINSTER, R.O. (1972): «An empirical test of financial ratio analysis for small business failure prediction», *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, March, pp. 1477-1493.
- EISENBEIS, R.A. (1977): «Pitfalls in the application of discriminant analysis in business, finance and economics», *The Journal of Finance*, vol. 32, n. 3, June, pp. 875-900.
- ELAM, R. (1975): «The effect of lease data on the predictive ability of financial ratios», *The Accounting Review*, January, pp. 25-43.
- FRYDMAN, H.; ALTMAN, E.I.; DUEN-LI, K. (1985): «Introducing recursive partitioning for financial classification: the case of financial distress», *The Journal of Finance*, vol. XL, n. 1, March, pp. 269-291.
- GABÁS TRIGO, F. (1990): *Técnicas actuales del análisis contable. Evaluación de la solvencia empresarial*, Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC), Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- GALLEGO, A.; GÓMEZ, C.; YAÑEZ, L. (1997): «Modelos de predicción de quiebras en empresas no financieras», *Actualidad Financiera*, n. 5, mayo, pp. 3-14.
- GENTRY, J.A.; NEWBOLD, P.; WHITFORD, D. (1985): «Classifying bankrupt firms with funds flow components», *Journal of Accounting Research*, vol. 23, n. 1, Spring, pp. 146-160.
- HAMER, M.M. (1983): «Failure prediction: sensitivity of classification accuracy to alternative statistical methods and variable sets», *Journal of Accounting and Public Policy*, vol. 2, pp. 289-307.
- JONES, F.J. (1987): «Current techniques in bankruptcy prediction», *Journal of Accounting Literature*, vol. 6, pp. 131-164.
- LAFFARGA BRIONES, J.; MARTÍN MARÍN, J.L.; VÁZQUEZ CUETO; M.J. (1985): «El análisis de la solvencia en las instituciones bancarias: propuesta de una metodología y aplicaciones a la banca española», *ESIC- Market*, n.48, abril-junio, pp. 51-73.
- LAFFARGA BRIONES, J.; MARTÍN MARÍN, J.L.; VÁZQUEZ CUETO; M.J. (1986): «El pronóstico a largo plazo del fracaso en las instituciones bancarias: metodología y aplicaciones en el caso español», *ESIC- Market*, n. 54, octubre-diciembre, pp. 113-167.
- LAFFARGA BRIONES, J.; MARTÍN MARÍN, J.L.; VÁZQUEZ CUETO; M.J. (1987): «Predicción de la crisis bancaria española: la comparación entre el análisis logit y el análisis discriminante», *Cuadernos de Investigación Contable*, vol.1, n.1, otoño, pp. 103-111.
- LIZARRAGA, F. (1995): «Información contable y fracaso empresarial: una contrastación de los resultados univariantes de Beaver con datos del Registro Mercantil», comunicación presentada al VIII Congreso de AECA celebrado en Sevilla, tomo I, pp. 601-618.
- LIZARRAGA, F. (1997): «Los flujos de tesorería en la predicción del fracaso empresarial», *Actualidad Financiera*, abril, pp. 73-93.
- MENSAH, WAW H. (1983): «The differential bankruptcy predictive ability of specific price level adjustments: some empirical evidence», *The Accounting Review*, vol. LVIII, n. 2, April, pp. 228-246.
- MORA ENGUÍDANOS, A. (1994A): «Los modelos de predicción del fracaso empresarial: una aplicación empírica del LOGIT», *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, vol. XXIII, n.78, enero-marzo, pp. 203-233.
- OHLSON, J.A. (1980): «Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy», *Journal of Accounting Research*, vol 18, n.1, Spring, pp. 109-131.
- SERRANO CINCA, C.; MARTÍN DE BRIO, B.(1993):«Predicción de la quiebra bancaria mediante redes neuronales artificiales», *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, vol XXIII, n. 74, enero-marzo, pp. 153-176.
- SINKEY, J.F. (1975): «A multivariate statistical analysis of the characteristics of problem banks», *The Journal of Finance*, vol. XXX, n. 1, March, pp. 21-36.
- URÍAS, J. (1997): *Análisis de estados financieros* (segunda edición), Mc. Graw-Hill, Madrid.
- VAN FREDERIKSLUST, R.A.I. (1978): *Predictability of Corporate Failure*, Martinus Nijhoff Social Sciences Division, Leiden , Boston (U.S.A.).
- WILCOX, J.W. (1971): «A simple theory of financial ratios as predictors of failure». *Journal of Accounting Research*, Autumn, pp. 389-395.
- ZAVGREN, C. (1983): «The prediction of corporate failure: the state of art», *Journal of Accounting Literature*, vol. 2, pp. 1-38.

ZAVGREN, C. (1985): «Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms: a logistic analysis», *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 12, n. 1, Spring, pp. 19-45.

ZMIJEWSKI, M.E. (1984): «Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models», *Journal of Accounting Research*, vol. 22, supplement, pp. 59-82.

APÉNDICE

CUADRO A1
RATIOS SELECCIONADOS SEGÚN LITERATURA PREVIA

Ratios	Partidas de cálculo según definiciones al uso
Cuentas financieras a PC- R1	<u>Inversiones financieras temporales + tesorería</u> Acreedores a corto plazo
C.Financieras + deudores a PC-R2	<u>Inversiones financieras temporales + tesorería + deudores</u> Acreedores a corto plazo
Tesorería +val. Negociables a PC-R3	Tesorería + cartera de valores a corto plazo+ participaciones en <u>empresas del grupo y asociadas - provisiones de las IFT</u> Acreedores a corto plazo
Tesorería y val. neg. a ventas-R4	Tesorería + cartera de valores a corto plazo+ participaciones en <u>empresas del grupo y asociadas - provisiones de las IFT</u> Importe neto de la cifra de negocios
Tesorería y val. neg. a activo -R5	Tesorería + cartera de valores a corto plazo+ participaciones en <u>empresas del grupo y asociadas - provisiones de las IFT</u> Total de activo
Tesor+val neg+crédit a cp a PC-R6	Tesorería + cartera de valores a corto plazo +créditos emp. <u>Grupo+créditos empresas asociadas+otros créditos-prov. IFT</u> Acreedores a corto plazo
Intereses a (efectivo +IFT)-R7	<u>Gastos financieros</u> Tesorería + inversiones financieras temporales
Efectivo a gastos de const.-R8	<u>Tesorería</u> Gastos de establecimiento
AC a pasivo circulante-R9	<u>Activo circulante</u> Acreedores a corto plazo
Exigible total a patrimonio neto-R10	<u>Acreedores a corto plazo + acreedores a largo plazo+prov. riesgos/gtos.</u> Patrimonio neto
Deudas totales a capitales prop-R11	<u>Acreedores a corto plazo + acreedores a largo plazo+ prov. riesgos/gtos.</u> Fondos propios
Deuda total a pasivo total-R12	<u>Acreedores a corto plazo+acreedores a largo plazo+ prov. riesgos/gtos.</u> Pasivo total
Deuda a LP a patrimonio neto-R13	<u>Acreedores a largo plazo+provisiones para riesgos y gastos</u> Patrimonio neto
Pasivo circulante a patrm. neto-R14	<u>Acreedores a corto plazo</u> Patrimonio neto
Beneficio explotación a Ints.-R15	<u>Resultados de explotación</u> Gastos financieros
Dividendo a fondos propios-R16	<u>Dividendos</u> Fondos propios
Gastos financieros a F Aj.-R17	<u>Gastos financieros</u> Acreedores a corto plazo + acreedores a largo plazo + prov.riesgos y gtos.
Cash flow de explotación a intereses-R18	Beneficio antes de impuestos + dot. amortz. + var. prov. Inmovilizado <u>+ variaciones de provisiones circulante</u> Gastos financieros
Deuda a largo plazo a activo t-R19	<u>Acreedores a largo plazo+ prov riesgos y gastos</u> Total activo
Deuda a largo plazo a capital-R20	<u>Acreedores a largo plazo + prov. riesgos y gastos</u> Capital suscrito
Cash flow a deuda total-R21	Beneficio antes de impuestos + dot. amortz. + var. provis. Inmovilizado <u>+ variaciones de provisiones circulante</u> Acreedores a corto plazo+ acreed. a largo plazo +prov. riesgos y gastos
Deuda total a fondo de maniob-R22	<u>Acreed. a corto plazo + acreedores a largo plazo+ prov. riesgos y gastos</u> (Activo circulante - acreedores a corto plazo)
Activo circulante a existencias-R23	<u>Activo circulante</u> Existencias

CUADRO A1 (continuación)
RATIOS SELECCIONADOS SEGÚN LITERATURA PREVIA

Ratios	Partidas de cálculo según definiciones al uso
Activo circulante a activo fijo-R24	<u>Activo circulante</u> Inmovilizado
Activo inmovilizado a PN-R25	<u>Inmovilizado</u> Patrimonio neto
Financiación básica a Activo fijo-R26	Fondos propios + ingresos a distribuir en varios ej. + provisiones para <u>riesgos y gastos y acreedores a largo plazo</u> Inmovilizado
Capital circulante a activo total-R27	<u>Activo circulante - acreedores a corto plazo</u> Activo total
Cuentas a cobrar a existencias-R28	<u>Deudores</u> Existencias
Activos líquidos a existencias-R29	<u>Inversiones financieras temporales + tesorería</u> Existencias
Existencias a fondo de maniobra-R30	<u>Existencias</u> Activo circulante - acreedores a corto plazo
Ventas a existencias-R31	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> Existencias medias
Deudores a ventas-R32	<u>Deudores medios</u> Importe neto de la cifra de negocios
CMV /Existencias-R33	<u>Coste de la mercancía vendida</u> Existencias medias de productos acabados
CMV / Exist. comerc. - R33 C	<u>Coste de la mercancía vendida</u> Existencias medias de productos comerciales
Activo a ventas-R34	<u>Activo total medio</u> Importe neto de la cifra de negocios
Ventas a fondo de maniobra-R35	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> Activo circulante - acreedores a corto plazo (valores medios)
Acreedores a ventas-R36	<u>Acreed. a C.P. + acreed. a L.P. + prov. riesgos y gastos (valores medios)</u> Importe neto de la cifra de negocios
Ventas a fondos propios-R37	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> Fondos propios medios
Ventas a financiación básica-R38	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> F.P.+ingres. a distribuir+prov. riesgos y gastos+ acrd. a L.P. (medios)
Ventas a activo fijo-R39	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> Inmovilizado neto medio
Compras a existencias MP-R40	<u>Compras de materias primas</u> Existencias medias de materias primas
Compras a existencias comerciales- R 40C	<u>Compras de productos comerciales</u> Existencias medias de productos comerciales
Compras a proveedores de MP-R41	<u>Compras de materias primas</u> Proveedores medios
Compras a proveedores comerciales - R 41C	<u>Compras de productos comerciales</u> Proveedores medios
Producción a exist. PEC-R42	<u>Gastos de explotación</u> Existencias de producto en curso medios
Producción acabada/Exist. PA-R43	<u>Gastos de explotación más variación de productos en curso</u> Existencias medias de productos acabados
Ventas/ Dos de cobro medios-R44	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> Deudores medios
Fondo de maniob. op/ventas-R45	<u>Activo circulante-acreedores a corto plazo (valores medios)</u> Importe neto de la cifra de negocio <i>Dicho ratio coincide con el ratio 47 si no hay información suficiente.</i>
Fondo de maniobra op/activo tot-R46	<u>Activo circulante-acreedores a corto plazo</u> Activo total <i>Dicho ratio coincide con el ratio 27 si no hay información suficiente.</i>
Capital circulante a ventas-R47	<u>Activo circulante-acreedores a corto plazo medios</u> Importe neto de la cifra de negocios <i>Dicho ratio coincide con el ratio 45 si no hay información suficiente.</i>
Ventas a AC-existencias-R48	<u>Importe de la cifra de negocios</u> Activo circulante - existencias (valores medios)

CUADRO A1 (continuación)
RATIOS SELECCIONADOS SEGÚN LITERATURA PREVIA

Ratios	Partidas de cálculo según definiciones al uso
Ventas a efectivo-R49	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> Tesorería media
BAT a ventas-R50	<u>Beneficio antes de impuesto</u> Importe neto de la cifra de negocios
BAT a PN-R51	<u>Beneficio antes de impuestos</u> Patrimonio neto
BN a Capital social-R52	<u>Resultado neto</u> Capital social
(BN + AMORTIZ+ PROV) /CS-R53	<u>Beneficio después de impuestos + amortz + var. provisiones inmov y circ.</u> Capital social
BAT/(PN+Exg. a LP)-R54	<u>Beneficio antes de impuestos</u> Patrimonio neto + acreedores a largo plazo+provisiones riesgos y gastos
BAT/ activo total-R55	<u>Beneficio antes de impuestos</u> Activo total
Cash flow de explot/Ventas-R56	<u>Beneficio antes de impuestos+ dot amortz+var prov inmov. y circulante</u> Importe neto de la cifra de negocios
Cash flow de explotación/ AT medio-R57	<u>Beneficio antes de impuestos+ dot amortz+var. prov inmov. y circulante</u> Activo total medio
Remuneración accta / Neto-R58	<u>Dividendos repartidos + incremento de capital con cargo a reservas</u> Fondos propios
Dividendos/Nº acciones-R59	<u>Dividendos repartidos</u> Nº de acciones
Dividendo acc / B acción-R60	<u>Dividendos/ Nº acciones</u> Beneficios después de impuestos / Nº acciones
RN Explotación /Inversión expl-R61	<u>Resultados de explotación</u> Inmovilizado total - inmovilizado financiero
Cash flow a capital social - R62	<u>Beneficio antes de impuestos + dot amortz+var. prov inmov. y circulante</u> Capital social
Ventas /Nº empleados-R6	<u>Cifra anual de negocios</u> Número de empleados medios
BAT/Nº empleados-R64	<u>Beneficio antes de impuestos</u> Nº de empleados medios
Gastos de personal/Nº empleados-R65	<u>Gastos de personal</u> Número de empleados medios
Ventas a gastos de personal-R66	<u>Importe neto de la cifra de negocios</u> Gastos de persona
PN+Exig a LP a Nº empleados-R67	<u>Patrimonio neto + acreedores a largo plazo+ prov. riesgos y gastos</u> Número de empleados
Cotiz por acción a B por acción-R68	<u>Cotización</u> Resultado del ejercicio / número acciones
Reservas a fondos propios-R69	<u>Reservas + reservas por revalorización</u> Fondos propios
Dot de reservas a reservas-R70	<u>Dotación a reservas</u> Reservas + reservas por revalorización
Dot reservas y amortz/inmov.-R71	<u>Dotación reservas y amortz inmovilizado</u> Inmovilizado
Reservas a activo total-R72	<u>Reservas</u> Activo total

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO A2
APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES
Principales agrupaciones de ratios por factores

Factor	Con 16 factores	Con 20 factores	Con 25 factores
Factor 1	R56, R50, R55, R57, R21, R64, R61, R12*	R56, R50, R55, R57, R21, R64, R61, R12*	R56, R50, R55, R57, R21, R61, R64, R12*.
Factor 2	R03, R06, R01, R05, R04, R29	R03, R06, R01, R05, R04, R29	R03, R06, R01, R05, R04, R29.
Factor 3	R25, R54, R14, R51, R10.	R25, R54, R14, R10, R51.	R25, R54, R14, R10, R51.
Factor 4	R24, R39, R26, R71.	R24, R39, R26, R71.	R24, R39, R26, R71.
Factor 5	R72, R45, R27, R02, R12*.	R45, R72, R27, R02, R12*	R62, R53, R52.
Factor 6	R62, R53, R52	R62, R53, R52	R72, R45, R27, R12*, R02, R09
Factor 7	R28, R23, R31.	R23, R28, R31.	R23, R28, R31.
Factor 8	R19, R20, R09, R13.	R19, R20, R09	R20, R19, R09.
Factor 9	R34, R32, R36	R34, R36, R32	R36, R34, R32.
Factor 10	R63, R66, R67	R63, R66	R63, R66
Factor 11	R18, R15	R18, R15	R18, R15.
Factor 12	R11, R69	R69, R11	R69, R11.
Factor 13	R22, R30	R22, R30	R22, R30.
Factor 14	R49, R07	R49, R07	R49, R07.
Factor 15	R48.	R65, R67	R67, R64
Factor 16	R13, R37*	R13	R13
Factor 17		R37, R38	R29, R04.
Factor 18		R17, R44	R48
Factor 19		R48	R37
Factor 20		R35	R44
Factor 21			R70
Factor 22			R38
Factor 23			R17
Factor 24			R35
Factor 25			R65

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO A3
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DICOTÓMICO APLICADO A LOS MEJORES RATIOS POR ANOVA
Y COMPONENTES PRINCIPALES

Ratio	SDO.	Año -3					Año -2					Año -1				
		Corte	4	8	8 I	8 II	Corte	4	8	8 I	8 II	Corte	4	8	8 I	8 II
R21	Endeudamiento y solvencia largo plazo	0,117746	61%	39%	20%	80%	0,0383151 0,0562751	68%	32%	65%	35%	0,0690853	73%	27%	38%	62%
R34	Rotación	0,272051 0,3224735	63%	37%	48%	52%	0,5219332	71%	29%	33%	67%	0,889820319	69%	31%	87%	13%
R56	Rentabilidad	-0,0200278	59%	41%	86%	14%	0,08580114	69%	31%	12%	88%	0,0245531 0,03256928	71%	29%	50%	50%
R62	Rentabilidad	-0,1390129 0,3565794	59%	41%	86%	14%	0,422282	69%	31%	44%	56%	0,41741011 0,1561562	71%	29%	50%	50%
R63	Productividad	14.857342	66%	34%	62%	38%	11.215.942	67%	33%	41%	59%	12.249.063	68%	32%	54%	46%

4: porcentaje de aciertos.

8: porcentaje de errores totales.

8 I: porcentaje de errores tipo I dentro del total de errores: empresas suspendidas consideradas como no suspendidas.

8 II: porcentaje de errores tipo II dentro del total de errores: empresas no suspendidas consideradas como suspendidas.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO A4
LAS MEJORES FUNCIONES LOGIT CON LOS RATIOS DE LA LITERATURA PREVIA
 Procedimiento de selección por etapas

Función	Funciones sin valores influyentes (Ratios tipificados)	Solventes	Insolventes	Totales
		Z3'	Z3' = -0,1344 ZR13 + 1,7775 R19 - 14, 8986 R20 + 1,2627 R36 - 2,6720 (0,2111) (0,3815) (3,1765) (0,3638) (0,6402)	77,06
Z34'	Z34' = 8, 2736 R13 + 1,0723 R19 + 4,6611 R23 - 14,5437 R25 - 3,1527 R31 + 1,0254 (2,9645) (0,6010) (2,8632) (6,0372) (1,6915) (0,6174)	69,44	81,82	75,36
Z24'	Z24' = 3,2751 R07 + 3,3162 R19 - 34,4620 R20 - 1,2429 R21 - 6,4437 (2,6213) (1,0563) (10,9046) (0,5012) (2,2002)	85,71	79,41	82,61
Z14'	Z14' = - 5,7333 R38 - 4,5483 R56 - 0,1799 (3,3637) (1,4060) (0,4003)	77,78	69,70	73,91
Z3"	Z3" = 1,5366 R18 + 2,5548 R19 - 20,7134 R20 - 4,1515 R21 + 3,0979 R55 + 0,8361 R72 -3,8390 (0,6859) (0,5154) (4,2925) (0,8226) (0,7021) (0,2865) (0,8668)	80	79,38	79,71
Z34"	Z34" = 0,8559 R62 + 0,9818 R65 + 22,1343 R70 - 1,0784 (0,8453) (0,3403) (5,7639) (0,3999)	88,57	78,13	83,58
Z24"	Z24" = 1,3063 R15 + 4,2681 R19 - 35,0327 R20 - 5,0646 R56 - 13,9421 R70 - 4,9551 (1,7355) (1,5967) (15,1651) (2,0948) (6,8036) (2,9598)	86,11	91,18	88,57
Z14"	Z14" = - 0,9380 R02 - 12,7315 R64 - 1,1331 (0,5279) (4,0698) (0,4393)	88,89 / 96,88*	77,42 / 62,50*	83,58 / 90*

* Variables independientes transformadas por su logaritmo neperiano.

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO A5
MEJORES FUNCIONES CON LOS RATIOS SELECCIONADOS SEGÚN EL ANÁLISIS FACTORIAL
DE COMPONENTES PRINCIPALES

Funciones con información completa únicamente (Z')	Porcentajes de aciertos			Medidas de ajuste					
	(Ratios tipificados)				Solventes	Insolventes	totales	A	B
Z3' = -0,7598 R56 + 0,5789 R19 + 1,2776 R34 + 0,1824 (0,2457) (0,2156) (0,4223) (0,1931)	77,92	63,64	70,78	176,513	149,460	36,977			
Z34': -167,250 R25 - 0,6101 R62 + 5,4662 R19 (66,2413) (0,4509) (1,9164) + 31,6840 R13 + 20,3447 (14,0581) (7,7487)	88,46	88	88,24	24,345	25,544	46,336			
Z24': -0,8337 R56 + 0,8321 R19 + 1,7660 R34 + 0,4156 (0,4700) (0,4502) (0,9082) (0,3864)	80,77	69,23	75	54,608	47,563	17,479			
Z14': -2,2731 R56 + 0,5171 R18 + 0,2356 (0,7523) (0,4368) (0,3563)	72	76,92	74,51	51,252	43,177	19,430			
Z3" El programa no elige ninguna variable : -0,1044 (e.s.: 0,1379)	100	0	52,61	291,934	211				
Z34": 0,5658 R63 - 0,1449 (0,3128) (0,2465)	89,19	33,33	62,86	92,621	69,266	4,191			
Z24": -1, 9716 R56 - 3,0701 R13 + 0,5215 (0,8021) (1,6370) (0,3596)	72,97	61,76	67,61	82,306	71,375	15,994			
Z14": -1,0070 R03 - 0,1672 (0,4409) (0,2560)	62,16	78,79	70	88,252	69,240	8,560			

Z3': es significativo al 1% y todos los ratios son significativos.

Z34': es significativo al 1% y el ratio 62 no es significativo al 5%.

Z24' es significativa al 1% y ninguno de los ratios es significativos al 5%.

Z14' es significativa al 1% y sólo el ratio 18 no es significativo al 5%.

Z34" la función es significativa al 5% pero no al 1% y el único ratio que ha seleccionado no es significativo al 5%.

Z24" La función es significativa al 1%, el único ratio no significativo es el R13 (Significación Wald superior a 0,05).

Z14": La función es significativa al 1% y el ratio es significativo al 5%.

A: -2 logaritmo de verosimilitud para el análisis LOGIT y la lambda de Wilks para el discriminante.

B: Bondad del ajuste para LOGIT y correlación canónica para el discriminante.

C: Chi-cuadrado del modelo.

FUENTE: Elaboración propia.