

**XXVIII CONGRESO ARGENTINO DE
PROFESORES**

UNIVERSITARIOS DE COSTOS

**Aplicación de
Herramientas Borrosas
al Balance Scorecard**

Autores:

**Dr. Paulino Eugenio Mallo
C.P. Maria Antonia Artola
C.P. Marcelo Javier Galante
C.P. Mariano Enrique Pascual
C.P. Mariano Morettini
C.P. Adrián Raúl Busetto**

Mendoza, septiembre de 2005.

Resumen

El Balance Scorecard es de suma utilidad para el manejo de las organizaciones en un entorno cambiante e incierto, como el que reina hoy en día, pero en determinados aspectos se encuentra excesivamente simplificado. En este trabajo tratamos de lograr una consideración más adecuada de la realidad, a través de la cuantificación de los datos inciertos por medio de la Matemática Borrosa, superando así la deformación que genera la lógica formal en el tratamiento de problemas inciertos.

Se propone la aplicación de las matrices de incidencia borrosa (herramienta aportada por la matemática difusa) para validar las relaciones entre los factores críticos de éxito y determinar los grados de incidencia indirecta e indirecta.

Determinar qué variables son las más importantes para el cumplimiento de los objetivos de la empresa, es de suma utilidad para encausar el logro de los mismos. Las matrices de incidencias borrosas nos darán información sobre el peso que ejercen determinados factores sobre otros, suministrándonos un panorama mucho más claro del mapa de relaciones que conforman las variables clave en la organización.

Índice

Introducción	04
Utilización de la Matemática Borrosa.....	06
Validación de las Relaciones Causa-efecto.....	07
Matrices de Incidencias Borrosas.....	10
Ejemplo de aplicación.....	12
Conclusión del trabajo	17
Anexo I. Algoritmo de resolución de la Matriz de I. D.	18
Bibliografía.....	20

Introducción

El Balance Scorecard (o Cuadro de Mando Integral) ha probado en los últimos años ser una potente herramienta para la empresa. Por medio de la medición de indicadores de la actuación pasada y complementación con inductores de actuación futura, cuando está correctamente diseñado es una ayuda efectiva para conectar las acciones de hoy con los objetivos del futuro.

El Balance Scorecard proporciona a los directivos (de una compañía) el equipo de instrumentos que necesitan para navegar hacia el éxito competitivo futuro. Hoy en día las organizaciones están desarrollándose en entornos complejos y, por lo tanto, es vital que tengan una exacta comprensión de sus objetivos y de los métodos que utilizarán para alcanzarlos. En estos entornos cambiantes el Balance Scorecard traduce la estrategia y la misión de una organización en un amplio conjunto de medidas de la actuación, que proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición estratégica. Esta herramienta llena un vacío que existe en la mayoría de los sistemas de gestión: la falta de un proceso sistemático para poner en práctica una estrategia y obtener una realimentación que permita su ajuste permanente. Por medio de revisiones de gestión periódicas es posible examinar de cerca si la unidad de negocios esta consiguiendo sus objetivos en cuanto a clientes, procesos internos, sistemas y procedimientos.

Cuando el Balance Scorecard está bien construido, es un buen representante de la teoría del negocio. En este caso, es conveniente que el Balance Scorecard incluya entre sus indicadores varias relaciones de causa-efecto, con estimaciones de los tiempos de respuestas.

En el ámbito de las organizaciones, el tratamiento de la incertidumbre se caracteriza por la simplificación de la realidad y la obtención de precisión. Esto se busca actualmente a través de la disminución de la incertidumbre mediante las llamadas pérdidas de información que, consiste en tratar los datos imprecisos como si fueran ciertos o estocásticos.

Utilización de la Matemática Borrosa

Como ya vimos en el punto anterior, el Balance Scorecard (o BSC), constituye una poderosa herramienta de gestión que aporta una real ventaja competitiva para la creación de valor. El uso de esta herramienta se podría ver potenciado, con la utilización de la lógica borrosa.

Las herramientas aportadas por la Matemática Borrosa pueden contribuir principalmente, en la confección e implementación del Balance Scorecard, y asimismo en el uso posterior del mismo.

En la etapa de confección e implementación del Balance Scorecard, puede ser de suma utilidad el uso de **Matrices de Incidencias** para validar las relaciones causa-efecto entre indicadores. A través de esta herramienta de la lógica borrosa podremos comprobar el grado de corrección de las interrelaciones, entre las variables, determinadas por los expertos. También será de provecho para descubrir las incidencias indirectas entre los Factores Críticos de Éxito, lo cual constituye una importante información para evaluar el comportamiento futuro de las variables de efecto.

Validación de las Relaciones Causa-efecto

El BSC debe reflejar el modelo del negocio, indicando las relaciones de causa-efecto entre las distintas variables (también denominadas Factores Críticos de Éxito) incluidas en alguna de las cuatro perspectivas. Un BSC bien estructurado, debe identificar la secuencia de hipótesis formuladas, respecto de las relaciones causa-efecto, entre los inductores de actuación y los resultados.

Por ejemplo, cuando se consideran cuales son las causas que permitirán que la organización sea excelente en satisfacer a sus clientes, el indicador *satisfacción del cliente*, tiene vinculación con todas las perspectivas, porque: si bien corresponde a la perspectiva del **Cliente**, y se vincula asimismo con otros indicadores de la misma perspectiva, como ser las ventas repetidas y la cuota del mercado, podemos suponer que tendrá relación con una *excelente atención de los empleados, atención rápida*, sin ningún tipo de dilataciones. Esto tiene entonces relación con **Procesos Internos** excelentes que permitan alcanzar la *calidad y la entrega puntual de pedidos*. También tendrá relación con la perspectiva de **Aprendizaje y Crecimiento** que habrá entrenado en sus tareas a los vendedores y al personal en general. Todo esto, seguramente estará vinculado con una mejor performance **Financiera**, a través de un *incremento en la rentabilidad y/o un aumento en las ventas* (dependiendo de la estrategia adoptada por la empresa).

Es por lo expuesto que es indispensable entender las relaciones causa-efecto, sobre las que se construye la estrategia, e identificar procesos cruzados, en los cuales el conocimiento de lo que desean los clientes, permita por ejemplo, el desarrollo de nuevos productos, y definir nuevos procesos.

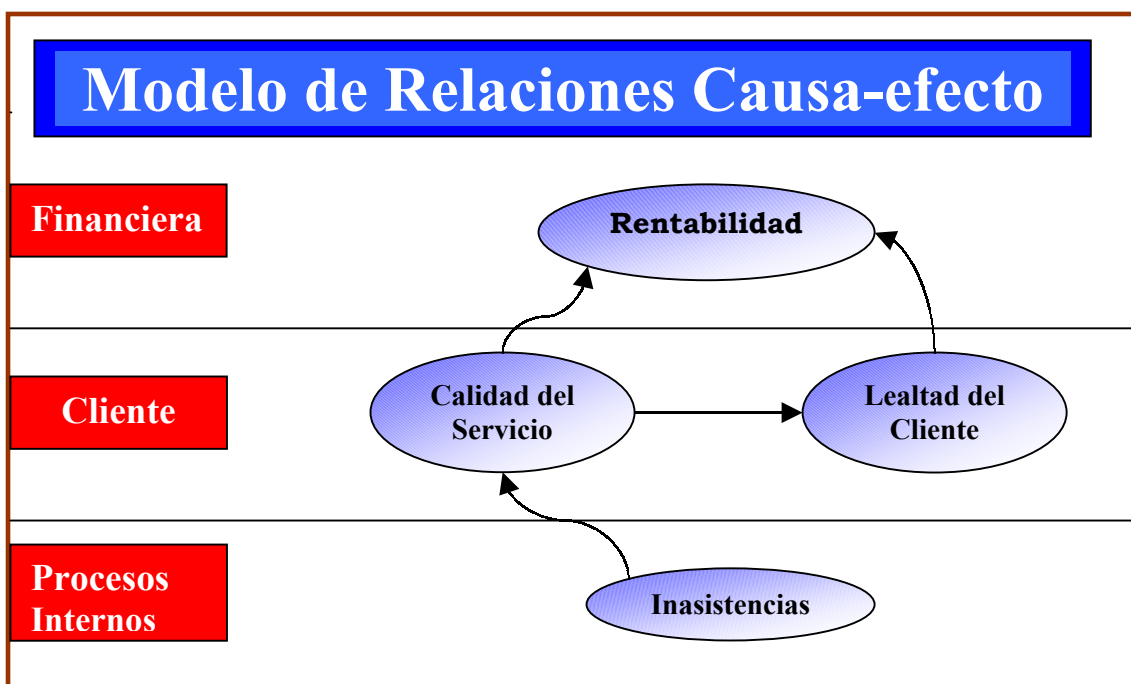
Esta relación entre los indicadores de causa (o Inductores de actuación), y los de efecto (o Resultados históricos) es fundamental para comprobar si la estrategia tiene o no éxito. A través de este análisis se busca conseguir que las mejoras no se reduzcan a avances parciales, o de resultados de un proceso (que ocasionarán mejoras en el corto plazo), sino a saber si estas tienen repercusión en las restantes perspectivas, fidelizando y atrayendo clientes, con mejor performance financiera (todo ello apuntando a los objetivos estratégicos de largo plazo).

Los resultados sin los indicadores causa no reflejan la forma en que se alcanzan esos resultados. Los indicadores deben reflejar los objetivos estratégicos a largo plazo y las estrategias utilizadas para obtenerlos, estableciendo las vinculaciones causa-efecto para que pocos índices informen sobre amplios temas estratégicos. De esta manera, los indicadores causa pueden consistir en nuevos productos y servicios, mejoras en los procesos; vinculados a índices de efecto como mayores ventas, mejora en la rotación de activos y disminución en los gastos operativos, incremento de clientes y mayor participación del mercado. No obstante, debe tenerse en cuenta que los **efectos financieros no son automáticos**, por lo cual su real apreciación deberá realizarse en el largo plazo.

Así como señalamos anteriormente que los efectos de la mejora en un indicador no se refleja automáticamente en la de otro que se encuentre vinculado con el primero, podemos afirmar que esta influencia en general **tampoco es directa**. Es decir que la mejora en un indicador, podrá tener impacto en un futuro en otro, que posteriormente podrá afectar a un tercero.

Por ejemplo: En una empresa de servicios de limpieza, la reducción de las inasistencias (Factor Crítico de Éxito, dentro de la perspectiva

Procesos Internos), podrá afectar la calidad en la prestación del servicio, que a su vez podrá afectar la lealtad del cliente. A su vez estos dos últimos factores (pertenecientes a la perspectiva del **Cliente**) podrán afectar la rentabilidad (dentro de la perspectiva **Financiera**)



Decimos podrá, ya que la relación no necesariamente deberá darse. En un principio la relación es estimada por algún experto (conocedor del negocio, como por ejemplo, gerentes, capataces o los propios operarios) y plasmada en el mapa conceptual de relaciones (que reflejan el modelo del negocio). Que se vislumbre una correlación (ya sea positiva o negativa) entre dos Factores Críticos de Éxito, no significa que una sea la causa de la otra.

A partir de apreciar estas correlaciones serán nuevamente los expertos los que validarán o no las mismas.

Matrices de Incidencias Borrosas

Más complicado es validar y aun observar las **correlaciones indirectas**, que se dan entre los diferentes Factores Críticos de Éxito. Por ejemplo, en el caso planteado la disminución en las *inasistencias* se supone afectará *la calidad del servicio*; y ésta a su vez, *la rentabilidad*. Por lo que se podría esgrimir como hipótesis que la disminución de las inasistencias afectará al menos en parte y de manera indirecta, la rentabilidad.

Es claro que cada Factor Crítico de Éxito incide con distinto grado en cada uno de los demás, y puede tener una incidencia, directa o indirecta, total (en cuyo caso el índice de incidencia es uno), o no tener incidencia (en cuyo caso es cero).

Conocer la red de incidencias de los Factores Críticos de Éxito permitirá determinar la importancia de cada una de las variables que intervienen en el modelo. Para esto se planteará una **Matriz de Incidencias Directas** del conjunto de Factores Críticos de Éxito; la que permitirá obtener valiosa información para la formulación, seguimiento y control de las políticas y estrategias. Una vez construida la matriz de incidencias, mediante la consulta a **expertos**, la someteremos a la técnica de **recuperación de efectos olvidados**, lo que nos permitirá revelar el grado de las **incidencias indirectas**. Resultará de gran ayuda para la toma de decisiones hallar las incidencias indirectas mediante las cuales se han podido detectar los efectos olvidados, o sea, descubrir las causas que actúan como intermediarias en los efectos no tenidos en cuenta, ya que proporcionan información que puede ser utilizada para modificar o ratificar las valuaciones establecidas en la matriz de incidencias directas.

Estas incidencias entre las variables constituyen una noción subjetiva, en general difícilmente mensurable. Para solucionar este problema se considerarán matrices borrosas, para introducir una valuación matizada entre las mismas. Los expertos expresarán su opinión con valores del intervalo [0, 1], de acuerdo con la siguiente escala:

Valor	Grado de incidencia
0	Incidencia nula
0.1	Incidencia prácticamente nula
0.2	Incidencia casi nula
0.3	Incidencia bastante cercana a nula
0.4	Incidencia más cerca de nula que de plena
0.5	Incidencia ni plena ni nula
0.6	Incidencia más cerca de plena que de nula
0.7	Incidencia bastante cercana a plena
0.8	Incidencia casi plena
0.9	Incidencia prácticamente plena
1.0	Incidencia plena

Consideremos que cada elemento incide sobre si mismo con **la mayor incidencia**, o sea que la diagonal de la matriz estará formada por unos. La matriz R , de incidencias directas, podrá ser obtenida aplicando metodología Delphi, mediante una encuesta de tipo cuantitativo, o construida por algún responsable que tenga pleno conocimiento del negocio.

EJEMPLO DE APLICACION

Utilizaremos el modelo de negocio simplificado, desarrollado en el apartado anterior. Los Factores Críticos de Éxito intervinientes, con los respectivos indicadores son:

Nro.	Factor Crítico de Éxito	Indicadores
1	Rentabilidad	-Gcia. Neta/ Activo - Gcia. Neta / Monto de Ventas
2	Calidad del Servicio	- Puntaje del Cliente / sobre punt. total - Número de reclamos/ Cant. De clientes
3	Lealtad del cliente	- (1-(Cant. de bajas/ Cant. de clientes)) - Grado de conformidad (s/ escala ordinal)
4	Inasistencias	- Horas de ausencia/ horas totales vendidas - Días de ausencia/ días de prest. de ss.

Una matriz R, construida a partir de la opinión del grupo de expertos (gerentes, capataces, empleados, dueños, concedores del negocio), podría ser:

R	1	2	3	4
1	1	0,1	0,4	0,2
2	0,8	1	0,7	0,1
3	0,9	0,3	1	0,2
4	0,7	0,9	0,3	1

A partir de esta matriz se obtiene la composición Max-min de la matriz R con R (Matriz R^2)¹, que es la matriz de efectos acumulados de primera y segunda generación. En esta matriz se puede observar que efecto tiene mayor incidencia; el efecto de primera generación (incidencia directa), o el efecto de segunda generación (incidencia indirecta).

¹ Para confeccionar la Matriz R^2 se plantea un algoritmo de resolución en el anexo I.

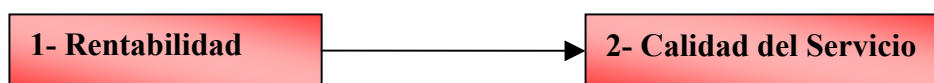
R^2	1	2	3	4
1	1	0,3	0,4	0,2
2	0,8	1	0,7	0,2
3	0,9	0,3	1	0,2
4	0,8	0,9	0,7	1

La diferencia algebraica $R^2 - R$, permitirá obtener los efectos de segunda generación que tienen mayor incidencia que los de primera.

$R^2 - R$	1	2	3	4
1	0	0,2	0	0
2	0	0	0	0,1
3	0	0	0	0
4	0,1	0	0,4	0

Un valor próximo a cero en la matriz $R^2 - R$ indica que no existe efecto indirecto, o mejor dicho que el efecto directo de un Factor Crítico de Éxito está ejerciendo sobre otro, tiene mayor intensidad, que el efecto indirecto que pudiera estar ocasionando a través de un tercer factor. En cambio un valor alejado de cero, indica la presencia de un efecto olvidado. Este efecto olvidado significa que la incidencia indirecta que está ejerciendo un Factor en otro (a través de un tercero), es mayor que la incidencia que pudiera estar ejerciendo en forma directa.

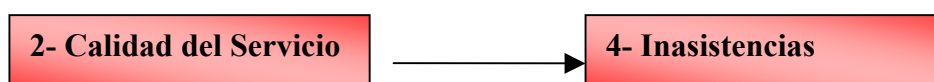
Para aclarar el tema analizaremos los cuatro valores superiores a 0 que aparecen en la última matriz, que corresponden a efectos no tenidos en cuenta al realizar la matriz R, de incidencias directas. Para cada caso se hallará las incidencias intermedias.



El valor de 0,2 del elemento de la fila uno y la columna dos de la matriz $R^2 - R$, está indicando que la incidencia indirecta de la

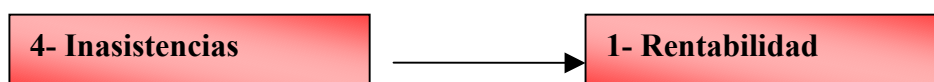
Rentabilidad sobre la **Calidad del Servicio** es mayor que la planteada como incidencia directa (0,1) en la matriz original R. El camino y las incidencias intermedias son:

La **Rentabilidad**, de acuerdo con las opiniones de los expertos, incide con un valor de 0,4 en la **Lealtad al Cliente**, que incide con valor 0,3 en la **Calidad del Servicio**. La incidencia acumulada (reflejo de la incidencia indirecta) por este camino es 0,3. Como se puede observar la **Rentabilidad** tiene una mayor incidencia indirecta (0,3) sobre la **Calidad del Servicio**, que la incidencia directa que en principio suponíamos que ejercería (0,1).



El valor de 0,1 del elemento de la fila dos y la columna cuatro de la matriz $R^2 - R$, está indicando que la incidencia indirecta de la **Calidad del Servicio** sobre **Inasistencias** es mayor que la planteada como incidencia directa (0,1) en la matriz original R. El camino y las incidencias intermedias son:

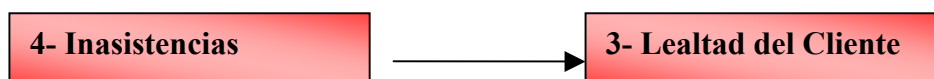
La **Calidad del Servicio**, de acuerdo con las opiniones de los expertos, incide con un valor de 0,7 en la **Lealtad al Cliente**, que incide con valor 0,2 en las **Inasistencias**. La incidencia acumulada (reflejo de la incidencia indirecta) por este camino es 0,2.



El valor de 0,1 del elemento de la fila cuatro y la columna uno de la matriz $R^2 - R$, está indicando que la incidencia indirecta de **Inasistencias**

sobre la **Rentabilidad** es mayor que la planteada como incidencia directa (0,7) en la matriz original R. El camino y las incidencias intermedias son:

Las **Inasistencias**, inciden con un valor de 0,9 en la **Calidad del Servicio**, que incide con valor 0,8 en la **Rentabilidad**. La incidencia acumulada (reflejo de la incidencia indirecta) por este camino es 0,8. Es superior en 0,1, que la incidencia directa planteada originalmente.



El valor de 0,4 del elemento de la fila cuatro y la columna tres de la matriz $R^2 - R$, está indicando que la incidencia indirecta de **Inasistencias** sobre la **Lealtad del Cliente** es mayor que la planteada como incidencia directa (0,3) en la matriz original R. El camino y las incidencias intermedias son:

Las **Inasistencias**, inciden con un valor de 0,9 en la **Calidad del Servicio**, que incide con valor 0,7 en la **Lealtad del Cliente**. La incidencia acumulada (reflejo de la incidencia indirecta) por este camino es 0,7. Es superior en 0,4, que la incidencia directa planteada originalmente.

A través del análisis de la matriz de efectos olvidados se logran dos cosas:

- Detectar errores de valuación e influencias directas. En este caso la información obtenida se le suministrará a los expertos para la posterior revisión de los criterios aplicados en la evaluación de la Matriz R.
- En caso de que no existan errores en la valuación de influencias directas entre los Factores Críticos de Éxito, se habrá obtenido importante información para la toma de decisiones. Una vez que estamos seguros de que no hay errores, a través de la matriz de

efectos olvidados, tenemos un panorama de aquellos Factores que tienen una mayor incidencia indirecta sobre algún otro. Esto es importante ya que las incidencias indirectas de los factores no se les suele prestar tanta atención, ya que no saltan a simple vista; pero en algunos casos como los demostrados suelen tener mayor peso que las relaciones directas. Por ejemplo, en el caso planteado, hemos descubierto que la incidencia de las inasistencias, sobre la rentabilidad, y sobre la lealtad del cliente, es mayor que lo que habíamos supuesto originalmente que tendrían en forma directa.

Un punto a remarcar es que un elevado índice de incidencia, no necesariamente indica un elevado grado de causalidad entre un Factor Crítico de Éxito sobre otro. Simplemente, pudo haber ocurrido que la mejora de ese factor se produjo junto con la de otro, pero esto no significa que la mejora del primero sea la causa de la mejora del segundo.

A partir de los índices de incidencia (ya sea directa o indirecta), el grado en que la mejora de un factor es la causa de la posterior mejora de otro, debe ser determinado por los expertos.

Conclusión del trabajo

De acuerdo a los entornos actuales en los que se desenvuelven las organizaciones, cada día es más necesario dotarlas de instrumentos de gestión que les permitan afrontarlos. Las herramientas de gestión deben ser adaptadas para poder darle un tratamiento adecuado a la incertidumbre reinante, originada por la gran cantidad de información y el cambio constante de las variables.

Si bien el Balance Scorecard ha probado ser adecuado para dirigir las organizaciones actuales, su uso se puede ver potenciado con el aporte de instrumentos más adecuados para el tratamiento de la incertidumbre. La Matemática Borrosa, basada en la teoría de la lógica difusa, aporta el complemento ideal para desarrollar la herramienta.

Anexo I: Algoritmo de Resolución de la Matriz de Incidencias Directas.

Para determinar los valores de la tabla R^2 se plantea la siguiente matriz de resolución:

Fila 4	0,7	0,9	0,3	1,0
Columna 1	1,0	0,8	0,9	0,7
Max – Min.	0,7	0,8	0,3	0,7

La tabla del algoritmo está formada por una primera fila, que representa el Factor Crítico de Éxito que incide sobre otro de manera directa, y es la fila de la Matriz de Incidencias Directas correspondiente al factor. La segunda fila del algoritmo es el Factor Crítico *incidido* y es la columna de la matriz correspondiente al factor.

La tercera fila del algoritmo se forma tomando el valor mínimo de cada columna.

El resultado arrojado surge de tomar el valor máximo de la tercera fila (que recordemos estaba conformada a partir de la elección de los mínimos de las columnas). Si este resultado es mayor que el valor arrojado en la Matriz de Incidencias Directas, se puede decir que existe un efecto olvidado.

En el cuadro se plantea el ejemplo de resolución de la incidencia de las inasistencias (FCE_4), sobre la rentabilidad (FCE_1). En la primera fila del algoritmo se coloca la fila del Factor Crítico *inasistencias*. En la segunda fila, la columna del Factor Crítico incidido, *rentabilidad*. La tercera fila surge de tomar los mínimos de cada columna. El resultado del algoritmo surge de tomar el valor máximo de la tercera columna. En este caso es

0,80, que es el valor a completar en la cuarta fila, primera columna de la matriz R^2 .

Esto significa que las **inasistencias**, que en principio incidían en forma directa sobre la **rentabilidad**, con un grado de 0,7; inciden en forma indirecta (a través del Factor Crítico **Calidad del Servicio**) con un grado de 0,80. La incidencia indirecta es mayor en 0,10, que la originalmente planteada. Este valor es el que se encuentra en la matriz $R-R^2$.

Bibliografía:

1. **Kaufmann, A. y Gil Aluja, J.** “Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre”. Ed. Hispano Europea, 1987.
2. **Mallo, Paulino (Director); Artola, María Antonia; Pascual, Mariano; García, Mónica; y Martínez, Diego.** “Gestión de la Incertidumbre en los negocios. Aplicaciones de la matemática borrosa”. Ril Editores, y Melusina Editorial. Santiago de Chile, 2004.
3. **Balvé, Alberto M.** “Tablero de Control. Organizando Información para crear valor”. Ediciones Macchi, 2000.
4. **Irazabal, América Alicia.** “Tablero Integral de Comando. Desarrollo-Análisis”. Segunda Edición. Editorial Aplicación Tributaria, Septiembre de 2004.
5. **Kaplan, Robert S., y Norton, David P.** “Cuadro de Mando Integral. The Balance Scorecard”. Edición Gestión 2000, 2000.
6. **Kaufmann, A. y Gil Aluja, Jaime.** “Modelos para la investigación de efectos olvidados”. Editorial Milladoiro, Santiago de Compostela, 1989.
7. **Kosko, B.** “Pensamiento Borroso”. Ed. Crítica, 1995.
8. **Lazari, L., Machado, E. y Pérez, R.** “Teoría de la Decisión Fuzzy”. Ed. Macchi, 1998.
9. **Grupo de Investigación Matemática Borrosa. (Mallo, Paulino; Artola, María Antonia; Pascual, Mariano; Galante, Marcelo; Morettini, Mariano; García, Mónica; y Martínez, Diego)** “Aplicación del Método Delphi a las Decisiones Financieras en Situaciones de Incertidumbre” – Trabajo presentado a las XXIV Jornadas Nacionales de Profesores Universitarios de Matemática Financiera a llevarse a cabo en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
10. **Grupo de Investigación Matemática Borrosa (Mallo, Paulino; Artola, María Antonia; Pascual, Mariano; Garrós, Julio; D’amico, Fabián;**

García, Mónica; y Martínez, Diego) “Introducción a la Matemática Borrosa”. Revista Faces Nro. 5 de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Nacional de Mar del Plata, 1998.

11. **Fernández, Alberto.** “El Balance Scorecard: Ayudando a implantar la estrategia”. Revista IESE. Marzo de 2001.
12. **Fernández, Alberto.** “Reflexiones sobre el Balance Scorecard”. Revista IESE. Diciembre de 2004.
13. **Dávila, Antonio.** “Nuevas herramientas de Control: El cuadro de Mando Integral”. Revista IESE. Septiembre de 1989.
14. **Miguel Blázquez.** “Uso y abuso del Balance Scorecard”. XXII Congreso Argentino del IAPUCO - Concordia 1999.