

Los factores determinantes del éxito en la actividad exportadora: Una aproximación mediante el análisis rough set

BLANCO-Susana†, MIRANDA-Marta &SEGOVIA-María

Universidad Complutense de Madrid.

Recibido 7 de Enero, 2014; Aceptado 11 de Julio, 2014

Resumen

La mayoría de los estudios relacionados con la internacionalización han sido empírico y conceptual, y, en menor medida, metodológica. Sin embargo, sería muy valioso e interesante para utilizar nuevas técnicas de investigación, lo que podría evitar algunos de los inconvenientes de los tradicionales o, al menos, ofrecer un punto de vista diferente. Este trabajo utiliza Rough Set que pertenece al dominio de Inteligencia Artificial para evaluar el éxito de internacionalización de una empresa. Una muestra real de las empresas manufactureras españolas se ha utilizado. Las empresas son descritas por un conjunto de variables económicas y financieras. Los resultados obtenidos son bastante satisfactorios muestra qué variables son las más relevantes para analizar el éxito en los mercados internacionales

Rough Set, Inteligencia Artificial, Manufactura.

Abstract

Most of the studies related to internationalization have been empiric and conceptual, and, in lesser extent, methodological. Nevertheless, it would be very valuable and interesting to use new research techniques, which might avoid some of the inconveniences of the traditional ones or, at least, provide a different point of view. This paper uses Rough Set Theory that belongs to Artificial Intelligence domain for evaluating the internationalization success of a firm. A real sample of Spanish manufacturing companies has been used. The firms are described by a set of economic and financial variables. The obtained results are quite satisfactory showing what variables are the most relevant ones to analyze the success in international markets.

Rough Set, Artificial Intelligence, Manufactured.

Citación: Blanco S., Miranda M., Segovia M. Los factores determinantes del éxito en la actividad exportadora: Una aproximación mediante el análisis rough set. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico 2014, 1-1:45-76

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Las empresas que toman la decisión de iniciar actividades de exportación y que esperan mantenerse en los mercados de destino, deben enfrentarse a un entorno complejo caracterizado no solo por una intensa y fuerte competencia de organizaciones empresariales locales sino también por aspectos tales como los rápidos y numerosos cambios que se producen en las tecnologías, la creciente globalización económica que incrementa la competitividad, y la preeminencia de determinados activos intangibles como son el conocimiento y la información que añaden mayor valor a los productos y servicios (Hidalgo y Diaz-Balart, 2002) y que constituyen una fuente esencial para generar ventajas competitivas en los mercados exteriores.

De manera que, la presencia en los mercados internacionales que pueden responder al logro de numerosos objetivos tanto ofensivos internos-externos como defensivos internos-externos (Meyer, 1996) entre los que destacan el crecimiento empresarial y la viabilidad a largo plazo (Greenaway y Kneller, 2007), exige disponer no solo de un plan producto-mercado óptimo (Root, 1987), sino que implica un proceso dinámico que afecta a las diferentes actividades de la empresas así como su estructura organizativa con un compromiso e implicación creciente de sus recursos y capacidades en el entorno internacional (Villareal, 2005) que permita alcanzar el éxito en los mercados exteriores donde la empresa tenga presencia

Desde distintas áreas de investigación se ha tratado de responder, una vez que han iniciado este proceso, cuál es el grado de compromiso e implicación que adquieren las empresas y el éxito que alcanzan, en los distintos mercados donde están presentes (Alonso y Donoso, 2000).

Este artículo se centra precisamente en este último asunto, al tratar de explicar, con una metodología novedosa en relación a los estudios precedentes, cuáles son los factores y elementos que distinguen a las empresas exportadoras con éxito de aquellas que no lo son, proponiendo un conjunto de reglas de decisión que ayuden a las empresas y sus directivos a tomar decisiones acertadas para llegar a alcanzar determinados resultados en su participación en los mercados internacionales.

La importancia de disponer de determinadas prescripciones o recetas para el éxito está basada en el hecho de que se trata de un apoyo que puede resultar fundamental no sólo para las empresas con actividades vinculadas a los mercados exteriores sino para los gobiernos que buscan mejorar la competitividad de las empresas de sus países (Lages y Montgomery, 2004).

Así la forma de alcanzar el éxito en esas actividades puede ser entonces un elemento clave no sólo para la mejora de la performance o desempeño global de la empresa, sino también para mejorar la fortaleza económica de los países ya que contribuye a mejorar la balanza comercial, la creación de empleo y el crecimiento económico (Czinkonta y Ronkainen, 1998). Se trata por tanto de identificar los factores que desde los distintos enfoques teóricos más relevantes se consideran que tienen un impacto significativo (positivo o negativo) en el logro del éxito o el fracaso en los mercados internacionales, y aumentar el conocimiento que se posee acerca del fenómeno exportador no sólo desde una perspectiva explicativa sino también metodológica, que pueden contribuir a proporcionar otra visión del proceso de internacionalización y superar algunos de las restricciones presentes en las metodologías más ortodoxas.

Así frente al predominio del análisis estadístico multivariante como principal técnica utilizada para abordar este problema, destacando la regresión múltiple y los modelos de ecuaciones estructurales (Sousa et al., 2008), que viene explicada fundamentalmente por la elevada complejidad de los modelos utilizados para valorar el resultado exportador, acudimos a un nuevo enfoque a la hora de analizar y explicar numerosos problemas financieros basado en la aplicación de técnicas y metodologías encuadradas en el ámbito de la Inteligencia Artificial (IA).

Habitualmente los problemas financieros se analizan utilizando técnicas estadísticas con resultados satisfactorios, si bien presentan algunas limitaciones. Muchas de las hipótesis estadísticas requeridas en el modelo o a la distribución que siguen los datos (si existen o no observaciones atípicas) no se cumplen cuando se emplean datos reales y, además, los resultados son difíciles de interpretar para un usuario no experto en dichas técnicas. Las técnicas de inteligencia artificial superan esas limitaciones, y los modelos son fácilmente comprensibles.

La Teoría Rough Set es un enfoque que se enmarca dentro de las aplicaciones de la Inteligencia Artificial. Utiliza la experiencia de una forma objetiva, a través del estudio de la experiencia histórica de una manera cuantitativa, para así explicitar reglas que, resumiendo y objetivando esa experiencia acumulada, ayuden en la toma de decisiones futuras.

Como ocurre con otras metodologías de Inteligencia Artificial, la teoría Rough Set se ha aplicado con éxito para analizar numerosos problemas financieros como la predicción de insolvencias, modelizar la actividad o la demanda de viajes (Witlox y Tindemans, 2004; Goh y Law, 2003).

También se ha aplicado a sectores muy específicos y no tan acometidos por los investigadores como es el sector asegurador (Sanchiset al., 2007; Shynget al., 2007).

Otros antecedentes que utilizan algunas de estas metodologías y que pueden mencionarse son el trabajo de Ahmad et al. (2004) aplicado a la selección de factores de éxito en empresas de comercio por internet (estudio parcial) así como algunos trabajos cuyo objetivo es la predicción de la performance financiera para entidades financieras y así identificar los bancos que fracasan utilizando redes neuronales y técnicas estadísticas (Ravi et al., 2008).

En la medida en que el problema de esta investigación es de clasificación ya que se trata de determinar la relación de dependencia entre el éxito exportador y no-éxito exportador y multi-atributos, y que no haya sido aplicada específicamente en el problema que planteamos y su carácter explicativo frente a otras herramientas de la Inteligencia Artificial encuadradas dentro de los denominados enfoques de “caja negra”, justifican su aplicación al problema planteado.

Así, el trabajo se estructura en las siguientes secciones: en la sección 12.2 se expone un análisis de la literatura previa y la situación actual del problema; la sección 12.3 describe los datos de la muestra; la metodología se expone en la sección 12.4 seguida de la discusión y los resultados descritos en la sección 12.5. Finalmente terminamos con las conclusiones en la sección 6.

Antecedentes y estado actual del tema

De todas las posibles estrategias para participar en los mercados internacionales, han sido la inversión directa extranjera y las “joint ventures” las que han despertado un mayor interés entre los investigadores, a pesar de ser la exportación la más utilizada para la expansión más allá de las fronteras nacionales (Caves, 1996).

Este tipo de análisis microeconómico centrado en las empresas que participan en el comercio internacional es complicado de efectuar no sólo por la dificultad de recopilar los datos necesarios para un estudio detallado, sino también por la complejidad del fenómeno de la internacionalización como consecuencia de la variedad de mecanismos de los que disponen las empresas para seleccionar y penetrar en los mercados exteriores (Coviello y Mcauley, 1999, pp.243).

A partir de los años 60 del siglo XX han aparecido las principales aportaciones sobre la internacionalización de empresas, apoyadas en distintos enfoques y disciplinas como la teoría del comercio internacional, la economía industrial, la economía organizacional (con las relevantes aportaciones entre otras, de la teoría del crecimiento de la empresa, o la teoría de los costes de transacción), así como corrientes más novedosas de la teoría económica como la basada en los recursos y capacidades de la empresa. Estas corrientes incorporaron a las investigaciones supuestos más realistas como son la competencia imperfecta, existencia de oligopolios, economías de escala, innovaciones tecnológicas, diferenciación de productos y fallos de mercado, dando lugar a la denominadas “nuevas teorías del comercio internacional” (Guisado, 2002, p.411).

Se puede dividir la literatura sobre la internacionalización de empresas en las teorías que intentan explicar el por qué y las dedicadas a explicar el cómo se produce la internacionalización. De esta manera los aportes teóricos han tratado de identificar y cuantificar las razones que existen para que una empresa decida internacionalizarse, e identificar y cuantificar el proceso de internacionalización en sí mismo, los patrones utilizados para realizar operaciones en el exterior, y dónde lo hacen.

La utilización de todas estas fuentes ha dado como resultado un amplio abanico de explicaciones que van desde teorías basadas en el comportamiento empresarial hasta modelos eclécticos pasando por teoría de redes o los enfoques más recientes sobre las empresas denominadas “nacidas globales” (Törnroos, 2005).

A estos antecedentes que han ayudado a mejorar el conocimiento de por qué las empresas se internacionalizan y cómo lo hacen, hay que añadir las aportaciones que se han producido para llegar a entender de forma particular, el comportamiento exportador de las empresas, que es el asunto central que nos ocupa.

La literatura proporciona tres marcos teóricos fundamentales para valorar el comportamiento exportador de las empresas desarrollados especialmente en el área de conocimiento del marketing internacional: el paradigma basado en los recursos y capacidades, el paradigma relacional y el enfoque contingente que incorpora la visión de la teoría de la organización industrial (Sousa et al., 2008).

En el momento actual, los asuntos principales tratados sobre el comportamiento exportador están relacionados con aspectos tales como la definición conceptual del resultado o desempeño exportador, la definición operativa del desempeño exportado, es decir cómo se mide ese resultado y el éxito, la generación de modelos explicativos del resultado exportador aplicables a distintos países y sectores, así como la valoración y cuantificación de los factores explicativos y la mejora de las técnicas y metodologías aplicadas a esta materia.

La contrastación de los factores explicativos del éxito exportador así como la mejora de las técnicas utilizadas para analizar este problema, son el asunto central de esta investigación, siendo conveniente mencionar que a pesar a pesar de los importantes esfuerzos y avances que se han realizado por un lado para definir la performance de exportación y por otro para explicar las relaciones entre ésta y los factores determinantes, se han obtenido resultados contradictorios y confusos tanto en la conceptualización y definición operativa del desempeño exportador como de los factores que resultan significativos para lograr el éxito y el signo de estas relaciones, que dificultan el progreso en el conocimiento del fenómeno de la internacionalización (Sousa et al., 2008; Leonidou et al., 2002; Matthyssens y Pauwels, 1996).

Las variables que “a priori” se han considerado en las investigaciones empíricas con influencia, han tenido que ver principalmente con el marco teórico que hayan asumido los investigadores y de los datos disponibles al realizarlas.

En términos generales, dependiendo del enfoque utilizado, los determinantes del éxito exportador se han atribuido a factores internos controlables y no controlables, factores externos o a ambos y con un efecto directo o indirecto sobre ese resultado (Leonidou y Katsikeas, 2010).

Además de los factores que tradicionalmente se han incorporado en las investigaciones empíricas, existe una línea abierta de investigación a partir de trabajos de Clerides et al. (1998) o Bernard y Jensen (1999), que estable relaciones entre las variables puramente financieras como factor influyente en el éxito exportador. Sin embargo, aunque rara vez se incorporen en el análisis de la performance exportadora (Maurel, 2009), recientes contribuciones en el terreno teórico y empírico señalan la importancia del desarrollo financiero para el comercio internacional (Stiebale, 2008). En esta misma línea se encuentra el trabajo de Berman y Héricourt (2008, p.1) señalando que el efecto de las restricciones financieras en el comercio internacional ha sido estudiado a nivel nacional o sectorial pero que en términos empresariales hay una “llamativa escasez de evidencias del impacto sobre su comportamiento exportador tanto del acceso a la financiación como del desarrollo financiero que presenten”. Desde el marco teórico basado en un enfoque financiero, el resultado exportador también puede estar afectado por los recursos financieros (Ling-Yee y Ogunmokun, 2001) definidos no sólo en el sentido de la disposición de los fondos necesarios para realizar las transacciones internacionales sino también por la estructura económico-financiera de las empresas (Maurel, 2008) que puede derivar en la posesión de capacidades o fortalezas en esta área que les permitan disponer de una suficiente “salud financiera” para llevar a cabo las inversiones necesarias para desarrollar sus operaciones en el exterior con éxito.

VARIABLES Y DATOS DE LA MUESTRA

En esta sección se van a definir las variables dependientes e independientes incluidas en el presente estudio.

En primer lugar, se va a tomar como variable dependiente el resultado o desempeño exportador, al ser necesario disponer de una medida válida y fiable del desempeño exportador (Matthyssens y Pauwels, 1996, pp. 85), ya que “sin esas referencias los dirigentes no pueden consistentemente u objetivamente, evaluar la calidad de sus decisiones estratégicas” (Chakravarthy, 1986, pp. 437).

Sin embargo, a pesar de numerosos e importantes intentos que se han realizado para clarificar el concepto y las medidas apropiadas para valorarlo, no se ha conseguido llegar a una conclusión definitiva sobre su conceptualización y definición operativa (Sousa et al., 2008), hecho que se explica fundamentalmente por la complejidad inherente al fenómeno exportador y por las múltiples facetas del comportamiento de las empresas en el exterior. Sin embargo, la visión más global lleva a identificar tres dimensiones del resultado exportador: la dimensión económico-financiera, la estratégica, y la satisfacción alcanzada con el resultado exportador (Shoham, 1998; Diamantopoulos y Nikolaos, 2007).

El presente estudio se centra en la dimensión económica-financiera, que es considerada como la más importante (Zou et al., 1998) y la que mejor puede reflejar aspectos comunes entre distintas empresas ya que es la que está relacionada más directamente con los resultados objetivos del comportamiento exportador, de manera que así se facilita y se objetiviza la obtención de patrones de comportamiento:

Por tanto la performance de exportación aquí analizada se refiere a los resultados económicos obtenidos de la exportación en términos de cifra de ventas y/o rentabilidad económica.

La valoración de este aspecto del resultado exportador también resulta ardua, ya que exige establecer los parámetros representativos. Como resultado de la revisión de la literatura se ha optado por dos medidas económicas objetivas que son las que con más frecuencia se han utilizado no sólo como medidas singulares sino también de forma combinada (Zou et al., 1998; Katsikeas et al., 2000; Leonidou et al., 2002) por recoger el aspecto estático y dinámico de las exportaciones (Dean et al., 2000). Así, se utiliza como primera medida, la intensidad exportadora o ratio de exportación, que viene definida como el cociente entre las exportaciones y las ventas totales de la empresa. En segundo lugar se toma el crecimiento de las exportaciones para el periodo de referencia (2003-2008).

Ambas medidas proporcionan una descripción razonable del desempeño exportador mejor que cualquier otra medida por sí sola (Cooper y Kleinschmidt, 1985), permite minimizar los defectos de cada una de ellas (Evangelista, 1994) y captura en cierta medida la complejidad del proceso exportador y por tanto de su éxito (Shoham, 1996).

La combinación de ambos indicadores permite clasificar las empresas en distintas categorías, según su éxito o no éxito. Para delimitar cada categoría así como los límites de cada una de las clases, se siguen las aportaciones de Czinkota y Ursic (1991) basado en la aplicación de Day (1977), así como el de otras investigaciones que utilizan el análisis discriminante.

Así se caracteriza a las empresas como exitosas (empresas con éxito) a aquellas que presentan un nivel de intensidad exportadora mayor al 15% y un crecimiento de las exportaciones positivo en el horizonte temporal estudiado. Serán catalogadas como empresas no exitosas (no éxito) las que presentan las restantes combinaciones entre intensidad exportadora y crecimiento exportador.

Porcentaje de ventas exportadas (intensidad exportador)	Crecimiento agregado en las exportaciones en los últimos 5 años	
	Crece	No crece o decrece.
Mayor del 15%	No éxito	No éxito
Igual o menor al 15 %	No éxito.	No éxito

Tabla 1 Matriz de intensidad-crecimiento

En segundo lugar, para especificar las variables independientes se ha utilizado como marco teórico un enfoque combinado de la teoría de Recursos y Capacidades y del paradigma contingente, éste último basado en la teoría de organización industrial.

El marco teórico permite clasificar los factores determinantes de la performance de exportación en factores internos y externos y construir un modelo general de “export performance” en el que la estrategia de exportación es el factor moderador entre el resultado exportador y los factores internos y externos, y que permite considerar en su caso las posibles relaciones indirectas con la variable dependiente.

En esta investigación se pretende lograr un modelo que considere todos los aspectos que pueden influir en el proceso de internacionalización vía exportaciones, es decir, en el que concurren todas las variables consideradas en los distintos análisis más específicos, sin embargo, dado que se parte de 120 de variables económica-financieras el gran número de variables respecto a las empresas que tenemos hacen inviable dicho objetivo.

Por ello, en primer lugar hemos procedido a jerarquizar las variables.

Para lograrlo se ha considerado y tratado de predecir de manera simultánea dos problemas, crecimiento exportador y la intensidad exportadora de acuerdo con el procedimiento descrito en Leiva, 2010.³ y utilizado en Sanz et al. (2012).

Una vez concluido este proceso para efectuar el análisis Rough Set se han considerado un total de 31 variables.

En cuanto los factores internos, que se refiere a los recursos tangibles e intangibles que poseen la empresas, así como las capacidades que permiten transformar esos recursos en ventajas competitivas en los mercados exteriores, las variables seleccionadas pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- a) Las características generales de la empresa.

Son los recursos con que cuenta para desarrollar su proceso productivo, y que pueden tratarse de recursos financieros, físicos, humanos, tecnológicos u organizacionales. Se refiere así a los aspectos demográficos generales, elementos operativos y características de los recursos de la empresa exportadora (KATSIKEAS et al., 2000).

VARIABLES UTILIZADAS:

Variable	Código	Definición
Pertenencia a un grupo de sociedades	MPAR12006	Indica el porcentaje del capital de la empresa que corresponde a la sociedad con mayor participación en el capital social
Modo de control	INVEX2008	Indica si la empresa tiene participación en el capital social de otras empresas localizadas en el extranjero
Identidad y propiedad	PAFAM2008	Propietarios y otros familiares ocupados en la empresa

³LEIVA, 2010. Simultaneous Prediction of Exporting Intensity and Exporting Growth Rate. Working Paper.

b) Las capacidades y competencias de la empresa, que se refieren a, tal y como describen Cavusgil y Zou (1994), a los activos y habilidades claves de una empresa que constituyen sus fuentes de ventaja competitiva sostenible (y el desarrollo de éstas), y que son la vía para alcanzar el éxito en los mercados exteriores.

Variable	Código	Definición
Capacidad Productiva		
Complejidad/descentralización	NPXNIN	Número de países extranjeros donde se localizan los establecimientos no industriales de la empresa.
Capacidad Productiva medida en centros	NUMEST1	Número de centros o fábricas que posee la empresa en el extranjero
Eficiencia Operativa	UC12008	Indica la utilización de la capacidad estándar de producción de la empresa
Capacidad o conducta innovadora		
Resultados Innovadores	IPRPI2008	Indica si la empresa introdujo innovaciones de proceso consistentes en la introducción de nuevos programas informáticos ligados a los procesos industriales
Capacidades de marketing		
Capacidades informacionales		
Información de los mercados	NMERIN2008 PM2008 COMPE12008	Número de mercados definidos por la empresa cuyos ámbitos geográficos son el exterior o el interior y exterior. Porcentaje que las importaciones que realiza la empresa representan sobre el total de ventas Porcentaje que representa sobre las ventas totales de la empresa la comercialización de productos no Fabricados por ella, procedentes del extranjero.
Capacidades relacionales		
Colaboración	CTCL2008 CTCO2008	Indica si la empresa tuvo colaboración tecnológica con clientes Indica si la empresa tuvo colaboración tecnológica con competidores
Capacidades cruzadas		
Desarrollo o mejora de productos	ADBEN2008 PSAUX2006	Indica si la empresa ha adquirido bienes de equipo para la mejora de productos Indica si la empresa presta servicios auxiliares

b) Las características y competencias de la dirección en particular, y del capital humano en general. Los directivos, y por extensión el capital humano de la empresa, pueden representar algunos de los activos más valiosos, únicos y difíciles de imitar (Peng, 2001).

Por ello el rendimiento de la empresa no sólo es función del acceso a los recursos, sino también de la capacidad de gestión de los directivos y los recursos humanos. La posesión de una ventaja competitiva puede constituir una condición necesaria pero no suficiente para garantizar el éxito de una empresa en el exterior ya que las decisiones que pueden llevar hasta él dependen de la motivación, las capacidades y las características de los directivos y trabajadores involucrados en el proceso (Reuber y Fischer, 1997), y por tanto, de acuerdo a Leonidou et al, (1998, p.75), las características, las aptitudes y actitudes de los directivos, son determinantes para implementar adecuadamente las ventajas competitivas de la empresa en el exterior.

Variable	Código	Definición
Características del capital humano		
Formación	GEFVMN2008	Gastos externos en la formación de los trabajadores en ventas y marketing.
Stock de experiencia	PFTC2008	Porcentaje que el personal con contrato indefinido a tiempo completo representa sobre el total de personal con contrato indefinido ocupado en la empresa a 31 de diciembre

d) La estrategia de exportación incluye las distintas actuaciones concretas llevadas a cabo en los mercados exteriores, es decir, la política de exportación. En términos generales incluye la estrategia de expansión, que se refiere al proceso crítico de identificar, seleccionar y segmentar los mercados internacionales (Katsikeas et al., 2000, p.496) y la estrategia competitiva desarrollada a través del programa de la mezcla de marketing (marketing-mix) de producto, precio, promoción y distribución, siendo el asunto más relevante y estudiado la adaptación o estandarización que hace la empresa de la política comercial que desarrolla en sus mercado domésticos cuando la proyecta a los mercados exteriores.

Variable	Código	Definición
Estrategia de Expansión		
	XOCDE2006	Porcentaje que las exportaciones a la OCDE representan sobre el total de las exportaciones
	XRESTO2006	Porcentaje que las exportaciones al resto del mundo representan sobre el total de las exportaciones
Estrategia Competitiva		
	EP2006	Estandarización: Indica si los productos que fabrica la empresa son en su mayoría muy estandarizados
Estrategia de Marketing		
	ICOPRO2008	Promoción: indica si la empresa introdujo innovaciones de comercialización referentes a nuevos métodos en la promoción de los productos
	GIDC2006	Distribución: porcentaje que sobre las ventas representan, las efectuadas directamente más las realizadas a través de la red de distribución propia
	ICOCAN2008	Indica si la empresa introdujo innovaciones de comercialización referentes a nuevos métodos en la utilización de canales de venta

El paradigma contingente establece que son los factores externos los que más determinan e influyen en la estrategia de la empresa y en el resultado exportador, ya que se basa en la relación “estructura-estrategia-resultado”. Bajo esta perspectiva, es la estructura del mercado, en muchas ocasiones sumariada en la variable Proxy sector y el tipo de bien exportado, la que determina la estrategia empresarial y ésta los resultados. Estos factores quedan agrupados bajo la etiqueta de “entorno”, y se refiere, por tanto, a las características económicas, políticas, sociales, legales, acceso a los canales de distribución, tipo de clientes, competitividad, etcétera, tanto del mercado doméstico como de cada uno de los mercados exteriores a donde se dirigen las exportaciones.

Variable	Código	Definición
Sector		
	NACECLIO2008	Código representativo de la actividad principal de la empresa, según una agregación de los códigos 3 dígitos CNAE
Tipo de Bien		
	TBIEN2006	Indica el tipo de bienes vendidos por la empresa
Localización		
	LOCAL2008	Indica donde están situados los establecimientos industriales de la empresa

Principales conceptos de la teoría rough set

Concepto de Rough Set. Relación de ‘no-diferenciación’

Siguiendo a O’leary (1998), los sistemas inteligentes pueden construirse a partir de dos enfoques: los sistemas expertos y el aprendizaje automático. El primero consiste en introducir en el ordenador el conocimiento que los expertos humanos han ido acumulando a lo largo de su vida profesional. El aprendizaje automático (Machine Learning) se fundamenta en la elaboración de programas de ordenador que sean capaces de generar conocimiento a través del análisis de los datos y posteriormente utilizar dicho conocimiento para realizar inferencias sobre nuevos datos. Dentro de las técnicas aplicables de este enfoque encontramos: Redes Neuronales Artificiales, Algoritmos de Inducción de Reglas y Árboles de Decisión. Algunas de ellas tienen un carácter explicativo (inducción de reglas y árboles de decisión), otras se caracterizan por un enfoque de caja negra- “black box”, como las redes neuronales. Dada la naturaleza del problema que queremos tratar, utilizaremos técnicas explicativas. Dentro de las técnicas de Inteligencia Artificial hemos escogido la metodología Rough Set (RS) por su carácter explicativo y por las ventajas que presenta para analizar datos reales (Pawlak 1991, 2002; Pawlack y Skowron, 2007).

La teoría Rough Set (RS) fue originalmente desarrollada en los años ochenta por Z. Pawlak (Pawlak, 1991), entre otros, como herramienta matemática para tratar con la incertidumbre inherente a un proceso de decisión. Aunque existen en la actualidad extensiones de esta teoría (Greco et al., 1998) nos referiremos al enfoque clásico.

La teoría rough set implica el cálculo de particiones o clases, según queramos. Es algo diferente tanto de la teoría estadística de la probabilidad como de la teoría fuzzy set. Para comprender en qué se diferencian describiremos las tres categorías generales de imprecisión que encontramos en el análisis científico.

La primera categoría ocurre, cuyo un acontecimiento es aleatorio en naturaleza. Por lo tanto, la imprecisión asociada con este tipo de acontecimientos puede describirse por la teoría estadística de la probabilidad.

La segunda surge del hecho de que los objetos pueden no pertenecer exclusivamente a una única categoría sino que pueden pertenecer a varias categorías aunque con diferentes grados, en este caso la imprecisión toma forma de pertenencia difusa a un conjunto. Esta segunda categoría es el objeto de la lógica fuzzy. La tercera categoría es la teoría rough set que es útil cuyo las clases en las que han de clasificarse los objetos son imprecisas. Es decir la teoría RS está relacionada con la incertidumbre que se produce cuando algunos objetos que se caracterizan por tener la misma información, es decir, que para un conjunto de variables presentan los mismos valores (por lo tanto no se pueden diferenciar, son indiscernibles), sin embargo se clasifican en distintas clases o categorías. Por ejemplo, dos compañías que presentan los mismos valores para determinadas variables económico-financieras (por lo tanto no podríamos distinguirlas en función de esas variables, que constituyen nuestro conocimiento disponible) y sin embargo una está en quiebra y la otra continua funcionando, es decir para esos dos objetos que no podemos diferenciar no tienen una única clasificación, sino que pertenecen a categorías o clases distintas. Este hecho evita que se puedan a signar o clasificar de manera precisa en una categoría u otra y por lo tanto dichas categorías son imprecisas pero pueden aproximarse mediante conjuntos precisos (Mckee, 2000).

Estas diferencias muestran una de las principales ventajas de la teoría rough set y es que no necesita ninguna información adicional acerca de los datos como puede ser una distribución de probabilidad en estadística o el grado de pertenencia en la teoría fuzzy set.

En consecuencia, la filosofía del método se basa en la suposición de que con cada objeto del universo que estamos considerando se puede asociar alguna información (datos, conocimiento).

Los objetos caracterizados por la misma información no son discernibles teniendo en cuenta dicha información disponible. La relación de no diferenciación generó de este modo la base matemática para esta teoría.

De hecho, es la falta de precisión en la información lo que provoca que no se puedan diferenciar los objetos en función de los datos disponibles y evita, en consecuencia, su asignación precisa a un conjunto. "Rough" podría traducirse por "vago, impreciso"; de aquí en adelante hablaremos de rough set. Por tanto, y de manera intuitiva, un rough set es un conjunto de objetos que, en general, no pueden ser caracterizados de manera precisa en términos de la información disponible. Si esta información consiste en un conjunto de objetos descrito por otro conjunto, en este caso, de atributos (variables), diremos que un rough set es un conjunto de objetos que, en general, no pueden ser caracterizados de manera precisa en términos de valores de un conjunto de atributos, y por lo tanto no los podemos clasificar en las diferentes categorías de manera precisa.

La teoría del rough set asume la representación del conocimiento de los objetos en forma de una tabla de información, que es un caso especial de un sistema de información. En las filas de la tabla se indican los objetos (acciones, alternativas, candidatos, pacientes, empresas, países, etc.), mientras que las columnas se corresponden con los atributos. Las entradas en la tabla son los valores del atributo. Es decir, la entrada en columna q y en fila x tiene el valor $f(x, q)$.

Por tanto, para cada par (objeto, atributo) se conoce un valor denominado descriptor. Cada fila de la tabla contiene descriptores que representan información correspondiente a un objeto del universo.

Formalmente, una tabla de información puede definirse como $S = \langle U, Q, V, f \rangle$ dónde:

U un conjunto finito de objetos (observaciones, casos, empresas,...), el Universo objeto de estudio.

Q un conjunto finito de atributos (características, variables,...)

$$V = \bigcup_{q \in Q} V_q \quad (V_q \text{ es el dominio del atributo } q) \text{ y}$$

$f: U \times Q \rightarrow V$ es una función total tal que $f(x, q) \in V_q$ o cada $q \in Q$ y $x \in U$, denominada función de información. Cualquier par (q, v) , $q \in Q$ y $v \in V_q$, es denominado un descriptor en S.

La relación de no diferenciación se expresaría de la siguiente forma:

Dada una tabla de información $S = \langle U, Q, V, f \rangle$, sea P un subconjunto de atributos de Q ($P \subseteq Q$), dados dos objetos, $x, y \in U$, decimos que x e y no son discernibles en base a un conjunto de atributos Psi, y solo si, $f(x, q) = f(y, q)$ para todos los atributos de la tabla, esto es para todo $q \in P$.

Aproximación de conjuntos y calidad de la clasificación

Dado el problema que se va a abordar, se ha de tener en cuenta que el problema de clasificar consiste en asignar cada objeto de un conjunto a una categoría predefinida apropiada. La clasificación de los objetos se basa en la información que hay accesible sobre ellos y no en los objetos en sí mismos.

El problema de clasificación en este caso consiste en qué medida es posible reflejar mediante atributos (de condición) la clasificación efectuada por el experto o un decisor.

Sin embargo, hasta ahora al hablar de la información sobre los objetos no hemos mencionado que en la realidad dicha información suele ser imprecisa (inconsistente).

Esta inconsistencia en la descripción de los objetos lleva a la ambigüedad en su clasificación, es decir objetos descritos por los mismos valores de los atributos (atributos de condición) pero que sin embargo están asignados a diferentes clases (atributos de decisión). Esta incertidumbre impide una clasificación precisa de los objetos y la búsqueda de dependencias entre valores de los atributos de condición (que describen los objetos) y atributos de decisión (que asignan a las clases). Hay dos razones principales que justifican la existencia de imprecisiones: que la evidencia sea incompleta o que ésta sea contradictoria. Desde el punto de vista de nuestro trabajo nos interesa la inducción de reglas (que serán nuestro modelo) en el caso de que la evidencia entre en conflicto, esto es, que los objetos que tenemos son inconsistentes. Eso implicaría que dados dos objetos, descritos por los mismos valores de los atributos (mismos descriptores), cada uno de ellos pertenece a conceptos o clases diferentes. (En nuestro caso, dadas dos empresas con los mismos valores una serie de variables o ratios o con los valores de los atributos dentro de unos mismos intervalos, uno tiene éxito en los mercados internacionales y otro no, hecho que a veces ocurre en la realidad).

Por tanto, si los objetos no se pueden distinguir mediante atributos, no podemos asignarlos de manera precisa a un conjunto con lo que induciremos una aproximación de las distintas clases en las que se asignarían los objetos.

Por tanto, un rough set es un par de aproximaciones por arriba y por debajo de un conjunto (clase) en términos de objetos que no se pueden diferenciar. En otras palabras, un rough set es una colección de objetos que, en general, no pueden ser clasificados de manera precisa en términos de los valores del conjunto de atributos, mientras que las aproximaciones por arriba y por abajo sí pueden.

En consecuencia, cada rough set tiene casos fronterizos, esto es objetos que no pueden clasificarse con certeza como miembros del conjunto o de su complementario y, por tanto, puede ser reemplazado o representado por un par de conjuntos precisos, llamados la aproximación por encima y por debajo. La aproximación por debajo, (\underline{PY}), consiste en todos los objetos que con seguridad pertenecen al conjunto y la aproximación por encima, (\overline{PY}), contiene los objetos que posiblemente pertenecen al conjunto. La frontera (o región de duda), (Bn_p), se define como $\overline{PY} - \underline{PY}$, y es el conjunto de elementos que no pueden clasificarse con certeza utilizando los atributos del sistema de información.

Al cociente entre el número de objetos que componen la aproximación por debajo y el número de objetos que componen la aproximación por encima se le denomina precisión de la aproximación. Este ratio indica los casos fronterizos que existen en la categoría o clase para la que se está calculando esta medida. Este ratio toma el valor 1 para aquellas clases en los que no hay casos fronterizos (no hay por tanto información inconsistente).

$$\alpha_p(U) = \frac{\text{card}(\underline{PY})}{\text{card}(\overline{PY})} \quad 0 \leq \alpha_p \leq 1$$

Por otro lado, si en una tabla de información no solo existe una clase o categoría si no que existen varias (por ejemplo, en nuestro caso existen dos clases de empresas, la de las empresas que tienen éxito y la de las que no), para cada una de ellas se puede calcular la aproximación por arriba y por abajo. El cociente entre la suma de todas las aproximaciones por abajo y el número total de objetos del sistema, se denomina calidad de la clasificación. Expresa el ratio de todos los objetos correctamente clasificados respecto a todos los objetos del sistema.

$$\gamma_p(U) = \frac{\sum_{i=1}^n \text{card}(\underline{PY}_i)}{\text{card}(U)}$$

Reducción y dependencia de atributos

Una de las funciones más importantes de la metodología rough set es el descubrimiento de las dependencias entre atributos al analizar una tabla de información. Descubrir la dependencia nos indica cómo algunos conceptos del conocimiento pueden expresarse mediante otros conceptos del mismo.

Es decir, descubrir dichas dependencias permite que el conjunto de atributos se pueda reducir (eliminar aquellos atributos que sean redundantes), apareciendo el concepto de reducto o conjunto mínimo, que se define como el menor conjunto de atributos que mantiene la misma calidad de clasificación (ver sección anterior) que el conjunto de todos los atributos.

En una tabla de información puede haber más de un reducto. La intersección de todos los reductos nos da el denominado núcleo, que es la colección de los atributos más relevantes en la tabla y que no pueden ser eliminados sin que disminuya la calidad de la clasificación.

Reglas de clasificación

Un sistema de información reducido permite la obtención de reglas de decisión. De hecho, la cuestión más importante del enfoque rough set es la obtención de las reglas de decisión a partir de un sistema de información.

Se supone que el conjunto de datos contiene información de un conjunto de objetos descritos por un conjunto de atributos. Estos a su vez se dividen en dos subconjuntos, atributos de condición y atributos de decisión, que denotamos por C y D. El problema, por tanto, consiste en encontrar reglas que determinen si un objeto pertenece a un subconjunto particular denominado clase de decisión o a un concepto. La definición de esta clase es conocida porque por ejemplo lo ha definido el experto o un usuario. Una regla de decisión puede expresarse como una sentencia lógica que relaciona la descripción de condiciones y las clases de decisión y toma la siguiente forma:

SI <se cumplen condiciones>
ENTONCES <el objeto pertenece a una clase de decisión dada>

Las reglas generadas pueden ser determinísticas o no determinísticas. Por determinística entendemos si $C \rightarrow D$, es decir, si se cumplen las condiciones solo hay una decisión o clase. En las reglas no determinísticas, las condiciones pueden conducir a varias posibles decisiones.

Cada regla de decisión se caracteriza por su fuerza, esto es el número de objetos que satisfacen la parte de la condición de la regla (en el argot se dice cubiertos por la regla) y que pertenecen a la clase de decisión sugerida. En el caso de reglas aproximadas la fuerza se calcula para cada posible clase de decisión de forma separada.

Es decir, una característica importante de la filosofía rough set aplicada a un problema de clasificación es que las inconsistencias mostradas en los ejemplos de clasificación no se corrigen o se eliminan sino que se producen reglas no determinísticas que se incorporan al modelo.

En definitiva, el conjunto de las reglas de decisión y la información sobre los atributos más significativos para la clasificación de los objetos puede considerarse como una representación del conocimiento adquirido por un especialista o experto sobre todos los casos/objetos contenidos en un sistema de información, sin las redundancias, tan típicas en las bases de datos reales. Es más, los resultados obtenidos por el enfoque rough set se expresan de forma similar al lenguaje natural humano. Así, las reglas son muy fáciles de comprender por el usuario/analista y permiten justificar y explicar las conclusiones derivadas de análisis de los datos.

Además, da la posibilidad para el analista de controlar dicho análisis de manera simple. Tal posibilidad no es normalmente ofrecida por las técnicas tradicionales de análisis de datos.

El conjunto de reglas para todas las clases de decisión se denomina algoritmo de decisión.

Las reglas de decisión derivadas de una tabla con esta metodología pueden ser utilizadas para clasificar nuevos objetos. La clasificación de cualquier nuevo objeto se hace comparando su descripción con las condiciones cada una de las reglas de decisión.

Con esta filosofía utilizaremos la metodología Rough Set: obtendremos un modelo consistente en un conjunto de reglas que utilizaremos para clasificar. Si el resultado de la clasificación es satisfactorio, las reglas estarán validadas y analizaremos las mismas.

Todos los análisis se han efectuado con el programa el programa RSES2 desarrollado por el Instituto de Matemáticas de Varsovia, Polonia. <http://logic.mimuw.edu.pl/~rses/>.

Resultados y discusión

La metodología Rough Set está especialmente indicada para analizar problemas de clasificación de objetos, entre los que se encuentran los problemas de clasificación con múltiples atributos. Este tipo de problemas consisten en asignar una serie de objetos descritos por unos atributos o variables a una clase o categoría que previamente hemos definido.

En nuestro problema, partimos de un conjunto de empresas descritas o caracterizadas por los valores de un conjunto de variables económico-financieras y tratamos de asignar a una de estas dos categorías: éxito en el proceso de internacionalización o fracaso en el mismo.

Para la aplicación de esta metodología lo primero que hemos construido es una tabla de información con las 595 empresas, 245 empresas con éxito exportador y 350 fracasadas.

Las empresas han sido evaluadas de acuerdo con los valores que toman las 31 variables económico-financieras seleccionadas en la sección 3. Estas empresas han sido clasificadas en una de las dos categorías, éxito o fracaso, para el año 2008.

Antes de comenzar la aplicación hemos de adecuar la información que contiene nuestra tabla. El análisis rough set de los sistemas de información da buenos resultados cuando los dominios de los atributos son conjuntos finitos cuyo número cardinal es relativamente bajo.

Este requisito a menudo se satisface cuando los atributos tienen un carácter cualitativo (discreto).

Sin embargo, para los atributos que tienen un carácter cuantitativo es conveniente traducir sus valores a términos cualitativos. Esta discretización no viene impuesta por la metodología Rough Set pero facilita mucho al usuario final la aplicación del modelo y su interpretación.

En nuestra tabla final existen 31 variables, de las cuales siete tienen un dominio continuo. De acuerdo con lo expuesto, traduciremos los valores continuos de dichas variables a términos cualitativos (discretos) mediante el establecimiento de un número finito de intervalos. No existe un único medio para establecer dichos intervalos: lo puede hacer un experto basándose en su experiencia, para algunas variables puede haber estándares, etc.

Para evitar subjetividades, en investigación se utilizan frecuentemente intervalos basados en los percentiles que siguen las distribuciones de las variables continuas (Laitinen, 1992, García et al., 1997 o Mckee, 2000). Este ha sido nuestro enfoque y para dichas variables se han calculado los percentiles 20, 40, 60 y 80. Con la selección de los cuatro percentiles indicados con anterioridad, el dominio de las variables continuas queda dividido en cinco partes, a excepción de las variables PFTC2008 y XOCDE2006 cuyo análisis de su distribución aconsejaban 4 partes al coincidir algún percentil. La siguiente tabla muestra los intervalos establecidos:

Variable	1°	2°	3°	4°	5°
PM2008	$(-\infty, 1]$	(1, 6]	(6, 14.52]	(14, 52, 27, 12]	(27, 12, $+\infty$)
VA/VENTAS	$(-\infty, 19.28]$	(19.28, 26.39]	(26.39, 34.35]	(34.35, 43.93]	(43.93, $+\infty$)
CREVENTAS	$(-\infty, 13.82]$	(-13.82, 8.62]	(8.62; 26.63]	(26.63, 60.40]	(60.40, $+\infty$)
PFTC2008	$(-\infty, 95]$	(95, 99.6]	(99.6, 100]	(100, $+\infty$)	
XOCDE	$(-\infty, 0]$	(0, 4]	(4, 16]	(16, $+\infty$)	
XRESTO	$(-\infty, 0]$	(0, 1]	(1, 10]	(10, 29]	(29, $+\infty$)
GIDC2008	$(-\infty, 4]$	(4, 42.6]	(42.6, 95]	(95, 100]	(100, $+\infty$)
CODIGOS ASIGNADOS	1	2	3	4	5

Tabla 2 Intervalos

El primer resultado que obtenemos con el análisis rough set es la aproximación para cada una de las clases que estamos considerando, éxito y fracaso, por el conjunto de variables económico-financieras. La totalidad del conjunto de atributos (variables) dio una aproximación perfecta de las clases de decisión, esto es igual a uno.

Además y, en consecuencia, la calidad de la clasificación es también igual a uno.

Este resultado es muy significativo porque a pesar de tener un gran sistema de información, las empresas están muy bien discriminadas entre ellas, es decir, no hay empresas que tengan los mismos valores (o que estén en los mismos intervalos) para las variables que hemos considerado, y que sin embargo pertenezcan a distintas clases de decisión (éxito o fracaso).

Un importante avance derivado de la aplicación de los algoritmos asociados a este método ya que posibilita descubrir dependencias entre atributos, es obtener un mínimo subconjunto de variables independientes que aseguren la misma calidad de clasificación (es decir, que clasifica igual) que la totalidad del conjunto de todos ellos, esto es los reductos y de esta manera extraer el conocimiento esencia.

La construcción de los reductos, a partir del sistema de información codificado, permite obtener 100 reductos cuya longitud varía entre 6-8 atributos.

Esto permite indicar que al menos, 23 atributos son redundantes y podrían ser eliminados de la tabla. Esto demuestra la fuerza de esta metodología para la selección de las variables más significativas.

La intersección de los reductos nos da el núcleo. El núcleo de atributos estaba vacío. Esto indica que ningún único atributo es absolutamente necesario para la aproximación perfecta de las dos clases de decisión.

El siguiente paso consiste en la elección del reducto. Para la selección del mismo hemos tenido en cuenta los siguientes criterios:

- El reducto debía contener el menor número de atributos como fuese posible, sin que disminuya la capacidad de clasificación.
- El reducto debía contener el mayor número posible de las variables que aparecen con más frecuencia en los reductos por ser variables muy discriminatorias para el problema que estamos considerando.
- El reducto debía contener los atributos considerados, en nuestra opinión, más significativos para la evaluación del éxito en la internacionalización de una empresa.

El reducto seleccionado que cumple con estos requisitos es el formado por las siguientes variables: INVEX2008, NMERIN2008, FPSP12008, VA/VENTAS, CREVENTAS, XOCDE2006, XRESTO2006, NACECLIO2008 cuya identificación ha quedado explicada anteriormente.

Elegidos los reductos, el resto de atributos se pueden eliminar de la tabla de información codificada. Por tanto se ha pasado de una tabla original de 31 variables a una tabla final de solo 8 variables que será la utilizada para derivar el modelo, es decir las reglas de decisión.

La tabla 12.3 muestra las reglas más fuertes (cubiertas por un mayor número de objetos) y por lo tanto ciertas o por lo menos más fiables.

Estas reglas constituyen el modelo de decisión. Es decir las reglas muestran patrones de información y regularidades (reglas) útiles para el decisor o ente interesado en el problema que nos ocupa. Dichas reglas determinan si un objeto pertenece a una determinada clase, asignando dos categorías (clase): 1-éxito ó 2-no éxito.

Regl a	INVE X	NME RIN	FPS PI	VA/VEN TAS	CREVEN TAS	XOC DE	XRES TO	NACEC LIO	CLA SE	FUER ZA
1			5		1				2	29
2	2			4	1				2	26
3	2	0		5		1			2	24
4					1	2			2	23
5					1			4	2	22
6	2			5	1	1			2	21
7								8	2	20
8				5	1		1		2	20
9				4	1	1			2	20
10		0		5	1	1	1		2	19
11	2		3		1				2	19
12			5	5		1	1		2	17
13	2		2		1				2	17
14		0			1		1		2	14
15			4	4		1	1		2	14
16				4	1		1		2	14
17	1				3		3		1	13
18			4	4	1				2	13
19			5	5					2	12
20	2		2	5					2	12
21	2		3			1	4		2	12
22	2				1		2		2	12
23			3	5	1				2	12
24			3		1		1		2	12
25	2				1		3		2	12
26		2			1	1			2	12
27		1			1		4		2	11
28					5	1		2	2	11
29		1		5	1				2	11
30	2							6	2	11
31			3		1	1			2	11
32	2			2	1				2	11
33		2		2	5				1	10
34					1			19	2	10
35				5		1		13	2	10
36	2	0						19	2	10
37	2	0		5	1				2	10
38		2			1		1		2	10
39	2				5			12	1	9
40	2				5			2	2	9

Tabla 3 Reglas de decisión derivadas de la metodología Rough Set

Antes de analizar el algoritmo hemos de validarlo. Hemos de matizar que si se desarrolla un modelo y se valida con la misma muestra o con muestras que contienen las mismas empresas aunque los datos se refieran a diferentes años, los resultados podrían ponerse en cuestión. Para ello bien se seleccionan muestras independientes (no disponemos de suficientes datos) o se efectúa un proceso de validación-cruzada que consiste en hacer numerosas particiones de igual tamaño en los datos dejando unas para estimar el modelo y las restantes para validar. El proceso se repite tantas veces como particiones hayamos hecho, y vamos cambiando las que sirven para estimar de las que sirven para validar. El resultado final es la media de todos los resultados obtenidos. En la Tabla 12.4 se muestran los resultados de la validación cruzada para 10 particiones.

	Aciertos
Media Ponderada	73%

Tabla 4.4 Resultado de la validación cruzada

Como vemos los resultados en términos de clasificación son bastante satisfactorios validando de esta forma las reglas, el modelo obtenido.

Si analizamos las reglas obtenidas, una conclusión significativa que cabe destacar es que la clase 2, empresas sin éxito en los mercados internacionales, se clasifican mejor no solo por la abundancia de reglas de decisión de esta clase como puede observarse en la tabla 12.3, sino porque las reglas más fuertes corresponden a esta categoría.

De esta manera aunque entre las reglas seleccionadas sólo tres caractericen el éxito es igualmente útil identificar para los directivos, gobiernos, inversores, etcétera, los factores que obstaculizan la obtención de mejores resultados en los mercados internacionales.

La importancia de este resultado estriba en que cubre un de los déficits investigados que ya fue señalado por Leonidou et al. en 2002 al subrayar que gran número de los estudios se han centrado en identificar los factores, especialmente vinculados a la estrategia de marketing, que consiguen un mejor resultado exportador pero que en líneas generales se ha abandonado el estudio de aquellos que ocasionan un peor resultado exportador. Es especialmente clave conocer estas relaciones ya que permitirían a nivel empresarial reconducir ciertas acciones y estrategias cuando existan señales de “enfermedad” en los mercados exteriores y así evitar el fracaso o incluso la retirada de los mercados de exportación.

Las variables que aparecen más frecuentemente en las reglas con mayor fortaleza (primer corte) son en primer lugar, el crecimiento de las ventas totales de la empresa en los últimos cinco años, seguida del atributo valor añadido sobre ventas y las exportaciones a la OCDE (no Unión Europea) que representan sobre el total de las exportaciones.

Es significativo que en ninguna regla de decisión aparecen combinados los 8 atributos, lo que pone de manifiesto que el camino al éxito (o el fracaso) en el exterior no solo sigue una senda, sino que se puede alcanzar por distintas vías, en cada una de las cuales tendrán mayor relevancia unas características sobre otras y lo que es más importante, la combinación, el ajuste o la interrelación entre estos factores es lo que conforma cada una de las posibles alternativas. Esto viene a refrendar la Teoría de la Contingencia, basada en el hecho de que no existen recetas universales que sirvan para todas las empresas ni en todas las circunstancias, pero si existen, al menos dadas determinadas condiciones, una combinación de factores para el logro del éxito.

Analizando las diez primeras reglas de decisión en la que aparecen combinados de una forma u otra los atributos seleccionados que conforman el reducto, pueden extraerse algunos patrones de comportamiento de las empresas exportadoras españolas. Así la regla más fuerte de la clase empresas sin éxito contiene 2 atributos: crecimiento de las ventas totales en el periodo 2003-2008 y la variable categorial FPSP1 que indica los intervalos en que se sitúan los porcentajes de los Fondos propios sobre el total del pasivo siendo los posibles estados de la variable: - Cero - De 0 a 20% - De 20 a 40% - De 40 a 60% - De 60 a 80% - Más de 80%.

Representando la primera de ellas la performance global de la empresa en el pasado y la segunda de ellas, un ratio de estructura financiera que pretende caracterizar la salud o capacidad financiera de la empresa y para ello pueden utilizarse ratios de liquidez y endeudamiento, como en este caso (Maurel, 2008; Berman y Héricourt, 2008).

Los valores que presentan estos atributos son un crecimiento pasado de las ventas totales de la empresa negativo y un porcentaje de los fondos propios sobre el total del pasivo situado entre el 60% y 80%.

De manera que con base en los resultados obtenidos en esta primera regla puede apreciarse que la interacción o ajuste concreto que se produce entre estas dos variables relacionadas ambas con las capacidades financieras presentan una prescripción que debe evitarse para no fracasar en la aventura exterior.

La combinación de atributos pone de manifiesto que no hay ninguna condición que de forma aislada constituyan un estado suficiente para el éxito o fracaso, de manera que no hay factores que por sí solos estén vinculados directamente con el éxito o fracaso en términos de la definición que se ha realizado del resultado exportador sino que depende de cómo se interrelacionen las variables. El análisis de la relación entre estos dos atributos que lleva a niveles inferiores de performance, queda definida como sigue:

El crecimiento de las ventas totales de la empresa en el pasado, y por tanto el resultado empresarial considerado como un “trade off” entre los mercados domésticos e internacionales condiciona el resultado exportador, siempre que esté vinculado a otros factores en este caso el porcentaje de fondos propios sobre el pasivo.

Constituye un atributo de gran relevancia ya que es el que aparece de forma más habitual tanto en las reglas de decisión de la clase 2 como en las reglas de decisión de la clase 1.

En la medida que esta investigación pretende tratar la exportación no como una actividad aislada de la empresa sino como parte de la estrategia empresarial total, es necesario incorporar medidas del resultado global de la empresa y por tanto, una medida de su actividad en el pasado. Un antecedente de esta perspectiva es la utilizada por Lages (2000) y Lages y Montgomery (2004). Estos autores ponen de manifiesto que las investigaciones que analizan los determinantes del resultado exportador ignoran como las empresas pueden reaccionar ante los resultados obtenidos en periodos anteriores.

Sin embargo éstas pueden tener un impacto en las decisiones y acciones futuras de la empresa y la satisfacción o no con los resultados pasados puede provocar modificaciones en las actividades en el exterior en la medida que la percepción del riesgo, la generación de recursos y capacidad también será distinto y la orientación estratégica diferente.

Esta hipótesis es consistente con la literatura sobre el comportamiento de las organizaciones que establece que las empresas y los individuos fijan sus objetivos y ajustan su comportamiento en respuesta a las condiciones favorables o desfavorables. Además, está vinculado con el aprendizaje ya que las organizaciones incorporaran a sus actuaciones la experiencia pasada de manera que orientarán el comportamiento futuro en relación a asumir riesgos, la innovación, la adaptación o no al mercado de destino, etcétera.

De manera que la primera de las reglas indica que si el resultado empresarial total, medido éste por el crecimiento de las ventas no alcanzó en el pasado niveles suficientes, aunque las empresas presenten una buena salud financiera caracterizada por un porcentaje elevado de fondos propios, no logran el éxito en los mercados exteriores.

Este resultado puede así sugerir dos ideas significativas. Por un lado que una característica financiera que en principio es positiva ya que este el ratio fondos propios-pasivo mide el grado de independencia financiera de los recursos ajenos, sirviendo para establecer la calidad de la financiación de la empresa y la fuerte capacidad de endeudamiento, sin embargo, puede denotar que esta solvencia financiera puede traducirse también en decisiones no óptimas al sacrificar rentabilidad.

Una sobrecapitalización puede no sólo diluir la rentabilidad financiera y elevar el coste de los recursos financieros de la empresa sino que también puede apuntar hacia una gestión financiera pasiva.

Por otro lado, la estrategia desarrollada en los mercados internacionales se ve afectada por los recursos generados gracias al crecimiento pasado de la empresa.

De manera que este proceso puede ser considerado un “proceso circular y recursivo” (Forcadell, 2004, p.5). Es decir, la empresa para crecer y por tanto mejorar su performance global necesita poseer recursos y capacidades específicas. Ese crecimiento potencia la adquisición de más recursos y capacidades y por tanto es causa y efecto. Así, el conjunto de recursos actual de la empresa determina la estrategia futura y la estrategia actual determina la cartera de recursos futura de la empresa.

Es la consideración dinámica del enfoque de recursos y capacidades, una corriente de investigación que utiliza este enfoque para explicar el desarrollo y crecimiento de las empresas diversificadas (Forcadell, 2004).

Puede observarse además en la tabla 12.3 que este patrón viene confirmado por las siguientes reglas. En el primer corte, aparecen diez reglas de no éxito de gran fortaleza que contienen el atributo crecimiento de las ventas totales en los últimos cinco años. En todas ellas vuelve a repetirse que el valor de esta variable se sitúa en el percentil de crecimientos negativos. También aparece el ratio fondos propios-pasivo en el primer corte en tres ocasiones más presentando valores elevados de fondos propios en relación al pasivo.

Otro patrón significativo es el que se deriva de la segunda regla de decisión que caracteriza las empresas sin éxito en los mercados internacionales, con una fortaleza 26. Esta pauta está formada por tres atributos: INVEX, que indica si la empresa tiene participación en el capital social de otras empresas localizadas en el extranjero, VA/VENTAS, que representa el Valor añadido sobre ventas, y de nuevo el crecimiento de las ventas en el pasado. Los valores que presentan estas variables y que constituyen una nueva receta para el fracaso en los mercados exteriores son: Empresas que no tienen participación en el capital social de otras empresas localizadas en el extranjero, que presentan un valor añadido sobre ventas elevado (34.35%- 43.93%) y un crecimiento de las ventas totales en los últimos cinco años negativo, no logran una participación exitosa en los mercados extranjeros.

Esta regla de decisión tiene que ver entonces con la combinación de factores que se han clasificado como capacidades financieras, valor añadido y crecimiento, y una de las características generales de la empresa que indica cierta característica de los recursos poseídos por la empresa.

En relación a las primeras, el valor añadido de las ventas, puede considerarse como una medida de la rentabilidad actual de la empresa ya que es una Variable “proxy” de la eficiencia del proceso productivo, productividad de los recursos utilizados o eficiencia empresarial. De manera que puede comprobarse que la eficiencia empresarial resulta también determinante en el resultado exportador siendo muy interesante la relación hallada.

De las 43 reglas de decisión incorporadas en esta investigación, esta variable aparece en 19 de ellas, siendo la segunda variable más frecuente después del crecimiento de las ventas en el pasado en las reglas de mayor fortaleza. A este hecho se une el resultado más significativo, en todas esas reglas, excepto en una, los valores que toma esta variable se encuentran en el percentil 4 y 5, es decir, empresas que tienen un valor añadido sobre ventas alto o muy alto, Por tanto empresas eficiente o muy eficientes, junto con la combinación de otros elementos, no logran el éxito en el mercado internacional.

La razón de este resultado puede encontrarse en que la posibilidad de ganar eficiencia en los mercados internacionales puede hacer que las empresas realicen un mayor esfuerzo y se comprometan más con estas actividades que aquellas que no tienen mucho margen para esta ganancia de rentabilidad como ocurre en esta regla y por tanto pueden estar orientadas al mercado doméstico o bien explorando otras vías de internacionalización.

A esto se une la presencia de dos factores adicionales, el crecimiento de las ventas negativo cuyo efecto ha sido explicado anteriormente y la no participación en el capital social de empresas localizadas en el extranjero.

Esta última variable es la tercera en frecuencia en las reglas seleccionadas y puede comprobarse que en todas las reglas de decisión de la clase no éxito en la que aparece este atributo, el valor que presenta este factor es igual a 2, es decir empresas que no tienen participación en el capital social de empresas localizadas en el extranjero.

Analizando con más profundidad este resultado pueden mencionarse algunas cuestiones relevantes.

Esta variable está relacionada, por un lado, con la orientación internacional de las empresas así como el compromiso de recursos mantenidos en estos mercados y por otro, con el conocimiento que puede obtenerse de los mercados internacionales. Este tipo de conocimiento proviene de los contactos con negocios internacionales, y facilita a la empresa información de primera mano sobre las preferencias del mercado (Denis y Depeltau, 1985), así como la interpretación de la información en un contexto específico y la accesibilidad a un nuevo conocimiento experimental, lo que reduce los costes de la internacionalización (Lee Ying, 2004).

De esta forma y basado en la teoría del capital social⁴ el conocimiento del mercado puede obtenerse o generarse como consecuencia del capital social intrafirma y el interfirma (Bolino et al., 2002). En este caso, las empresas interdependientes tienden a creer en el valor del conocimiento conjunto y esperan elevar ese conocimiento incrementando la eficiencia de esas relaciones.

Así bajo este marco teórico, la hipótesis utilizada es que la cooperación, la dependencia y la importancia de las relaciones, mejora el conocimiento de los mercados.

Por tanto, a la luz de la composición de esta regla, se observa que el fracaso en los mercados internacionales no sólo está vinculado con el efecto que provoca un crecimiento negativo en el pasado y como las capacidades empresariales pueden verse reducidas por un deterioro del crecimiento pasado de las ventas sino con el escaso compromiso, orientación y conocimiento internacional.

⁴ El Capital social puede definirse como “el conjunto de recursos actuales y potenciales que están relacionados con la posesión de una red de relaciones duraderas más o menos institucionalizadas de conocimiento y reconocimiento mutuo” (Bourdieu, 1985, p. 248).

Blanco S., Miranda M., Segovia M. Los factores determinantes del éxito en la actividad exportadora: Una aproximación mediante el análisis rough set. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico 2014

Así como con un “exceso” de eficiencia que puede ser indicativo de una menor dependencia e interés en los mercados internacionales.

El siguiente patrón que permite clasificar a las empresas como no exitosas en los mercados internacionales es el configurado en esta ocasión por cuatro atributos: INVEX, NMERIN, VA/VENTAS y XOCDE. La lectura de esta regla permite concluir que empresas sin participación en el capital social en empresas localizadas en el extranjero, que no definen ningún mercado internacional como relevante, a pesar de realizar exportaciones, que presentan niveles de eficiencia muy elevado y que su mercado de destino no son países de la OCDE (no incluidos países de la Unión Europea) no logran un participación en el mercado extranjero con éxito.

En esta regla de decisión con una fortaleza 24 aparecen dos nuevas variables, el número de mercados internacionales y el destino de las exportaciones, de las que pueden mencionarse algunos aspectos.

El número de mercados internacionales refleja varias dimensiones del resultado exportador. En primer lugar, como “proxy” de la experiencia internacional y por tanto del conocimiento de los mercados internacionales, variable ésta que forma parte de las capacidades informacionales de la empresa y por tanto perteneciente al ámbito de las capacidades de marketing, consideradas éstas como parte de las capacidades empresariales. Por tanto, puede tratarse como la experiencia en los mercados y el conocimiento de esos mercados en términos del alcance o diversidad de la experiencia.

En segundo lugar, el número de mercados internacionales se ha utilizado también como medida de la estrategia de expansión de la empresa exportadora, siendo posible una estrategia de diversificación de mercados, de concentración o una estrategia mixta.

Esta variable muestra así la exposición al riesgo que supone la concentración de las exportaciones en un número reducido de países y, por tanto, la dependencia de la evolución de un número reducido de economías. Un mayor número de países a los que se realizan exportaciones permitiría desde esta perspectiva ajustar las relaciones comerciales de manera más eficiente.

En cuanto a la variable XOCDE, representa el porcentaje de exportaciones que se realizan a países de la OCDE (no UE), por tanto es una de las “proxy” seleccionadas para identificar el destino de las exportaciones, variable ésta que forma parte de la estrategia de expansión y selección de los mercados de exportación.

Además el destino de las exportaciones puede ser la representación de varias cuestiones como la proximidad o distancia de los mercados de destino (no sólo en términos de distancia geográfica) y por tanto también es una posible medida de las condiciones del entorno en las que se realizan las operaciones de exportación (Ruane y Sutherland, 2005).

La presencia de este factor es esencial ya que pone de manifiesto que no sólo es la posesión de ciertos recursos y capacidades lo que permite mejorar el resultado exportador, sino el éxito o el fracaso de la actividad exportadora dependerá de cómo y dónde se desarrollen e implanten las ventajas competitivas resultantes de los recursos y capacidades de la empresa en los mercados seleccionados.

Dicho de otra forma el patrón competitivo será adecuado si se implementa en aquellos mercados en los que puedan desplegarse las ventajas competitivas de la empresa exportadora. Los mercados de destino deben influir a la hora de adoptar una estrategia competitiva adecuada de manera que el resultado exportador se mejorará siempre que la empresa haya seleccionado la forma más adecuada de atender a esos mercados (Katsikeas et. al, 1996).

La importancia radica en el hecho que la localización puede afectar a la aplicabilidad de las capacidades de la empresa y de sus ventajas competitivas específicas, a los costes de transacción así como la capacidad de las empresas para la transferencia adecuada de conocimiento.

Por otra parte ya se ha señalado se trata además de un indicador de la distancia geográfica, cuestión que influye básicamente en los costes asociados con las operaciones de exportación, la distancia psicológica, que puede constituir un obstáculo adicional si los mercados están muy distantes psicológicamente (Lefebvre et al., 1998).

El destino de las exportaciones muestra así el grado de diferencias entre países. Mientras que la distancia geográfica influye en los costes asociados para establecer operaciones en un país determinado, la distancia psicológica se refiere a los obstáculos al flujo de información entre una empresa y sus destinos en términos de idioma, cultura, sistema político, legal, y que dificulta el entendimiento de estos entornos. La experiencia en los mercados internacionales reduce esa distancia psicológica.

De tal forma que los mercados de destino son normalmente clasificados en tres categorías, mercado doméstico o local, mercados de exportación próximos y mercados de exportación global o mundial (Cooper y Kleinschmidt, 1985).

Helpman et al. (2004) entre otros sugieren que la relación entre el resultado de la empresa y la exportación depende del destino de las exportaciones.

Así por ejemplo exportar a un país con similares características culturales y económicas puede ser parecido a que una empresa venda en su mercado doméstico si las condiciones sociales y económicas son una simple extensión del mercado doméstico. Contrariamente exportar globalmente es decir a mercados menos próximos donde las estructuras legales, económicas o sociales son más diferentes de lo que las empresas se encuentran en sus mercados domésticos puede exponer a la empresa a mayores presiones competitivas y mayores oportunidades de aprendizaje (Ruane y Sutherland, 2005). Efectivamente no todas las exportaciones son de la misma clase y la naturaleza de la empresa y su relación con la performance de exportación puede depender de las condiciones que presenten los diferentes mercados de exportación locales o globales.

Así de la interpretación de esta regla de decisión puede inducirse que las empresas que no presentan un compromiso de recursos y orientación internacional lograda por la vía de la participación en empresas localizadas en el extranjero, que dado el número de mercados internacionales a los que exporta, su experiencia y conocimiento del entorno internacional es escaso unido al hecho de que la estrategia de expansión utilizada no es la adecuada por las condiciones señaladas anteriormente.

Su nivel de eficiencia en este caso resulta ser un obstáculo ya que no hay una dependencia de los mercados exteriores para mejorar la rentabilidad, medida ésta por el valor añadido de las ventas, da lugar a una situación de no éxito.

Este modelo de comportamiento del resultado exportador se ve reforzado para algunas otras reglas de decisión como puede observarse en la tabla 12.3.

Así en el primer corte realizado, aparecen dos reglas más que contienen la variable número de mercados internacionales y que clasifican también como no éxito, tomando el valor cero en cada uno de los casos. Es decir, empresas con poca experiencia y conocimiento del funcionamiento de los negocios internacionales dada su escasa orientación hacia estos mercados al considerarlos, a pesar de realizar exportaciones, no relevantes, conduce junto a la combinación de otros factores al fracaso.

Por otra parte, la variable XOCDE aparece en las reglas de decisión de la clase 2 en el primer corte en seis ocasiones más, y en todas ellas el valor que toma este atributo se encuentra en el percentil 1 (excepto en un caso del percentil 2), es decir, no realizan exportaciones a países de la OCDE (no incluidos en ellos países de la Unión Europea). De tal forma que el destino de las exportaciones adquiere también un papel relevante para lograr el éxito en la medida que se trata de una variable relacionada con los países o zonas geográficas donde pueden implantarse con éxito las capacidades de la empresa así como las diferencias o similitudes de las estructuras de mercado que pueden constituir un obstáculo adicional para superar deficiencias de conocimiento y experiencia en estos entornos.

Cabe mencionar que esta variable adquiere especial relevancia cuando se combina con el crecimiento de las ventas ya que es suficiente que las empresas hayan presentado un crecimiento negativo en el pasado y que la estrategia de expansión internacional sea inadecuada para que el resultado exportador en términos de crecimiento e intensidad no puedan considerarse como exitosos (ver regla número 4 de la tabla 12.3).

Al igual que ocurre con la regla descrita anteriormente, el siguiente patrón de comportamiento también es muy significativo aunque su fortaleza se reduzca a 22, ya que muestra que empresas con crecimiento negativo de las ventas totales en los cinco años anteriores junto al hecho de que pertenezcan al sector 4, identificado en la base de datos correspondientes a las actividades textiles y vestido, es suficiente para que no alcancen el éxito.

En esta ocasión aparece un nuevo atributo denominado NACECLIO que se corresponde con el sector de actividad.

La variable sector es una “proxy” de las características y factores específicos de la industria que pueden afectar al comportamiento, la estrategia y al resultado exportador.

Tal y como señalan Tan y Sousa (2011) el resultado de una empresa es sensible al contexto de la industria y por tanto es necesario incorporar su efecto para tratar el éxito exportador.

Cada industria puede tener un comportamiento exportador diferenciado que sólo puede detectarse si realiza un estudio multi-sector ya que los estudios de una sola industria tienen como principal limitación que los resultados no pueden ser generalizados a otros sectores distintos de los analizados ya que cada industria está sujeta a distintas regulaciones gubernamentales, competencia y nivel de avances tecnológicos entre otros. (Dess et al., 1990)

Esta variable pretende capturar así características como la estructura del mercado y rasgos asociados a esta estructura específica que presenta cada sector (Zou y Stan, 1998), entre los que cabe mencionar, el nivel de intensidad tecnológica u orientación tecnológica, la regulación específica del sector, la relación capital-trabajo de dicha industria, la línea de industria, término introducido por Holzmüller y Kasper (1991) que se refiere a la complejidad de la industria o conocimiento técnicos incorporados en el producto, la concentración industrial es decir el número de empresas de la industria, las estrategias de concentración empresarial y las ventajas competitivas asociadas a un sector.

De manera que esta variable incorpora el efecto del entorno competitivo a nivel sectorial y el efecto de las ventajas comparativas.

Puede observarse que en las reglas de decisión del primer corte esta variable sólo aparece una vez más para definir el fracaso en la actividad exportadora. Sin embargo es tan relevante que es suficiente la presencia de esta variable para la clasificación en la clase 2. Así la regla número 7, asocia el sector 8, correspondiente a la actividad de edición y artes gráficas, posiblemente para todas las características y condiciones expuestas más arriba, al fracaso internacional.

Siguiendo con el análisis de las reglas de decisión del primer corte, regla número 6, se obtiene un nuevo modelo de comportamiento definido en esta ocasión por cuatro atributos que ya han aparecido en las reglas anteriores pero con una combinación y ajuste específico. En esta ocasión, se repiten al igual que en la regla número 2, ciertos atributos, INVEX, VA/VENTAS, CREVENTAS. Se observa como empresas que no tienen participación en el capital de otras situadas en el extranjero, siendo así la orientación y el conocimiento experimental internacional logrado por esa vía escaso, que presentan un crecimiento de las ventas negativo en los últimos cinco años, y por tanto que han visto reducida su capacidad de generar recursos y nuevas competencias, unido al hecho de un valor añadido elevado, en este caso en el máximo percentil, y que no realiza exportaciones a países de la OCDE, no alcanzan el éxito.

El resultado de esta regla va en consonancia con el obtenido en la regla número 2. La diferencia se encuentra en que el valor que presenta la variable valor añadido sobre ventas está en el rango máximo y si esta circunstancia se produce aparece como significativa la estrategia de expansión desplegada en cuanto al destino seleccionado.

Por otra parte la regla de decisión número 8 contiene alguno de los atributos explicados anteriormente y aparece por primera vez el factor XRESTO, que recoge el porcentaje de exportaciones cuyo destino no es Unión Europea, países de la OCDE ni Iberoamérica, encontrándose el valor en todas las reglas de la clase 2 en las que aparece este atributo, en el percentil 1. Es decir empresas que todas sus exportaciones están distribuidas entre Unión Europea, países de la OCDE o Iberoamérica y que no realiza exportaciones fuera de estos destinos.

Al igual que en la regla número 6, empresas muy eficientes con crecimientos de las ventas negativos no logran el éxito si se une a una estrategia de expansión internacional inapropiada.

En este caso por concentrar sus exportaciones en las zonas geográficas y económicas señaladas anteriormente. Dicho patrón aparece refrendado también en la regla de decisión número 9 en la que de nuevo se combinan factores financieros, de eficiencia, rentabilidad y crecimiento con una variable representativa de la estrategia internacional como es el destino de las ventas realizadas en el extranjero.

La última regla de la clase 2 analizada es la número 10 vuelve a incidir en el hecho de que una escasa experiencia y orientación internacional combinado con alta eficiencia y rentabilidad, en términos de valor añadido, unido a una estrategia de expansión internacional incorrecta consistente en realizar exportaciones a países de la Unión Europea e Iberoamérica derivan en fracaso en dichos mercados.

Por último, y aunque ha resultado más sencillo calificar las empresas sin éxito debido a que se han generado de la aplicación de esta técnica un mayor número de reglas y de mayor fortaleza, es interesante mencionar los tres únicos patrones de empresas con éxito que pueden encontrarse en las 43 reglas seleccionadas.

La primera regla de decisión de la clase 1 es la número 17 con una fortaleza 13 y combina tres de los atributos más relevantes que son crecimiento de las ventas totales de la empresa, porcentaje de capital social en empresas localizadas en el extranjero y el porcentaje de exportaciones a países de la OCDE.

Siendo el ajuste que se obtiene el siguiente: Empresas que participan en el capital social en empresas situadas en el exterior, que han presentado tasas de crecimiento de las ventas positivas y de moderadas a altas unido al hecho de que un porcentaje de las exportaciones se destinan a países de la OCDE (no Unión Europea) logran el éxito en los mercados exteriores.

De esta forma queda patente que frente a las reglas de no éxito, si las organizaciones tienen una suficiente orientación y compromiso de recursos en el exterior y han adquirido conocimiento y experiencia internacional mediante la participación en empresas situadas en otros países combinado con una adecuada o suficiente generación de recursos y capacidades debido a un crecimiento empresarial pasado y se ejecuta una estrategia de expansión internacional óptima en el sentido de la selección del destino de las exportaciones que encaje de forma adecuada con el resto de los atributos, las empresas pueden mejorar la performance de exportación en términos de crecimiento e intensidad de las exportaciones. También relevante es la segunda regla de decisión de la clase 1 aunque con una fortaleza 10 que combina tres atributos especialmente significativos, el número de mercados internacionales, el valor añadido de las ventas en el 2008 y el crecimiento de las ventas para el periodo 2003-2008. Esta regla muestra que la combinación que deben presentar estos atributos para que las empresas logren el éxito es la siguiente: Dos mercados internacionales definidos como relevantes, un valor añadido sobre ventas bajo-moderado pero con un crecimiento de las ventas totales en el pasado en el percentil máximo, permite obtener un resultado exportador exitoso.

Esta receta para el éxito está relacionando de forma concreta y específica aspectos vinculados con la estrategia de expansión internacional en este caso una estrategia de expansión mixta entre concentración y diversificación de mercados, la experiencia y el conocimiento de los negocios internacionales que le permitirá disponer de capacidades informacionales adecuadas para competir, con factores financieros de eficiencia-rentabilidad y crecimiento de la empresa, que constituyen en cuanto a las primeras un estímulo para realizar esfuerzos en los mercados exteriores por la posibilidad de mejorar la eficiencia y en el caso de la segunda, las empresas han crecido de tal manera que han generado recursos y capacidades adecuadas para competir en el extranjero. Así, es esta composición de factores y valores de los atributos lo que permite construir un modelo de éxito.

La última de las reglas de decisión de la clase 1 en el total de las seleccionadas se trata de la regla número 39, que como la anterior señala que si el sector 12, que se corresponde con las actividades de metales férreos y no férreos, utiliza una estrategia de expansión internacional mixta entre la concentración y diversificación de mercados cuando el crecimiento de las ventas en el pasado ha sido positivo y en el percentil máximo, entonces las empresas alcanzan el éxito en su actividad exportadora.

Conclusiones

Dada la complejidad del fenómeno de la internacionalización, las múltiples medidas para valorar el resultado y los numerosos factores internos y externos determinantes de la performance exportadora y su medición, los resultados de las investigaciones han sido dispares y contradictorios.

Lo que lleva a plantear en este estudio la utilización de nuevas técnicas que permitan abordar el asunto de la internacionalización de empresas desde otra perspectiva.

Así, en primer lugar, un importante avance derivado de la aplicación de los algoritmos asociados a este método, es que posibilita descubrir dependencias entre atributos, de manera que se obtiene un mínimo subconjunto de variables independientes que aseguren la misma calidad de clasificación (es decir, que clasifica igual) que la totalidad del conjunto de todos ellos, esto es los reductos y de esta manera extraer el conocimiento esencial. De esta forma se pueden eliminar las variables redundantes con las ventajas que esto supone en ahorro de tiempo y coste empleado por los decisores en analizar este problema y posibilita realizar una interpretación relativamente sencilla de un problema complejo.

En segundo lugar, la gran cantidad de reglas obtenidas con los ocho atributos significativos muestra que la caracterización del camino al éxito o al fracaso en los mercados internacionales resulta extremadamente difícil de realizar, es decir, existen múltiples formas para alcanzar el éxito en los mercados internacionales.

Esto viene a refrendar la Teoría de la Contingencia, basada en el hecho de que no existen recetas universales que sirvan para todas las empresas ni en todas las circunstancias, pero si existen, al menos dadas determinadas condiciones, una combinación de factores que permiten alcanzar el éxito o fracasar.

En general (ver excepción en la sección de análisis de resultado) tampoco existen reglas de decisión que contengan un solo atributo por lo que es significativo señalar que no hay ninguna condición ni característica, que de forma aislada constituya una condición suficiente para el éxito. No hay factores que por sí solos deriven en el éxito o al fracaso.

Se confirma a la luz de las reglas obtenidas que dada la enorme heterogeneidad de las empresas que participan en los mercados internacionales es imposible obtener un único patrón común y taxativo que sirva para todas ellas y para cualquier entorno por lo que la receta del éxito no es generalizable a todas ellas pero si existen ciertas pautas de comportamiento descubiertas a partir de los datos que nos indican que debe haber un adecuado ajuste y alineación entre distintas características, estrategias y entornos que permiten alcanzar el éxito.

En tercer lugar, podemos observar que, no es la cantidad de los recursos disponibles por la empresa sino el uso que se haga de ellos a través del desarrollo de determinadas capacidades empresariales y directivas y la orientación estratégica lo que puede llegar a distinguir las empresas que logren mejores resultados exportadores y aunque es de esperar que ciertas características empresariales constituyan un estímulo que nos acerque al éxito.

De esta manera el Rough Set pueden ofrecer una aproximación de cómo deben combinarse los atributos para que se produzca un ajuste tal que provoque un efecto positivo sobre el resultado exportador. Esto supone que esas condiciones están relacionadas con las competencias y capacidades de la empresa, el entorno, y las decisiones estratégicas.

Referencias

Ahmad, Faudziah, Razak Hamdan, Abdul y BakarAzuraliza Abu (2004), "Determining Success Indicators of E-Commerce Companies Using Rough Set Approach", *Journal of American Academy of Business, Cambridge; Sep.*, N°. 5, 1-2, pp. 64-72.

Ahn, B.S., Cho, S.S. y Kim, C.Y. (2000), "The Integrated Methodology Rough Set Theory and Artificial Neural Network for Business Failure Prediction", *Expert Systems with Applications*, n°18, pp. 65- 74.

Alonso Rodríguez, José Antonio y Donoso Donoso, Vicente (2000), "Modelización del comportamiento de la empresa exportadora española, *Información Comercial Española, Sector Exterior Español*, n°. 788,p p. 35-58.

Berman, N., y J. Hericourt (2008), *Financial Factors and the Margins of Trade: Evidence from Cross-Country Firm-Level Data. Documents de Travail du Centre d'Economie de la Sorbonne 2008.50. Paris.*

Bernard, A. y Jensen, J.B. (1999), "Exceptional Exporter Performance: Cause, Effect, or Both?", *Journal of International Economics.*, Vol. 47 (1), pp. 1-25.

Beynon, M.J. y Peel, M.J. (2001), "Variable precision rough set theory and data discrimination: An application to corporate failure prediction" *OMEGA: the International Journal of Management Science*, 29(6), pp. 561-576.

Bolino, M. C., Turnley, W. H., y Bolldgood, J. M. (2002), "Citizenship Behavior and the Creation of Social Capital in Organizations", *Academy of Management Review*, 27(4), pp. 505- 522.

- Bourdieu, P. (1985), *The Forms of Capital*. In *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, ed. JG Richardson, pp. 241-258. New York: Greenwood.
- Caves, R .E. (1996), *Multinational Enterprise and Economic Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Cavusgil, S.T. y Zou, S. (1994), "Marketing strategy-performance relationship: an investigation of the empirical link in export market ventures", *Journal of Marketing*, Vol. 58 No. 1, pp. 1-21.
- Chakravarthy B. S. (1986), "Measuring Strategic Performance", *Strategic Management Journal*, September-October, Vol. 7 (5), pp.437-458.
- Clerides, K.C.; Lach, S. y Tybout J.R. (1998), "Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico and Morocco", *The Quarterly journal of Economics*, 113(3), pp. 903-994.
- Cooper, R. y Kleinschmidt, E. (1985), "The impact of export strategy on export sales performance", *Journal of International Business Studies*, 16(1), pp. 37-55.
- Coviello, Nicole E. y Mcauley, Andrew. (1999), "Internationalisation and the Smaller Firm: A Review of Contemporary Empirical Research", *Management International Review*, 39 (3), pp. 223-256.
- Czinkota, M. R. y Ronkainen, I. A. (1998), *International marketing*. Forth Worth, TX: The Dryden Press.
- Czinkota, M.R. Y Ursic, M.L. (1991), "Classification of Exporting Firms According to Sales and Growth into a Share Matrix", *Journal of Business Research*, n° 22, pp. 241-253.
- Day, G.(1977), "Diagnosing the Product Portfolio", *Journal of Marketing*, 30, April 1977, pp. 29-38.
- Dean, D., Mengüç, B. y Myers, C. (2000), "Revisiting firms characteristics, strategy and export performance relationship", *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, pp. 461-477.
- Denis, J. E. y Depelteau, D. (1985), "Market Knowledge, Diversification and Export Expansion". *Journal of International Business Studies*, Fall, Vol. 16, N°. 3, pp. 77-89.
- Dess, Gregory G., Ireland, Duane R. y Hitt, Michael A. (1990), "Industry Effects and Strategic Management Research". *Journal of Management*, 16 (1), pp. 7-27.
- Diamantopoulos, A. y Nikolaos, K (2007)," Managerial Assessments of Export Performance: Conceptual Framework and Empirical Illustration", *Journal of International Marketing*, American Marketing Association Vol. 15, No. 3, 2007, pp. 1-31.
- Evangelista, F.U. (1994), "Export performance and its determinants: some empirical evidence from Australian manufacturing firms", in Cavusgil, S.T. and Axinn, C. (Eds), *Advances in International Marketing*, JAI Press, Greenwich, CT, Vol. 6, pp. 207-229.

Forcadell, Francisco J. (2004), El crecimiento empresarial desde el enfoque basado en los recursos. Hacia un modelo integrador. Documentos De Trabajo “Nuevas Tendencias En Dirección De Empresas, DT 12/04, 30 pp. Disponible online en: www2.eco.uva.es/ecadem.

García, D., Calvo-Flores, A. y Arques, A. (1997), “Factores discriminantes del riesgo financiero en la industria manufacturera española”, en Calvo-Flores, A. y García, D. (coord.), Predicción de la Insolvencia Empresarial, Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, pp.125-156.

Goh, C., y Law, R. (2003), “Incorporating the rough sets theory into travel demand analysis”, *Tourism Management* 24(5), pp. 511–517.

Greco, S., Matarazzo, B., y SLOWINSKI, R. (1998), “A new rough set approach to evaluation of bankruptcy risk. In Zopounidis, C. (ed.), *New Operational Tools in the Management of Financial Risks*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 121-136.

Greenaway, D. y Kneller, R. (2007), “Firm Heterogeneity, Exporting and Foreign Direct Investment,” *Economic Journal*, N°. 117 (517), February, pp. 134-161.

Guisado Tato, Manuel (2002), *Internacionalización de la empresa. Estrategias de entrada en los mercados extranjeros*, Madrid: Pirámide. ISBN: 84-386-1705-2.

Helpman, E., M. Melitz, y S. Yeaple (2004), “Export versus FDI with Heterogenous Firms”. *American Economic Review*, N°. 94 (1), pp. 300–316.

Hidalgo Nuchera, Antonio y Diaz-Balart Fidel Castro (2002), “Hacia la organización del futuro basada en el conocimiento”, *Revista CEPADE*, febrero, n° 27, pp. 37-42. Disponible en Internet: <http://www.cepade.es/Ademas/revista27/art4.pdf>.

Holzmüller, H. H. y Kasper, H. (1991), “On a Theory of Export Performance: Personal and Organizational Determinants of Export Trade Activities Observed in Small and Medium-Sized Firms”, *Management International Review*, Vol. 31, N°. Special issue, pp. 45-70.

Katsikeas, C.S., Piercy, N.F. y Ioannidis, C. (1996), “Determinants of Export Performance in a European Context”, *European Journal of Marketing*, Vol. 30, N°. 6, pp. 6-35.

Katsikeas, Constantine S; Leonidou, Leonidas C. y Morgan, Neil A. (2000)”, *Firm-level export performance assessment: Review, evaluation, and development*”, *Academy of Marketing Science. Journal*; Fall; Vol. 28, n° 4; pp. 493-451.

Lages, L.F. y Montgomery, D.B. (2004), “Export performance as an antecedent of export commitment and marketing strategy”, *European Journal of Marketing* ;n° 38, 9/10, pp. 1186-1214.

Lages, Luis Filipi (2000), “A Conceptual Framework of the Determinants of Export Performance: Reorganizing Key Variables and Shifting Contingencies in Export Marketing”, *Journal of Global Marketing*, Vol. 13(3), pp. 29-51.

Laitinen, E. K. (1992): “Prediction of failure of a newly founded firm”, *Journal of Business Venturing*, July, pp. 323-340.

- Lefebvre, E., Lefebvre, L. y Bourgault, M. (1998), "R&D-Related Capabilities as Determinants of Export Performance", *Small Business Economics*, Vol. 10, N°. 4, pp. 365-377.
- Leonidou, L.C. y Katsikeas, C.S. (2010). "An integrative assessment of exporting research published in business journals during the period 1960-2007". *Journal of Business Research*, Vol. 63, No. x, pp. 879-887, doi:10.1016/j.jbusres.2010.01.005.
- Leonidou, L.C., Katsikeas, C.S. y Samiee, S. (2002), "Marketing Strategy Determinants of Export Performance: A Meta-Analysis", *Journal of Business Research*, 55 (1), pp. 51-67.
- Leonidou, L.C., Katsikeas, C.S., y Piercy, N.F. (1998), "Identifying managerial influences on exporting: past research and future directions", *Journal International Marketing*;6(2), pp. 81 - 111.
- Ling-Yee, L. y Ogunmokun, G.O. (2001), "The Influence of Interfirm Relational Capabilities on Export Advantage and Performance: An empirical analysis", *International Business Review*, N°.10, pp. 399-420.
- Ling-Yee, Li (2004), "An Examination of the Foreign Market Knowledge of Exporting Firms based in the People's Republic of China: Its Determinants and Effect on Export Intensity", *Industrial Marketing Management*, N°. 33, pp. 561-572.
- Mahoney, J., y Pandian, J. R. (1992), "The Resource-Based View within the Conversation of Strategic Management", *Strategic Management Journal*, N°. 13, pp. 363-380.
- Matthyssens, P. y Pauwels, P. (1996), "Assessing export performance measurement", in Cavusgil, S.T. and Axinn, C. (Eds), *Advances in International Marketing*, JAI Press, Greenwich, CT, Vol. 8, pp. 85-114.
- Maurel, Carole (2008), *Financial Approach to Export Performance in French Wine Smes*. 4th International Conference of the Academy of Wine Business Research, Siena, 17-19 July.
- Maurel, Carole (2009), "Determinants of Export Performance in SMEs: The Case of the French Wine Industry", *International Journal of Wine Business Research*, Vol. 21 N°. 2, pp. 118-142.
- Mckee, T. (2000), "Developing a Bankruptcy Prediction Model via Rough Sets Theory", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 9, pp. 159-173.
- Meyer, R (1996), *Internacional Competition. En Internacional Trade. A Business Perspective*. Netherlands: Jepma, Catrinus y Rhoen, André. The Dutch Open University.
- O'Leary, D.E. (1998), "Using Neural Networks to Predict Corporate Failure", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting Finance and Management*, 7, pp. 187-197.
- Pawlak, Z. (1991), "Rough Sets. Theoretical Aspects of Reasoning about Data", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/ Boston/ London.
- Pawlak, Z. (2002), "Rough sets and intelligent data analysis", *Information Sciences*, 147, pp.1-12.
- Pawlak, z. y Skowron, A. (2007), "Rudiments of rough sets", *Decision Sciences*, n° 117, pp. 3-27.

- Peng, Mike (2001), "The Resource-Based View and International Business", *Journal of Management*, December, n° 27, pp. 803-829.
- Ravi, V., Kurniawan, H., Nwee Kok Thai, Peter y Ravi Kumar, P. (2008), "Soft Computing System for Bank Performance Prediction", *Applied Soft Computing*, N° 8, pp. 305–315.
- Reuber, A.R. y Fischer, E. (1997), 'The influence of the management team's international experience on the internationalization behaviors of SMEs', *Journal of International Business Studies* 28(4), pp. 807–825.
- Root, F.R. (1987), *Entry Strategies for International Markets*. MA:D.C. Health, Lexington.
- Ruane, Frances y Sutherland, Julie (2005), *Export Performance and Destination Characteristics of Irish Manufacturing Industry*. Kiel Institute for World Economics DOI: 10.1007/s10290-005-0038-4, pp.442-459.
- Sanchis, A., Segovia, M.J., Gil, J.A., Heras, A. y Vilar, J.L. (2007), "Rough Sets and the role of the monetary policy in financial stability (macroeconomic problem) and the prediction of insolvency in insurance sector (microeconomic problem)", *European Journal of Operational Research*, 181 (3), pp. 1554-1573.
- Sanz, S., Ortiz-Garcia, E. G. ,Gil-Lopez, S., Segovia, M. J., Miranda, M., Leiva-Murillo, J. M. y Del Ser, J. (2012), "Evaluating the Internationalization Success of Companies through a Hybrid Grouping Harmony Search - Extreme Learning Machine Approach", *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, in press. DOI: 10.1109/JSTSP.2012.2199463.
- Shoham, A. (1996), "Marketing-mix standardization: determinants of export performance", *Journal of Global Marketing*, Vol. 10 No. 2, pp. 53-73.
- Shoham, A. (1998), "Export performance: A conceptualization and empirical assessment". *Journal of International Marketing*; 6, 3, pp. 59-81.
- Shyng, J.-Y. , Wang, F.-K., Tzeng, G.-H. y Wu, K.-S. (2007), "Rough Set Theory in analyzing the attributes of combination values for the insurance market", *Expert Systems with Applications*, n° 32, pp. 56–64.
- Slowinski, R. y Zopounidis, C. (1995), "Application of the rough set approach to evaluation of bankruptcy risk", *International Journal of Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 4 (1), pp. 27-41.
- Sousa, C., Martínez-López, F.C. y Coelho, F. (2008), "The determinants of export performance: A review of the research in the literature between 1998 and 2005", *International Journal of Management Reviews*, December, Volume 10, Issue 4, pp. 343–374.
- Stiebale, Joel (2008), "Do Financial Constraints Matter for Foreign Market Entry?. A Firm-Level Examination". *Ruhr Economic Papers* 0051, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Ruhr-Universität Bochum, Universität Dortmund, Universität Duisburg-Ess. Disponible online en: <http://ideas.repec.org/p/rwi/repape/0051.html>.
- Tan, Qun y Sousa, Carlos M. P. (2011), "Research on Export Pricing: Still Moving Towards Maturity", *Journal of International Marketing*, Vol. 19, 50 pp.
- Törnroos Jan-Åke (2005), "Internationalisation of the firm – a theoretical review with

implications for business network research”, 18th Annual IMP Conference, September, Dijon. Competitive Paper.

Villareal Larrinaga, Oskar (2005), “La internacionalización de la empresa y la empresa multinacional: una revisión conceptual contemporánea”, Cuadernos de Gestión Vol. 5. n.º 2, pp. 55-73.

Witlox, F., y Tindemans, H. (2004), “The application of rough sets analysis in activity-based modeling, opportunities and constraints”, *Expert Systems with Application*, 27(2), pp. 171–180.

Zou, S., Taylor, C. R. y Osland, G. E. (1998), “The EXPERF scale: A cross-national generalized export performance measure”, *Journal of International Marketing*, 6 (3), pp. 37-58.

Zou, Shaoming y Stan, Simona, (1998), “The Determinants of Export Performance: A Review of the Empirical Literatura Between 1987 and 1997”, *International Marketing Review* 15 (5), pp. 333-356.