

FORTHCOMING 90B50-20-10-21-05

INDICADORES CUANTITATIVOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS FACTORES CLAVES EN EL DISEÑO DE ESTRATEGIAS. EMPLEO DEL ANÁLISIS SWOT, LAS FIGURAS DE PARETO Y EL EQUILIBRIO DE NASH.

Horacio de Armas Rodríguez ¹Dr.C.T. Prof. Titular. Centro de Estudios de Técnicas de Dirección (CETED)
Universidad de La Habana. Cuba.

ABSTRACT. The study carried out proposes a procedure for characterizing the influence of the factors present in achieving the objectives of an entity, in a competitive environment. The study carried out is framed in a conflictive scenario, where an entity performs frequent analyzes on the state and interaction of resources, which, as factors of their own or of their environment, directly influence their decisions. The procedure defines for these numerical indicators to characterize the level of influence of the factors on the entity's objectives. The factors, categorized and ordered with the proposed procedure, are identified, selected and used, conveniently, in decisions and strategies. The factors have been classified, according to the criteria of the SWOT analysis, in threats, opportunities, strengths and weaknesses. Those that are distinguished, in their indicators, for having a significant influence for the achievement of the objectives are called, as is usual in the literature, key factors. The procedures and algorithms developed are based on the characterization of the weight or importance of the factor, its influence on the objectives and its level of interaction with the rest of the factors. The procedure allows characterizing the existing factors with attributes, such as: the most damaging threats, the most profitable opportunities, the strengths to be consolidated, the weaknesses of imminent improvement, and others, all key factors due to their influence in defining the behavior to be followed in the entity. These factors serve as the basis for the subsequent conformation of dominant or recommendable strategies, already discussed in a previous study [11]. The competitive model that is created from the situation makes it possible, among others, to define which strengths to use to achieve neutralization of the most damaging threats, or which to take better advantage of the most advantageous opportunities. To create the characterization indicators, the following have been used: the quantified SWOT analysis, to carry out the weightings of the factors, the Pareto figures, for the characterization of the influence of external factors on the objectives and the algorithm of the iterations of J. Robinson, for the solution of matrix games, as a method of imitating the interactions between external and internal factors. The work introduces the application of Game Theory procedures in quantified SWOT analyzes, which allows obtaining evaluations of the environment, as part of the confrontation model, not previously available.

KEYWORDS: juegos matriciales SWOT, indicadores de FCE, aplicación del algoritmo de J. Robinson.

MSC: 90B50

RESUMEN. El estudio realizado propone un procedimiento para la caracterización de la influencia de los factores presentes en la consecución de los objetivos de una entidad, en un entorno competitivo. El estudio realizado se enmarca en un escenario conflictivo, donde una entidad realiza frecuentes análisis sobre el estado e interacción de los recursos, que como factores propios o de su entorno, influyen directamente en sus decisiones. El procedimiento define para ello indicadores numéricos de caracterización del nivel de influencia de los factores en los objetivos de la entidad. Los factores, categorizados y ordenados con el procedimiento propuesto, son identificados, seleccionados y utilizados, convenientemente, en las decisiones y estrategias. Los factores se han clasificado, según el criterio del análisis SWOT, en amenazas, oportunidades, fortalezas y debilidades. Aquellos que se distinguen, en sus indicadores, por poseer una influencia significativa para el logro de los objetivos se les denomina, como es usual en la literatura, factores claves. Los procedimientos y algoritmos elaborados se basan en la caracterización del peso o importancia del factor, su influencia en los objetivos y su nivel de interacción con el resto de los factores. El procedimiento permite caracterizar los factores existentes con atributos, tales como: las amenazas más dañinas, las oportunidades más provechosas, las fortalezas a consolidar, las debilidades de inminente superación, y otros, todos

horacio4507@gmail.com¹

factores claves por su influencia para definir la conducta a seguir en la entidad. Estos factores sirven de base a la conformación subsiguiente de estrategias dominantes o recomendables, ya tratada en un estudio anterior [11]. El modelo competitivo que se crea de la situación posibilita, entre otros, definir cuales fortalezas utilizar para alcanzar la neutralización de las amenazas más dañinas, o cuales para aprovechar mejor las oportunidades más ventajosas. Para crear los indicadores de caracterización se han empleado: el análisis SWOT cuantificado, para la realización de las ponderaciones de los factores, las figuras de Pareto, para la caracterización de la influencia de los factores externos en los objetivos y el algoritmo de las iteraciones de J. Robinson, para la solución de juegos matriciales, como método de imitación de las interacciones entre los factores externos e internos. En el trabajo se introduce la aplicación de procedimientos de Teoría de Juegos en los análisis SWOT cuantificados lo que permite obtener valoraciones del entorno, como parte del modelo de enfrentamiento, antes no disponibles.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca en un contexto competitivo entre una entidad y su entorno, razón por la cual, los recursos presentes en este escenario adquieren el carácter de factores, interactuando, para el logro de los objetivos de las partes. Resulta, por tanto, de especial interés para una entidad, distinguir, de estos factores, cuales realmente ocupan los lugares más influyentes o relevantes en el curso de su interacción con el entorno. En consecuencia, podría seleccionarlos y utilizarlos, convenientemente, en el diseño de estrategias recomendables a sus objetivos. A estos factores se les denomina, en la literatura, factores claves de éxito o FCE, ya que se considera su estado, esencial, al éxito de la entidad. Es importante señalar que en Teoría de la Dirección reviste especial importancia poder definir indicadores que permitan determinar los factores claves (FCE) para la formulación de estrategias [5].

El empleo de los factores claves de éxito, en el análisis gerencial, fue sugerido por primera vez, por D. Ronald Daniel, en 1960, en la Revista "Management Business Review". Más tarde, cuando fueron empleados por investigaciones del MIT, en 1979, retomaron su valor como herramienta de la dirección gerencial [7]. Desde entonces, los denominados factores claves de éxito (FCE), han sido muy estudiados, y por diferentes vías se ha llegado a distintas definiciones. Una de ellas es la siguiente:

"FCE son aquellas condiciones necesarias y suficientes para garantizar que un sistema dado, en su dinámica e interacción con el entorno, cumpla sus objetivos" [4]. Otra concepción, es la siguiente:

"Los FCE son variables que se deben tomar en cuenta antes y durante la realización de un proyecto, ya que aportan información valiosa para alcanzar las metas y objetivos de la empresa. Sin embargo, la determinación de que es o que no es un FCE se basa en lo general de un juicio subjetivo, ya que no existe una fórmula para determinar los FCE con claridad. Según King (2005), menciona que la creciente literatura de FCE no provee las herramientas para intervenir más efectivamente en las implementaciones o proyectos, sólo es una ayuda parcial para que se entiendan las implicaciones de sus acciones" [5]. Más adelante, esta fuente, enumera los factores que considera constituyen factores claves: liderazgo, educación y entrenamiento de equipo, metas y objetivos claros, compromiso y motivación de equipo, y otros. Para llevar a cabo la determinación de los FCE, o clasificarlos, se han realizado numerosos análisis, encuestas y muestreos, y se atribuye, al estado de estos, el éxito de la gestión empresarial.

A diferencia con los trabajos consultados, el presente estudio se ha enfocado en la determinación de los procedimientos lógico-matemáticos a utilizar para definir indicadores numéricos de los factores presentes en el contexto entidad-entorno, ponderarlos, apreciar su influencia en la realización de los objetivos de la entidad y su interrelación mutua. Estos indicadores, definidos para cada factor, permiten establecer un ordenamiento, o lugar relativo de importancia de cada uno respecto a los demás. Este enfoque se atiene al papel o rol que juega el factor respecto a los objetivos en las circunstancias existentes, y que recursos, tangibles o intangibles, lo sustentan, sea cual fuere su naturaleza. Consecuentemente, esto asegura la definición de los factores para la elaboración de estrategias. De esta forma se satisfacen los requerimientos antes mencionados en [4,5].

Para la elaboración de indicadores que permitan satisfacer las características señaladas, se han utilizado: el método SWOT (acrónimo de Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats) cuantificado [2,9], las figuras de Pareto [10] y procedimientos de solución de Juegos Matriciales [3,12]. En especial, se emplean procedimientos lógicos y matemáticos en el análisis SWOT cuantificado y en la aplicación del algoritmo de las iteraciones de J. Robinson [3] y el Teorema de Nash [1], como método de solución de las matrices de pago que se elaboran. El estudio realizado crea un vínculo entre el análisis estratégico SWOT cuantificado y la Teoría de Juegos, de considerable importancia, ya que utiliza indicadores antes no disponibles, como el de las frecuencias de empleo de los factores y el de conducta óptima maximin de las partes. Una aplicación similar de Teoría de Juegos a los análisis SWOT cuantificado, pero relativas a las estrategias dominantes SWOT, fue tratada en un estudio precedente del autor [11].

Complementariamente a los métodos señalados, se han incluido en el estudio, las figuras de Pareto [10], con el objetivo de caracterizar, la influencia de los factores no-triviales del entorno en los objetivos de la entidad.

La metodología sugerida no sustituye, complementa, la inteligencia colectiva de dirección de la entidad, no ausente de subjetivismo, pero trata de poner en evidencia la posible inconsistencia de alguno de sus análisis. En este sentido, las ponderaciones se utilizan, básicamente, para deducir el ordenamiento de importancia o influencia relativa. El orden de elaboración de los indicadores se muestra a continuación, en la Fig.1.1.

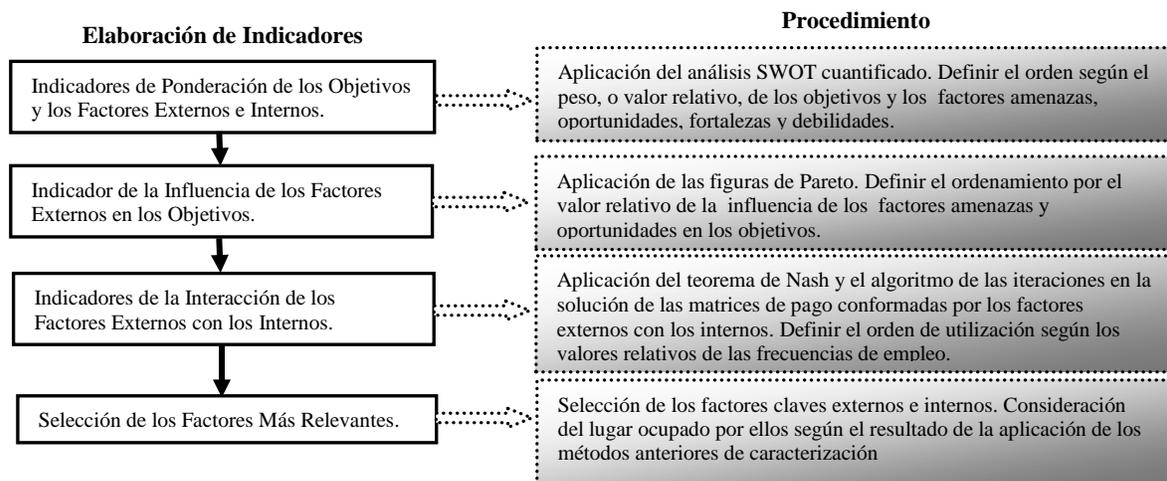


Fig.1.1 Esquema del Orden de Elaboración de los Indicadores.

El orden del análisis SWOT corresponde con la independencia de los distintos factores, tratados como variables funcionales. Primero, los objetivos, segundo, los factores del entorno, que favorecen u obstaculizan los objetivos, y tercero, los factores internos de la entidad, estos definidos en función de los factores externos y los objetivos.

2. FACTORES Y JUEGOS MATRICIALES SWOT

Las actividades de dirección de una entidad, en un contexto competitivo, sea económico, político, deportivo, u otros, transcurren caracterizadas por el análisis de necesidades, posibilidades, alternativas y selección de conductas a seguir. Estas actividades responden a sus objetivos, a una situación existente en su entorno, a un estado de sus recursos y, por supuesto, a la valoración del grupo que dirige las actividades. Sintéticamente: objetivos, lugar, momento, recursos y los hombres. Para estos análisis, los directivos, basan sus consideraciones en ponderaciones de los recursos que disponen, y los comparan con los existentes en su entorno competitivo. Así se esclarecen la situación, y conciben el curso para realizar sus objetivos. Los recursos, tangibles o intangibles, presentes en el escenario, de la entidad o del entorno, se caracterizan por:

1. Constituir factores, y poseer una ponderación, o valor propio, según algún criterio de medida aceptado. Esto permite su ordenamiento con arreglo a esta ponderación, y su ubicación, respecto al rol que juega en el conjunto de los demás factores de su tipo, en la entidad o en el entorno. Esto sugiere la elaboración de indicadores de valoración o peso, e incluirlos en un análisis SWOT.
2. Poseer un nivel, mayor o menor, de interrelación e influencia en los objetivos, favoreciéndolos o no, según su peso, naturaleza y circunstancias. Esto posibilita establecer criterios para medir la influencia de cada recurso en los objetivos y sugiere la elaboración de indicadores de valoración de influencia. Tal influencia puede medirse mediante indicadores en el análisis SWOT y mediante un método como las figuras de Pareto.
3. Ser empleados, de forma racional, para el logro de los objetivos de la entidad o del entorno, ya sea individualmente u organizados en estrategias. Esto sugiere la elaboración de indicadores que caractericen cuanto influye, cada recurso, en el curso del conflicto, para neutralizar o aprovechar a la

otra parte, según sus posibilidades de influencia y su peso. Tal situación puede ser descrita con el empleo de matrices de juego, ponderadas como matrices de pago, y su resolución.

La necesidad de realizar comparaciones y correlaciones entre los factores entidad-entorno, así como considerar sus interacciones por su naturaleza o circunstancias, sugiere la utilización del conocido análisis estratégico SWOT como uno de los procedimientos para ser utilizado en este trabajo. Este método, lógico-analítico, fue creado en la segunda mitad del pasado siglo en el Instituto de Investigaciones de Stamford (SRI) y fue el resultado de investigaciones para el perfeccionamiento de la planificación estratégica [9]. La propia denominación adoptada para el método tiempo después, también conocido como matrices estratégicas SWOT, o DAFO, refleja el contexto competitivo entidad-entorno, el empleo de un procedimiento matricial para facilitar el análisis de los factores interactuantes, y finalmente, sobre esta base, la elaboración de las estrategias de la entidad. El análisis SWOT se caracteriza por utilizar, como concepto de nomenclador-clasificador de los factores entidad-entorno, el papel o rol que ellos juegan respecto al logro de los objetivos definidos por la entidad. Esto introduce una solidez, integralidad y flexibilidad considerables en la amplitud de sus análisis, sin excluir la posibilidad de aplicar un segundo nivel de clasificación por naturaleza (económica, social, deportiva, política, militar u otra) en los factores. En el análisis SWOT los factores del entorno se denominan externos, y son clasificados como amenazas y oportunidades. Ellos expresan la superposición de las influencias de los diversos recursos, formas de empleo y conductas de las entidades del entorno, actuando sobre la entidad. De otra parte se tienen los recursos de la entidad, que constituyen los factores internos. Estos se clasifican como fortalezas y debilidades, en relación al papel, o posibilidades, que pueden desempeñar respecto a la influencia de los factores externos, en el logro de los objetivos. La entidad, a partir de sus objetivos, la influencia de las amenazas y oportunidades presentes y sus fortalezas y debilidades, organiza sus recursos y formula reglas de actuación a seguir, denominadas estrategias. Se elaboran cuatro variantes de estrategias SWOT: estrategias defensivas (fortalezas con amenazas), ofensivas (fortalezas con oportunidades), de supervivencia (debilidades con amenazas) y de adaptación (debilidades con oportunidades). En el análisis entre los factores internos y externos, para la organización y formulación de las estrategias, la relevancia o trascendencia de cada factor, en principio, es distinta. De ahí la considerable importancia que tiene la tarea de facilitar la definición de indicadores cuantitativos para valorar el peso y la influencia de cada uno de ellos sobre los demás, y detectar aquellos que son claves para lograr los objetivos.

El análisis estratégico SWOT tiene un alto nivel de utilización en el mundo y su procedimiento de empleo, lógico-analítico, armoniza con las formas en que transcurren las tareas de valoración de los grupos de dirección. Actualmente se han desarrollado formas cuantificadas del análisis SWOT, conocidas como SWOT cuantificado, con el empleo de métodos y procedimientos matemático de su aplicación. Un ejemplo de esto lo tenemos en el método TOPSIS [6], y en las aplicaciones, los complejos análisis realizados con las terminales de contenedores del “Este de Asia” [2]. En ellos, mediante procedimientos matemáticos, se evalúan los factores y se facilitan las decisiones en situaciones de considerable nivel de complejidad.

En este trabajo, a diferencia de los señalados, la situación planteada se enfoca como un conflicto racional entidad-entorno, que satisface las exigencias formales básicas de los modelos de Juegos Matriciales de Teoría de Juegos [12] y que, de hecho, puede ser modelada matemáticamente en correspondencia con sus métodos. Tanto las matrices SWOT, como la Teoría de Juegos, poseen un amplio campo de aplicaciones, o de modelación de situaciones, en las cuales ambos convergen. SWOT definiendo los factores que compiten, y los procedimientos de juego, modelando y solucionando el conflicto como un juego matricial. Se precisa por tanto enmarcar, las situaciones conflictivas SWOT descritas, a aquellas que puedan ser expresadas como juegos, matriciales, bipersonales, antagónicos, y de suma cero. Por tal razón, a las situaciones así enmarcadas se les ha denominado aquí juegos matriciales SWOT. Para ello, el contexto competitivo SWOT a considerar, y el modelo de juego matricial bipersonal antagónico de suma cero a utilizar, deben satisfacer, planteadas en forma descriptiva, las siguientes exigencias:

- Juego bipersonal antagónico: En el análisis SWOT el enfrentamiento transcurre entre la entidad y su entorno. Es un juego bipersonal. Ambos jugadores igualmente racionales. El “jugador entidad” decidirá maximizando la eficacia, y el “jugador entorno”, minimizándola. En el análisis SWOT la entidad no incluye cooperación alguna con su entorno. En consecuencia, es un juego antagónico.
- Juego finito: En el análisis SWOT la entidad definirá sus estrategias con el entorno. A su vez, el entorno se expresa por un conjunto finito de factores que expresan la superposición de sus recursos y estrategias. La cantidad de estrategias a emplear por las partes se limita a dos conjuntos finitos.
- Juego matricial de suma cero: En el análisis se ha ponderado la eficacia de la entidad de modo que lo que ella obtenga no lo obtuvo el entorno y a la inversa. Esto corresponde con un juego matricial de suma cero.

- Juego con información completa: En el análisis SWOT la entidad y el entorno poseen la misma información de lo que transcurre ante ellos durante el enfrentamiento. Esto corresponde con el modelo de juego con información completa. Ambos conocen el curso de la situación, pero desconocen la estrategia que será seleccionada en cada jugada.

3. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS SWOT EN LA DEFINICIÓN DE INDICADORES DE LOS FACTORES CLAVES

La existencia de una entidad y un entorno presentes en un escenario, constituye en sí mismo, un sistema complejo, con innumerables elementos interdependientes y de naturaleza política, económica, social, tecnológica, medio ambiental, ecológica, legales y otras [8]. La tarea inicial de análisis SWOT a realizar lo constituye la definición, por el grupo **Go**, grupo de dirección de la entidad **Eo**, del conjunto de objetivos **Obj**, en correspondencia con los recursos, tangibles o intangibles, que posee y sus propios intereses de desarrollo. Estos objetivos son básicamente operacionales y, directa o indirectamente, generadores de ingresos. El conjunto de objetivos **Obj** se formula a continuación:

$$\text{Obj} = \{\text{Obj}k\}, \quad \text{-En el conjunto Obj}k, k \text{ toma los valores enteros } (1,10).$$

A cada objetivo **Objk** se le reconocen y elaboran por **Go**, dos atributos. Ellos son:

1. Una formulación literal de cada **Objk**, única, que lo identifica y define.
2. Una valoración cualitativa y cuantitativa de importancia relativa, o peso comparado del objetivo, **pObjk**, en el conjunto **Obj**. La valoración permite ordenar los objetivos a partir de un valor máximo.

Implementación: A continuación la Fig.3.1 muestra el formulario “Objetivos Operacionales de la Entidad”, del software BED-SWOT, para el registro de los objetivos y los dos atributos mencionados.

Fig.3.1 Formulario para el registro de los “Objetivos Operacionales de la Entidad” y sus atributos.

El entorno **En** está constituido por entidades, similares a **Eo**, que poseen sus propios recursos y objetivos, los cuales pretenden realizar mediante métodos y formas específicas de proceder, en términos de sus reglas de conducta a seguir o estrategias. El análisis SWOT cuantificado de **Go**, al valorar los recursos presentes en **En**, influyentes para los objetivos de **Eo**, reconoce la existencia de factores externos, conductas y situaciones, actuando algunas como amenazas, **A**, y otras como oportunidades, **O**. En el análisis SWOT, las amenazas constituyen recursos, reales o potenciales, que se aprecian por **Go** como factores externos, con posibilidades de ocasionar daño, pérdidas, dificultades o implicar detrimento, en el logro de los objetivos de **Eo**. Las oportunidades **O**, por el contrario, son factores dados por insuficiencias en recursos o imposibilidades, que

tiene el entorno **En**, y que pueden ser aprovechadas, como brechas, por **Go**, para hacer prevalecer y desarrollar los intereses de **Eo**. Los conjuntos de las amenazas **A** y de las oportunidades **O** se plantean a continuación:

$A = \{Am\}$, -Donde m toma los valores enteros (1,10)

$O = \{On\}$, -Donde n toma los valores enteros (1,10)

A cada factor amenaza Am, igualmente para cada On, se le reconocen atributos, definidos y elaborados por **Go**. Estos atributos vienen dados por el reconocimiento de las posibilidades de accionar de sus recursos, de influir en determinados objetivos Objk de la entidad, y se valoran apreciando su importancia, peso o eficacia. Esta posibilidad de influir viene dada por la propia naturaleza del factor y las circunstancias vigentes. Los atributos de los factores amenazas (oportunidades), definidos por **Go**, son los siguientes:

1. Una formulación literal de cada Am, única y que la identifica y define en ese momento.
2. Un subconjunto de objetivos, Objk, amenazados por Am y la suma total de sus pesos, PtAmObj.
3. Una apreciación numérica relativa de importancia, o peso apreciado de la amenaza Am, pAm.

Se tendrá, para todas las Am:

$Am \Rightarrow \{Objk\}$, -Donde $\{Objk\}$ es el subconjunto, de objetivos k, amenazados por Am.

$PtAmObj = \sum pObjk$ -Peso total, por suma, de los $pObjk \in \{Objk\}$.

Si $\{Objk\} = \{\emptyset\}$ -El subconjunto influenciado es vacío. No corresponde definir Am.

-Discriminante de amenaza Am por no influencia en los objetivos.

Lo anterior puede plantearse también respecto a las oportunidades On. Un factor externo, Am u On, que no tiene influencia en objetivo alguno de **Eo** no es incluido en un análisis SWOT, lo cual se expresa por un conjunto vacío de objetivos influenciados. De igual forma se puede operar con los pesos de pAm y pOn, discriminando aquellos que no satisfagan un nivel mínimo que se aprecie en la SWOT cuantificada. A continuación, en la Fig.3.2 se muestra el formulario “Amenazas para Lograr los Objetivos”.

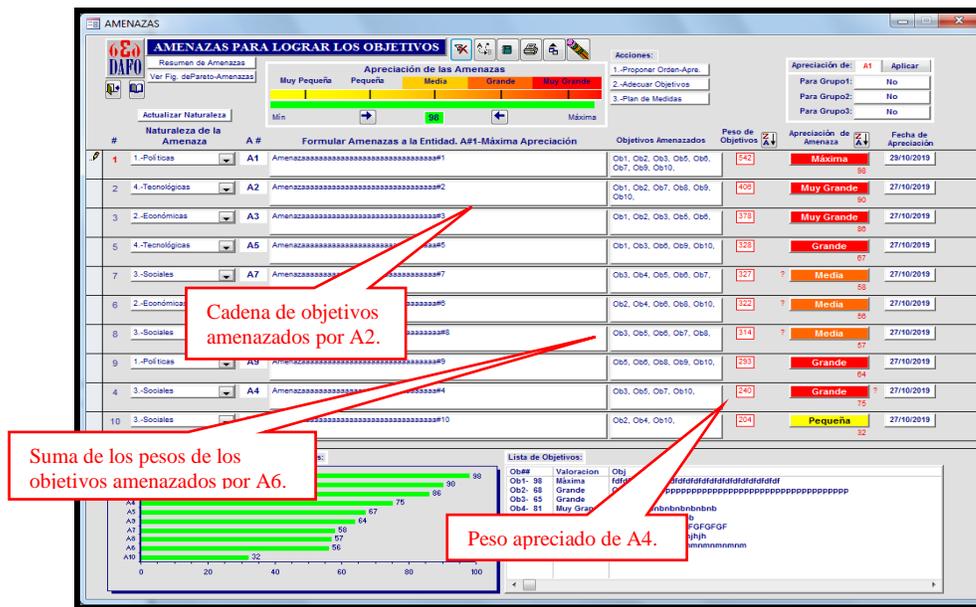


Fig.3.2 Formulario para el registro de las “Amenazas para Lograr los Objetivos”.

Los objetivos de la entidad **Eo** son llevados a cabo empleando sus propios recursos, tangibles o intangibles, permanentes o circunstanciales, en medio de las influencias del entorno **En**. Estos recursos, constituyen los factores internos de **Eo**, y son denominados fortalezas y debilidades, en dependencia de las posibilidades que brindan en su interacción con los recursos de **En**, aún sin ser organizados como estrategias. En consecuencia, **Go** define el conjunto **F**, o de las fortalezas, como el de aquellos factores con suficiencia para ser utilizados para influir ante las amenazas, disminuir su efecto o neutralizarlas, o aprovechar oportunidades y poderlas utilizar, convenientemente, para lograr los objetivos. Las fortalezas deben seleccionarse y consolidarse para ser empleadas por **Go** en la elaboración de estrategias eficaces, defensivas u ofensivas. Por el contrario, las debilidades, el conjunto **D**, constituyen las insuficiencias de la entidad **Eo**, ante las exigencias de enfrentamiento al entorno. Las situaciones creadas por el entorno **En** inciden en las debilidades, exigiendo a

- Un subconjunto de objetivos $Objk$, que puede ser influenciado por Am , y el total de su peso $PtAmObj$.

Se tendrá, para cada Am :

$Am \Rightarrow \{Fi\}$, -Donde $\{Fi\}$ es el subconjunto de fortalezas que pueden influir en Am .
 $PtAmF = \sum pFi$ -Suma de los $pFi \in \{Fi\}$.
 $IAmF = pAm / \sum pFi$ -Influencia de neutralización (peso de la Am por unidad de peso de fortaleza).

$Am \Rightarrow \{Dj\}$, -Donde $\{Dj\}$ es el subconjunto de debilidades que pueden influir en Am .
 $PtAmD = \sum pDj$ -Suma de los $pDj \in \{Dj\}$.
 $IAmD = pAm * \sum pDj$ -Influencia de resistencia (peso de la Am por peso de debilidades)
 $Am \Rightarrow \{Objk\}$, -Donde $\{Objk\}$ es el subconjunto de los objetivos, influenciado por Am .
 $PtAmObj = \sum pObjk$ -Peso total, por suma, de los $pObjk \in \{Objk\}$.

A continuación, en la Fig.3.4, se muestra el formulario donde se implementan los anteriores atributos.

Empleo Amenazas			Condiciones de las Amenazas Más Dañinas					
#	F	D	A#	Amenazas a la Entidad	Apreciación de la Amenaza	5 Amenazas de Menor Neutralización por Fortaleza	5 Amenazas de Mayor Resistencia por Debilidad	5 Amenazas de Mayor Peso en los Objetivos
2	4	2	A2	Amenaza2	Muy Grande	F1,F3, F4, F10, F7,	D2,D4, D5, D9, D10,	Ob1, Ob2, Ob7, Ob8, Ob9, Ob10,
1	1	3	A1	Amenaza1	Máxima	F3,F5, F9,	D2,D3, D4, D6,	Ob1, Ob2, Ob3, Ob5, Ob6, Ob7, Ob8, Ob10,
3	3	3	A3	Amenaza3	Muy Grande	F2,F3, F10, F5, F9,	D1,D3, D5, D6,	Ob1, Ob2, Ob3, Ob5, Ob6,
5	3	0	A5	Amenaza5	Grande	F1,F2, F10,	D3,D4, D5, D7, D8,	Ob1, Ob3, Ob6, Ob8, Ob10,
9	0	1	A9	Amenaza9	Grande	F1,F3, F10, F6, F9, F7, F8,	D1,D2, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D10,	Ob3, Ob6, Ob8, Ob9, Ob10,
					Media	F1,F2, F4, F10, F5, F3, F9, F7,	D2,D3, D6, D7, D8, D9, D10,	Ob2, Ob4, Ob6, Ob8, Ob10,
					Media	F1,F2, F10, F6, F9, F8,	D10,	Ob3, Ob4, Ob5, Ob6, Ob7,
					Grande	F1,F4, F9,	D10,	Ob3, Ob5, Ob7, Ob10,
					Media	F1,F4, F10, F6, F5, F9, F7,	D2,D3, D4, D5, D7, D8,	Ob3, Ob5, Ob6, Ob7, Ob8,
					Pequeña	F1,F3, F10, F9, F8,	D10,	Ob2, Ob4, Ob10,

Comando para ordenar las Am que cumplen las tres condiciones anteriores: A2, A1, A3, en negro, cumplen las tres condiciones; A5, gris oscuro, cumplen dos condiciones; en gris claro, A9, A6, A7, A4, cumplen una condición. Solo A8, A10, no cumplen condición alguna. A2 y A1 están dentro de las tres condiciones de mayor amenaza. Deben ser neutralizadas.

Fig.3.4 Formulario "Selección de las Amenazas Más Dañinas"

4. APLICACIÓN DE LA FIGURA DE PARETO EN LA DEFINICIÓN DE INDICADORES DE LOS FACTORES CLAVES.



Fig.4.1 Formulario “Influencias del Entorno. Figuras de Pareto”.

A partir del peso de cada Am, pAm, y de la cantidad de objetivos del subconjunto Objk, que por ella son amenazados, puede definirse un indicador, conocido como indicador o figura de Pareto, que expresa el nivel de relación que este factor Am y su pAm, tiene respecto a la influencia general de las amenazas (oportunidades) en los objetivos. Este estudio puede extenderse al resto de los factores. El algoritmo de Pareto introduce el criterio de clasificar los factores por los que más influyen, o criterio de los “pocos vitales y los muchos triviales” [10]. El software incluye la elaboración de las figuras de Pareto para amenazas y oportunidades. A continuación, en la Fig.4.1, de forma demostrativa, una aplicación de este procedimiento.

5. APLICACIÓN DEL TEOREMA DE NASH Y EL ALGORITMO DE J. ROBINSON EN LA DEFINICIÓN DE INDICADORES DE LOS FACTORES CLAVES.

Como ya se ha tratado, el contexto competitivo, y la condición de que las acciones entidad-entorno sean racionales, permiten el planteamiento de la interacción entre los factores SWOT, externo e internos, en términos de Teoría de Juegos. Un procedimiento valorativo entre los factores del conflicto se logra mediante la representación de sus interacciones utilizando una matriz de pago, de un juego antagónico, de información completa y suma cero. Esto significa reconocer ambos tipos de factores interactuando, uno a uno, entre si, por razón de su naturaleza, o circunstancias, y en correspondencia con el peso apreciado por **Go**. El nuevo enfoque corresponde con la conducta activa de la entidad y reactiva del entorno, al apreciarse la presencia inicial de los recursos de **Eo**, aún en ausencia de estrategias de su empleo. Respecto a **Go**, este enfoque corresponderá con su apreciación inicial del entorno, sus intenciones de negocio o de establecer la entidad, y sus posibilidades de lograr los objetivos concebidos con los recursos que dispone. Se podrán definir entonces matrices de pago con los factores, resolverlas mediante el método de las iteraciones de J. Robinson [3], y obtener nuevos indicadores matemáticos de su influencia y posible empleo.

Una relación de influencia fundamental entidad-entorno, del tipo mencionado, se tiene en la interacción entre los factores amenazas Am, interpretados estos como una superposición en **En**, y los factores fortalezas Fi, como recursos de **Eo**. Es decir, simplemente como factores, uno a uno, cuya interrelación, basada en su naturaleza e influencia mutua, circunstancial o no, ha sido definida antes por **Go**, en anteriores indicadores, y apreciados en los formularios de la Fig.3.3 y la Fig.3.4. Esta correlación, uno a uno, posibilita la creación de una matriz de pago, o juego matricial, de Am por las filas y Fi por las columnas. En este estudio, con fines demostrativos, la definición de los valores de cada posición de la matriz de pago se obtiene mediante el

cociente del peso de cada amenaza, p_{Am} , con el peso de cada fortaleza, p_{Fi} . Ambos atributos fueron definidos en formularios anteriores y el cociente existirá entre los factores para las cuales se ha reconocido, anteriormente, su posibilidad de interrelación. Se crea, de esta forma, el parámetro C_{mi} para cada posición de la matriz de pago. En situaciones no demostrativas lo que procede es la elaboración de un modelo lógico imitacional para correlacionar las amenazas con las fortalezas. A continuación los nuevos indicadores para cada A_m y F_i como partes ahora de una matriz de pago o juego matricial SWOT:

1. Se crea una matriz de pagos, $\|M\|$, como arreglo de las amenazas A_m , por las filas, y las fortalezas F_i , por las columnas. Se define el valor de pago, C_{mi} , para cada posición (m, i) , como el cociente de p_{Am} sobre p_{Fi} . Se asume el valor mínimo de p_{Fi} donde no exista influencia apreciada por G_o .
2. La matriz de pagos, $\|M\|$, posee una solución óptima maximin para E_n , aplicando el algoritmo de J. Robinson de las iteraciones I . Con ello se define, por vía algorítmica, un atributo dado por las frecuencias de empleo, fr_{Am} , para cada A_m , y fr_{Fi} , para cada F_i , en las condiciones de equilibrio de Nash.

Se tendrá, para cada C_{mi} : $C_{mi} = p_{Am} / p_{Fi}$, -Para todas las combinaciones de A_m con F_i de $\|M\|$.

Si $A_m \Rightarrow F_i$, no existe,

- A_m tiene relación de influencia definida con F_i .

Entonces: $C_{mi} = p_{Am} / \text{Min}(p_{Fi})$

- A_m no tiene relación de influencia con F_i .

-Se relaciona de p_{Am} con el mínimo de p_{Fi} .

Aplicando el algoritmo de las iteraciones I a la matriz de pagos $\|M\|$, Tabla 5.1:

$I \rightarrow \|M\|$

-Aplicar hasta las condiciones de equilibrio (~100 iteraciones).

-Se obtienen las frecuencias de empleo, fr_{Am} , de cada A_m , y fr_{Fi} , de F_i .

La aplicación del algoritmo de las iteraciones permite encontrar los % de frecuencias de empleo, fr_{Am} y fr_{Fi} , en condición de equilibrio de Nash de los factores del juego biperonal.

$\begin{matrix} F \\ A \end{matrix}$	F1	F2	...	F_i	...	F10	% fr_A
A1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1i}	...	c_{110}	fr_{A1}
A2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2i}	...	c_{210}	fr_{A2}
...
A_m	c_{mi}	...	c_{m10}	fr_{Am}
...
A10	c_{101}	c_{102}	...	c_{10i}	...	c_{1010}	fr_{A10}
% fr_F	fr_{F1}	fr_{F2}		fr_{Fi}		fr_{F10}	100%

Tabla 5.1 Matriz $\|M\|$ de Pagos de las Correlaciones entre Amenazas y Fortalezas y las Frecuencias de Empleo.

El juego creado modela, la interrelación por influencia mutua y peso, entre amenazas y fortalezas, y las frecuencias de empleo a las que converge la conducta maximin. Con ello se imita una conducta óptima y se obtendrán las A_m más convenientes de E_n , o de mayor fr_{Am} , para actuar contra E_o , y las F_i de E_o , de mayor fr_{Fi} , para neutralizar, según su naturaleza o circunstancias, a las amenazas A_m . El algoritmo de carácter iterativo de J. Robinson [3], modela el curso de las decisiones entidad-entorno como si sucedieran en el tiempo, seleccionando cada parte, cada vez, el factor que corresponde con una conducta óptima.

A continuación, en la Fig.5.1, se muestra el formulario "Empleo Maximin de las Amenazas Contra las Fortalezas. Ejemplo #1". Aparecen la matriz de pago, $\|M\|$, de las amenazas con las fortalezas, y las frecuencias de empleo como resultado de 100 iteraciones del algoritmo de Robinson. Se tiene: A1 con un 41% de frecuencia de empleo, A2 con 1%, A3 con 0%, A4 con 3% y A5 con 55%. La tabla "Amenazas Marcadas con Menor Peso y su Frecuencia de Empleo con las Fortalezas", de la Fig.5.1, muestra la "marcaF", que elaboró el formulario de la Fig.3.4, para las amenazas menos neutralizables. Debe señalarse la considerable coincidencia de dichas marcas, (1, 2, 3, 4, 5), con las mayores frecuencias de empleo calculadas con el nuevo indicador. Para las fortalezas se tiene: F1 con 33%, F3 con 45% y F9 con 22%. Se destaca F3 con 45% de frecuencia de empleo y marcada con 4 desde el formulario de la Fig.3.2.

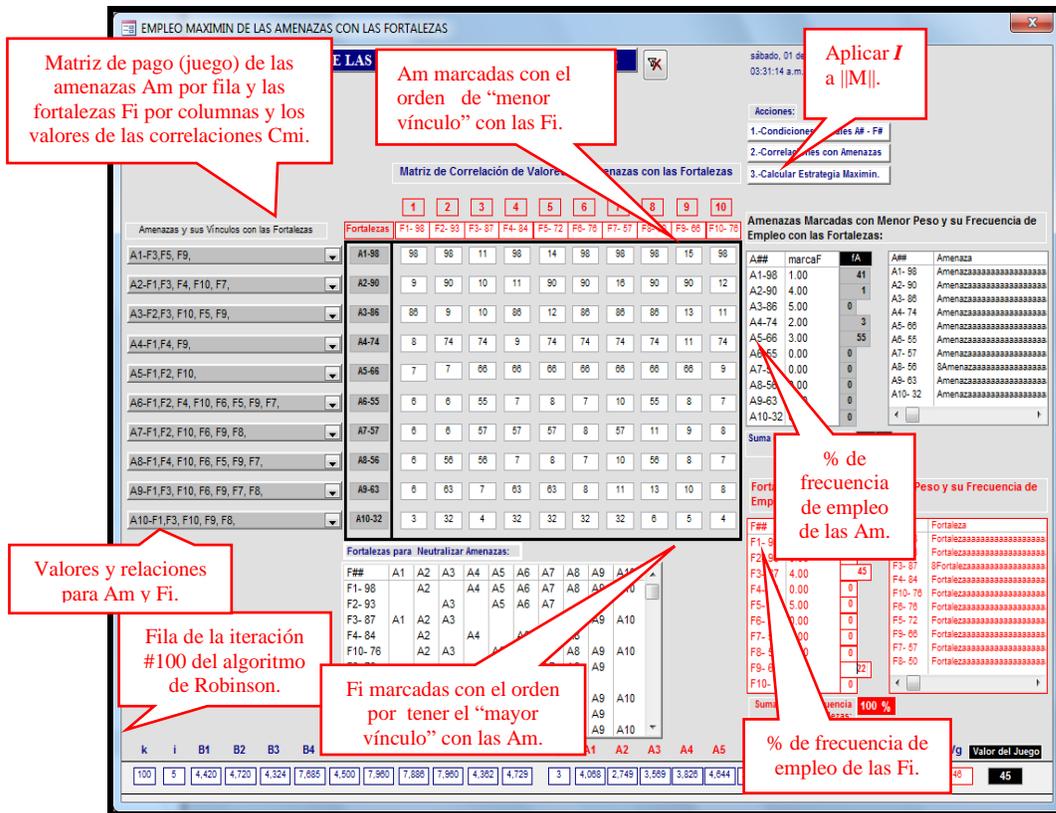


Fig.5.1 Formulario "Empleo Maximin de las Amenazas Contra las Fortalezas". Matriz $\|M\|$ de Juego entre Amenazas y Fortalezas. Ejemplo #1.

Este, y otros ejemplos resueltos, demuestran la apreciable correspondencia entre las marcas de ordenamiento obtenidas desde el análisis SWOT cuantificado y el valor de las altas frecuencias de empleo calculadas por la vía del algoritmo de J. Robinson.

Un caso de interés se presenta, cuando la fortaleza F1, metodológicamente siempre hecha coincidir en BED SWOT con la fortaleza de máxima valoración según Go, posee, como atributo, la posibilidad de influenciar sobre todas las amenazas Am. En este caso se cumplirá la condición de óptimo Maximin, con un valor mínimo por las filas igual al máximo por las columnas, condición de presencia de estrategia (factor) dominante en la matriz de pago $\|M\|$. En general, para este caso, se tiene:

$$F_i \Rightarrow \{A_m\}, \quad \text{-Donde } \{A_m\} \text{ es el subconjunto de las amenazas influenciadas por } F_i.$$

En particular, para el caso señalado, se da la posibilidad de influenciar sobre todas las amenazas Am. Se tendrá:

$$\{A_m\} \Rightarrow A \quad \text{-Donde } A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7, A_8, A_9, A_{10}\}, \text{ todas las } A_m.$$

$$PtFiA = \sum pA_m \quad \text{-Peso total, por suma, de los } pA_m \in A.$$

A continuación se muestra, en la Fig.5.2.Ejemplo #2, la solución de $\|M\|$ con estrategia (factor) dominante. Cambiando los valores de la matriz de pago para crear esta condición, se tendrá que la solución de $\|M\|$ posee estrategia, factor, dominante en (A1, F1), con un mínimo por fila y un máximo por la columna, de valor 10. Esta es la condición de óptimo Maximin y se obtendrá un 100% de frecuencia de empleo para A1 y F1, cuando se aplique el algoritmo de J. Robinson. Este factor posee las propiedades de factor dominante. La característica encontrada parece obvia, y quizás trivial, pero confirma una orientación clave para la entidad, respecto al empleo de los factores fortalezas: "Consolidar un factor de considerables recursos, pero que sus posibilidades de empleo, neutralización o aprovechamiento, puedan aplicarse a todos los factores apreciados del entorno". Este factor tiene semejanza con los recursos financieros, sin embargo, no siempre es así. En este caso se comprobó también la coincidencia de ambas marcas elaboradas desde el formulario de "Selección de las Amenazas Más Dañinas" y el de la "Determinación de las Fortalezas", con las frecuencias de empleo de Fig.5.2.Ejemplo #2

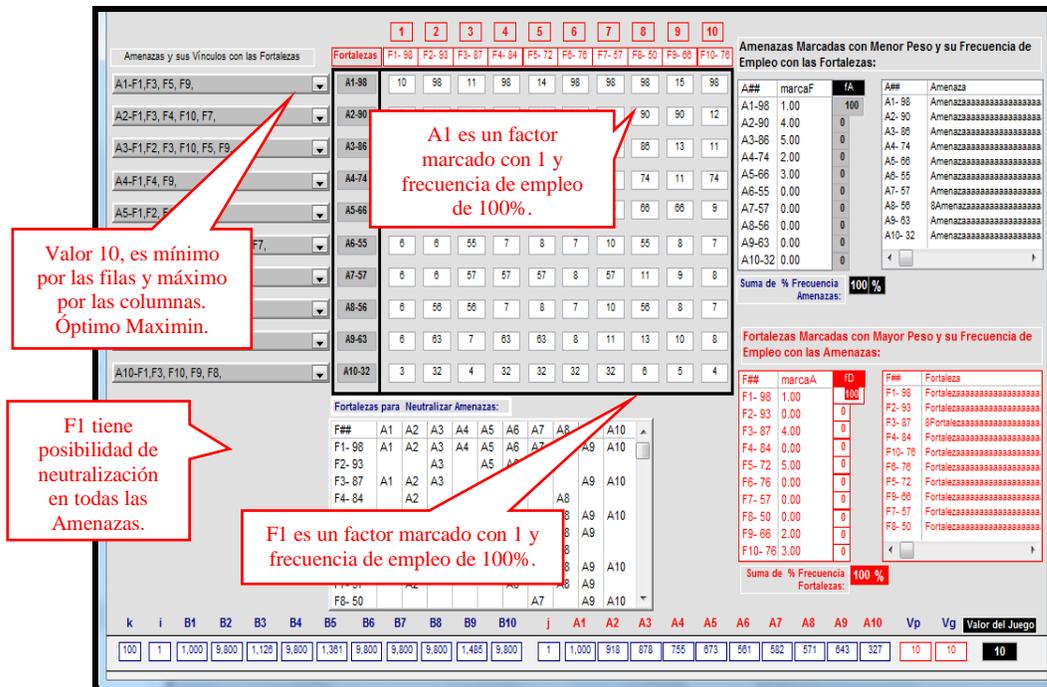


Fig.5.2 Matriz $||M||$ de Juego entre Amenazas y Fortalezas. Ejemplo #2.

Evidentemente, en los ejemplos anteriores, los altos valores de frecuencias de empleo para amenazas y fortalezas, identifican, junto a los atributos de la SWOT cuantificada, vistos anteriormente, los factores claves para ser empleados en el diseño estratégico defensivo. Es decir, satisfacen exigencias lógicas y matemáticas de los factores claves. El anterior tratamiento puede estudiarse para extenderse a las demás relaciones de los factores externos con los internos y encontrar su caracterización por la vía de las frecuencias de empleo.

6. VARIANTE DE RESUMEN DE LOS INDICADORES DE LOS FACTORES CLAVES DE LAS AMENAZAS Y LAS FORTALEZAS.

A continuación, en la Tabla 6.1 se muestra una variante de resumen de los indicadores definidos en el ejemplo de implementación anterior. Es un resumen selectivo de las amenazas y fortalezas que ocupan los tres primeros lugares en correspondencia con los indicadores de los atributos definidos.

No.	Indicadores de Factores Amenazas	Tres Primeros
1	Indicador de peso o importancia de la amenaza Am, pAm (Mayor Peso).	A1, A2, A3
2	Indicador del peso total de los objetivos amenazados por Am, ptAmObj (Mayor Peso).	A1, A2, A3
3	Indicador de Pareto correspondiente a Am, iPAm (Mayor Valor).	A1, A4 A7
4	Indicador del peso total de las fortalezas que pueden actuar sobre Am, ptAmF (Menor Peso).	A1, A4, A5
5	Indicador del peso total de las debilidades sobre las que puede actuar Am, ptAmD (Mayor Peso).	A9, A2, A1
6	Indicador de pertenencia de las Am a los Grupo#1, #2 y #3 ó Grupo de Amenazas Más Dañinas.	A1, A2,A3
7	Indicador de la frecuencia de empleo frAm. Conducta óptima Maximin (Mayor frecuencia)	A5, A1, A4

No.	Indicadores de Factores Fortalezas	Tres Primeros
1	Indicador de peso o importancia de la fortaleza Fi, pFi (Mayor Peso).	F1, F2, F3
2	Indicador del peso total de las amenazas sobre las que puede actuar Fi, PtFiA (Mayor Peso).	F9, F10, F1
3	Indicador del peso total de las oportunidades sobre las que puede actuar Fi, PtFiO (Mayor Peso).	

4	Indicador de peso total de los objetivos sobre los que puede actuar Fi, PtFiObj.	F4, F3, F1 F8, F9, F1
5	Indicador de pertenencia de la Fi a los Grupo#1, #2 y #3 o Grupo de las Fortalezas a Consolidar.	F1, F2, F3
6	Indicador de la frecuencia de empleo frFi. Conducta óptima Maximin (Mayor frecuencia)	F3, F1, F9

Tabla 6.1 Resumen de los Indicadores de los Factores Claves Amenazas y Fortalezas

En consecuencia, la dirección **Go** concluye, en principio, que las amenazas a neutralizar en primera instancia serían A1, A2 y A3 y las fortalezas a consolidar, F1, F3 y F9. Similarmente puede realizarse con las debilidades y las oportunidades.

7. CONCLUSIONES.

En el estudio realizado se han definido un conjunto de atributos e indicadores con ayuda de los cuales se pueden establecer requerimientos lógicos y matemáticos que deben cumplir los factores claves entidad-entorno, en un análisis estratégico Para ello se han empleado el análisis matricial SWOT cuantificado y algoritmos de Teoría de Juegos. A diferencia de procedimientos existentes, de considerable trascendencia (AHP, TOPSIS, otros), los aquí empleados, debido al vínculo desarrollado entre las aplicaciones de Teoría de Juegos y los análisis SWOT, logran categorizar los factores como claves, e incluso, con la propiedad de dominantes. Para ello se han enmarcado, estos análisis SWOT, en juegos matriciales antagónicos de suma cero. El estudio realizado permite afirmar que los factores claves, de un análisis estratégico, pueden ser seleccionados con indicadores definidos en el análisis SWOT cuantificado y modelando su interacción con la aplicación del algoritmo de las iteraciones de J. Robinson. De esta forma se introduce en los análisis SWOT un nuevo indicador, la frecuencia de empleo de los factores entre sí. Resulta conveniente destacar:

1. La categoría de factor clave de éxito, como se trata en la literatura, se obtiene por el éxito en el diseño e implementación de estrategias basadas en factores claves, que por la vía de su aplicación concreta obtenga resultados de alta eficacia. El estudio muestra que es recomendable consolidar una fortaleza como factor de considerables recursos, pero que sus posibilidades de neutralización puedan aplicarse a todos los factores amenazas apreciados del entorno. Se condiciona con ello una conducta de factor dominante en la matriz de pagos, con las propiedades propias de dominancia del teorema de Nash.
2. En este trabajo se emplea el indicador de frecuencia de empleo de los factores para establecer el criterio de factor clave en los análisis SWOT cuantificados. Esta incorporación constituye una nueva dimensión en la utilización del análisis estratégico como juegos matriciales SWOT. En particular, con el empleo del algoritmo de las iteraciones de J. Robinson y los criterios del equilibrio de Nash.
3. Se considera que sería interesante, como estudio futuro, la aplicación del algoritmo de las iteraciones de J. Robinson, no solo por las posibilidades que tiene de modelación imitacional en el tiempo de una conducta óptima Maximin, sino porque, aplicado solo con factores, como estrategias, permitiría orientar los esfuerzos, o inversiones, para consolidar, el factor seleccionado, como factor clave. Para ello pudiera introducirse una búsqueda aleatoria de cambios de valores, en la matriz de pago, tales que satisfagan, en la solución de la matriz, la condición de muy alta frecuencia de empleo del factor.
4. El estudio no establece limitación en cantidad de factores o con su naturaleza (finanzas, clientes, mercado, recursos humanos, procesos, logística, insumos, etc.), solo requiere definir el papel o rol que desempeñan como factores SWOT interrelacionados. Su aplicación puede limitarse o extenderse a cualquiera de los nomencladores y clasificadores de las áreas que se emplean en management (Porter, PEST, CMI, otros).
5. Los procedimientos empleados requieren de un software para su aplicación integral, y con posibilidades de experimentación personal. Esto se ha logrado con el sistema BED SWOT (DAFO).
6. Este estudio constituye un eslabón de otro anteriormente realizado, sobre la búsqueda de estrategias dominantes SWOT [11]. Ambos se complementan en el plano lógico e informático. Se recomienda su empleo integral en consultorías y en entrenamientos de toma de decisión, en aplicaciones diversas, siempre que estén caracterizadas por partes racionales en conflicto, como juegos antagónicos de suma cero e información completa. No obstante, su aplicación, resultaría interesante estudiar para extender a otros tipos de juegos (bimatriciales, cooperativos, otros).

RECEIVED: DECEMBER, 2020.
REVISED: OCTOBER, 2021.

REFERENCIAS

- [1] NASH JOHN FORBES. (1951). **Non-Cooperative Games**. Annals of Mathematics. Vol.54, No.2, 1951.
- [2] HSU-HSI CHANG, WEN-CHIH HUANG. (2006). **Application of a quantification SWOT analytical method**. Mathematical and Computer Modeling. 43,158-159.
- [3] ROBINSON, JULIA. (1951). **An Iterative Method of Solving a Game**. An. of Math. Vol.54, No.2.
- [4] BLANCO ROSALES, HUMBERTO.(2009). **Una vez más: Factores Claves de Éxito y Estrategia Empresarial**. Folletos Gerenciales. Cuba. Año XII, No.1.2009.
- [5] ROMERO LÓPEZ R., ESCOBAR TOLEDO C., NORUEGA MORALES S., (2009).**Factores Críticos de Éxito: Una Estrategia de Competitividad**. Culcyt/Planeación Estratégica. Año 6, No.31
- [6] ALPTEKIN, NESRIN. (2003).**Integration of SWOT Analysis and TOPSIS Method In Strategic Decision Making**.The Macrotheme Review 2(7),2013.
- [7] VILLEGAS, GLADYS.(2005).**Gestión por Factores Críticos de Éxito**.
Disponible:<http://web.archive.org/web/20030205200444/www.eafit.edu.co/revista/105/villega.html>16/05/05.
- [8] RIQUELME LEYVA, MATIAS.(2015).**Las 5 Fuerzas de Porter-Clave para el Éxito de la Empresa**
Disponible:<https://www.5fuerzasdeporter.com>
- [9] OTERO DINO, GACHE FERNANDO LUIS. (2008). **Evoluciones dinámicas en el diagrama FODA**.
Disponible: <http://revistacientifica.fce.unam.edu.ar> Consultado: 1-12,2020.
- [10] CAJAMARCA FIERRO, PAOLA. (2008).**Análisis FODA mediante la aplicación de Pareto**.
Disponible: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12289>. Consultado: 1-07,2019
- [11] ARMAS RODRIGUEZ HORACIO DE. (2018). **Método para la elaboración de estrategias dominantes SWOT con el empleo del equilibrio de Nash en juegos matriciales de suma cero**.
Disponible: <https://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/volumes-since-2000/volume-39-2018/>. Consultado:1-03,2019.
- [12] BEGOÑA VITORIANO.(2006).**Decisión con Incertidumbre, Decisión Multicriterio y Teoría de Juegos**.
Disponible:<https://www.mat-ucm.es/~bvitoria/Archivos/a-dt-UCM.pdf>