

## LA MATEMÁTICA EN LAS CIENCIAS SOCIALES: EMPRESAS EN CRISIS

María Rosa Rodríguez; Nicandro Javier Quirós  
Facultad Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Tucumán.  
[mrrodriguez@face.unt.edu.ar](mailto:mrrodriguez@face.unt.edu.ar), [quiros.nicandro@gmail.com](mailto:quiros.nicandro@gmail.com)

### Resumen

El objetivo de este trabajo es mostrar la vinculación de la Matemática con decisiones en el campo económico - legal, a través de modelos matemáticos que permiten calcular el valor de una empresa con precisión. Las empresas están sujetas a distintos factores que pueden derivar en una crisis. Una solución es acordar con acreedores y terceros, quienes tienen la oportunidad de adquirir la empresa y continuar con la actividad. El cálculo del valor actual de una organización se fundamenta en el Flujo de Fondos Libres o Free Cash Flow, técnica basada en el Descuento de Flujos de Fondos. Luego, la suma de los valores actuales de los FCF y del valor residual representa el valor real al momento de la valuación. Esta propuesta proporciona a los docentes de Matemática del área Economía una modelización accesible que promueve una cierta intuición racional.

**Palabras Claves:** Valor actual, Modelo matemático, Tasa de descuento, Valor residual

### Abstract

The objective of this work is to show the relationship of Mathematics with decisions in the economic – legal field, through mathematical models used to calculate the value of a company with precision.

Companies are subject to various factors which may lead to a crisis. A solution is to agree with creditors and third parties, who have the opportunity to acquire the company and continue the activity.

The calculation of the present value of an organization is based on Free Cash Flow technique based on the Discounted Cash Flow. Then, the sum of the present values of the FCF and the residual value represents the actual value at the time of the valuation.

This proposal provides teachers of mathematics in the economy area accessible modelling that promotes a certain rational intuition.

**Keywords:** present value, mathematical model, discount rate, residual value

### 1.- Introducción

La Educación Matemática hace hincapié en el desarrollo del pensamiento lógico-formal. Recurre a los aprendizajes significativos, la adquisición de habilidades generales y el interés en los procedimientos matemáticos.

El lenguaje matemático permite importar a las Ciencias Sociales modelos de relación entre variables, ofreciendo nuevas posibilidades de explicación de los fenómenos sociales y enriqueciendo el conjunto de modelos disponibles para investigar la realidad. La importancia del quehacer económico se manifiesta en el logro de decisiones óptimas que permiten obtener mayores beneficios en una empresa. Esto conlleva a la solución de problemas comerciales y financieros, fundamentalmente mediante el desarrollo de

procesos lógicos, estimación de resultados, construcción de modelos matemáticos y sus interpretaciones.

Los modelos matemáticos aportan el lenguaje y la estructura conceptual necesaria para expresar reglas generales de comportamiento y obtener predicciones de validez general. Su utilización facilita que los conocimientos adquiridos en las investigaciones sociales puedan transmitirse con precisión.

La aplicación de los modelos matemáticos a la realidad requiere la consideración de la incertidumbre, debida a la cantidad de variables que no podemos medir y su comportamiento aleatorio, resultante del agregado de las decisiones que les ocupa a los agentes económicos.

Una actividad económica está sujeta a la incidencia de factores endógenos y exógenos, al comportamiento de los mercados internos y externos, etc. Estos elementos, de manera aislada o concurrente, condicionan su desarrollo que bajo ciertas circunstancias puede derivar en la crisis de una empresa.

El objetivo de este trabajo es mostrar la importancia de la Matemática y su vinculación con las decisiones en el campo económico - legal, a fin de lograr una potencial recuperación de empresas en crisis. Dicha vinculación surge de la necesidad de integrar la teoría con la práctica y construir modelos matemáticos que permiten valorar empresas concursadas.

## **2.- Cramdown y Valuación**

La Ley Concursos y Quiebras N° 24.522 plantea el instituto del Cramdown o Salvataje como alternativa para evitar la quiebra de ciertas empresas. El artículo 48 de esta Ley, modificado por la Ley 25.589, es reconocido como el Procedimiento del Salvataje de Empresas que permite acceder al beneficio de un variado y determinado tipo de organizaciones con actividades, objetivos y formas jurídicas diferentes.

Se incluye dentro de los sujetos pasibles del instituto a las sociedades de responsabilidad limitada, sociedades por acciones, sociedades cooperativas y aquellas, en las cuales el estado nacional, provincial o municipal sea parte.

El Cramdown otorga ciertos beneficios: Constituye una alternativa importante de recupero de empresas en crisis. Facilita el repago de créditos a los acreedores. Evita importantes costos económicos e institucionales propios de la quiebra.

Legalmente, el juez designa un evaluador, que pueden ser “bancos de inversión, entidades financieras autorizadas por el Banco Central de la República Argentina, o estudios de auditoría con más de diez años de antigüedad”.

Dicho evaluador deberá determinar el Real Valor de Mercado de las participaciones sociales.

La hipótesis de este trabajo es afirmar que las empresas valen por lo que rendirán, es decir que su valor actual neto depende del futuro y no del pasado.

Es el valor actual de todos los Flujos de Fondos (Cash Flow) presentes y futuros, descontados a una determinada tasa y su cálculo se realiza a través de modelos matemáticos.

Los métodos desarrollados por profesionales en Ciencias Económicas, especializados en el área de Concursos y Quiebras, para valorar empresas con expectativas de continuidad están basados en el Descuento de Flujos de Fondos (DCF).

Se actualiza el flujo por el costo del capital de una alternativa de riesgo comparable, para obtener el valor intrínseco de las acciones y de los activos de la firma. “El valor intrínseco es en tal sentido un valor normativo, el valor de mercado que debería tener la compañía si el mercado la valúa correctamente”. (Dumrauf, 2003).

La ventaja que presenta la valuación por medio del DCF es que obliga a realizar pronósticos detallados y cuidadosos para cada período de las partidas financieras, vinculadas a la generación de los Cash Flow. Esta técnica combina información financiera con información del mercado de capitales. La primera proviene de los estados contables de la firma y la segunda se refiere a la volatilidad de las acciones, al rendimiento libre de riesgo, etc.

Una clasificación de las principales técnicas de valuación basadas en el DCF es:

- Cash Flow disponible para los Accionistas (ECF, Equity Cash Flow)
- Flujo de Fondos Libre (FCF, Free Cash Flow)
- Flujo de Fondos de la Firma (CCF, Capital Cash Flow)
- Flujos de Fondos para la Deuda (CFD, Cash Flow to Debt)

Aunque matemáticamente todas conducen a los mismos resultados, el contenido informativo es diferente porque utilizan diferentes conceptos para su formulación.

Para valuar empresas en crisis con frecuencia se recurre a la técnica de valuación de los Flujos de Fondos Libres o Free Cash Flow (FCF) basada en el DCF ya que permite obtener directamente el valor total de la empresa (deuda más acciones: D + E).

Esta valuación da la información necesaria para decidir sobre la continuidad de la empresa concursada, resolviendo su adquisición por la vía del Cramdown o Salvataje.

El Free Cash Flow (FCF) es el flujo de fondos generado por las operaciones, considerando los impuestos y no la deuda financiera.

Es el beneficio operativo o EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) después de impuestos, al que se agregan las amortizaciones (pues no consumen fondos), se deducen los aumentos en activos fijos y se añaden o deducen, según corresponda, las variaciones en el capital de trabajo.

FREE CASH FLOW (FCF) = EBIT - Impuesto sobre el EBIT + Amortizaciones - Aumentos en los activos fijos +/- Δ en el capital de trabajo

En el caso de una empresa insolvente se procede a analizar los riesgos propios de la actividad, los rendimientos de los activos y las primas de riesgo observadas en el mercado para estimar la tasa del costo promedio ponderado de deuda y acciones o Weighted Average Cost of Capital (WACC).

Luego de determinada esta tasa, se calcula el valor actual de los FCF:

$E + D = \text{valor actual de FCF a la tasa WACC}$

Donde 
$$WACC = \frac{K_e \cdot E}{E + D} + K_d (1 - t) \frac{D}{E + D}$$

“D”: valor de mercado de la deuda; “E”: valor de mercado de las acciones;

“t”: impuesto;

“K<sub>e</sub>”: costo del capital propio;

“K<sub>d</sub>”: costo de la deuda después de impuestos

Pensando que la empresa va a continuar operando indefinidamente, se calcula un valor residual que influye en el valor total de la empresa.

Para ello, se considera una proyección a perpetuidad del último FCF y su cálculo incluye una determinada tasa de crecimiento, que no puede ser mayor que el PBI de la economía en la que opera la empresa.

Existen diversas argumentaciones para su cálculo, algunos la consideran equivalente al importe de la inflación estimada, otros estiman el crecimiento histórico del PBI mundial a largo plazo y terceros la calculan como el crecimiento del consumo a largo plazo para los productos del sector en el que opera la empresa que se quiere valorar.

A posteriori se actualiza este valor residual a la misma tasa WACC.

Finalmente, el cálculo del valor real de la empresa se determina sumando las actualizaciones de los FCF y del valor residual.

### 3.- Aplicación Práctica

Para este trabajo se llevó a cabo un estudio de campo sobre las empresas en crisis en la provincia de Tucumán, luego se seleccionó una, en la cual se realizó una aplicación de la técnica descripta.

Capullito SA empresa dedicada al desarrollo, fabricación e instalación de software se vio obligada a solicitar la apertura de su concurso preventivo debido principalmente a la fuerte caída en la demanda de sus servicios y su alto endeudamiento.

El juzgado puso en marcha el Salvataje según el art. 48 de LCQ, designando evaluador. Otra empresa, Crosty SRL, dedicada a la misma actividad de Capullito SA consideró que podría resultar una buena decisión financiera adquirir la empresa concursada y se inscribió en el registro.

Con este objetivo los directivos de la empresa interesada contrataron un profesional en Ciencias Económicas con estudios avanzados en el área de finanzas para realizar su propia valuación.

Este profesional consideró cuestiones macroeconómicas, nacionales y sectoriales e información histórica sobre la gestión comercial, financiera y patrimonial de la empresa concursada y formuló el Estado de Resultados para los próximos (5) cinco años.

La proyección consistió en realizar el pronóstico anual del Margen Bruto que es la diferencia entre el Total de Ingresos, que resulta de sumar la venta de software y prestación de servicios y el Total de Costos Variables, que es la suma del costo de la mercadería vendida y demás costos directos.

Al Margen Bruto se le resta el Total de Gastos de Explotación y las Amortizaciones para obtener el EBIT, que sumado a los Resultados Financieros surge el Resultado antes del Impuesto.

El Resultado Neto se obtiene de los resultados obtenidos antes del impuesto a las ganancias menos el impuesto.

**Cuadro N° 1: Estado de Resultados Projectado para los Próximos Cinco Años**

Estado de Resultados Projectado	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Venta de Productos	3.500,00	8.000,00	20.000,00	27.000,00	55.000,00
Prestación de Servicios	1.500,00	5.000,00	18.000,00	27.000,00	57.000,00
<b>Total de Ingresos Operativos</b>	<b>5.000,00</b>	<b>13.000,00</b>	<b>38.000,00</b>	<b>54.000,00</b>	<b>112.000,00</b>
Costo de Mercadería Vendida	2.100,00	4.800,00	12.000,00	16.200,00	33.000,00
Otros Costos directos	450,00	1.500,00	5.400,00	8.100,00	17.100,00
<b>Total Costos Variables</b>	<b>2.550,00</b>	<b>6.300,00</b>	<b>17.400,00</b>	<b>24.300,00</b>	<b>50.100,00</b>
<b>Margen Bruto</b>	<b>2.450,00</b>	<b>6.700,00</b>	<b>20.600,00</b>	<b>29.700,00</b>	<b>61.900,00</b>
Gastos en Personal	1.500,00	3.900,00	11.400,00	16.200,00	33.600,00
Otros Gastos Operativos	675,00	1.755,00	5.130,00	7.290,00	15.120,00
<b>Total Gastos de Explotación</b>	<b>2.175,00</b>	<b>5.655,00</b>	<b>16.530,00</b>	<b>23.490,00</b>	<b>48.720,00</b>
<b>EBITDA</b>	<b>275,00</b>	<b>1.045,00</b>	<b>4.070,00</b>	<b>6.210,00</b>	<b>13.180,00</b>
Depreciaciones / Amortizaciones	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
<b>EBIT</b>	<b>-1.225,00</b>	<b>-455,00</b>	<b>2.570,00</b>	<b>4.710,00</b>	<b>11.680,00</b>
Ingresos Financieros	-	-	-	-	-

Gastos Financieros	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Resultado Financiero	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00	-500,00
Resultado antes del IG	-1725,00	-955,00	2.070,00	4.210,00	11.180,00
IG	-	-	517,50	1.052,50	2.795,00
<b>Resultado Neto</b>	<b>-1725,00</b>	<b>-955,00</b>	<b>1.552,50</b>	<b>3.157,50</b>	<b>8.385,00</b>

Para el cálculo del FCF se parte del EBIT porque el valor de la compañía es indiferente al origen de la financiación. Luego, se determina el resultado neto del Impuesto a las Ganancias (IG), que en este caso se considera del 25%.

Al EBIT Neto del IG, se le suman las amortizaciones, ya que no suponen una salida de fondos y se obtiene el Flujo de Fondos Bruto (FFB). A este se le restan los desembolsos en inversiones netas y las Necesidades Operativas de Financiación (NOF), que es el saldo medio que necesita la empresa.

Por último, se fijan las inversiones netas iguales a la amortización a partir del tercer año y las NOF del 3% sobre las ventas.

Así, se obtienen los flujos de fondos esperados para los próximos (5) cinco años:

**Cuadro N° 2: Determinación del FCF para los Próximos Cinco Años**

Flujos de Fondos Libres	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
EBIT	-1.225,00	-455,00	2.570,00	4.710,00	11.680,00
IG	-	-	642,50	1.177,50	2.920,00
<b>EBIT Neto del IG</b>	<b>-1225,00</b>	<b>-455,00</b>	<b>1.927,50</b>	<b>3.532,50</b>	<b>8.760,00</b>
+ Amortizaciones	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
<b>Flujo de Fondos Bruto</b>	<b>275,00</b>	<b>1.045,00</b>	<b>3.427,50</b>	<b>5.032,50</b>	<b>10.260,00</b>
NOF	105,00	240,00	600,00	810,00	1.650,00
Inversiones Netas	-	-	1.500,00	1.500,00	1.500,00
<b>FCF</b>	<b>170,00</b>	<b>805,00</b>	<b>1.327,50</b>	<b>2.722,50</b>	<b>7.110,00</b>

Para valorar la empresa, se actualizan los FCF a través de:

$$\text{Valor Actual FCF} = \frac{\text{Flujo 1}}{1+d} + \frac{\text{Flujo 2}}{(1+d)^2} + \frac{\text{Flujo 3}}{(1+d)^3} + \frac{\text{Flujo 4}}{(1+d)^4} + \frac{\text{Flujo 5}}{(1+d)^5} \quad \text{siendo } d \text{ la}$$

tasa de descuento WACC.

Luego de un análisis de los riesgos propios de la actividad, de los rendimientos de los activos y de las primas de riesgo observadas en el mercado surge una tasa WACC, aproximadamente del 8%.

El valor residual se calcula pensando que la empresa va a continuar indefinidamente.

Se realiza una proyección a perpetuidad del último FCF, en general a una tasa  $g = 1\%$

La fórmula del valor residual es 
$$\text{VR} = \text{FCFn} \frac{(1+g)}{(d-g)} \quad \text{donde}$$

FCFn el último flujo de fondos,  $d$  la tasa de descuento,

$g$  la tasa de crecimiento a perpetuidad y 
$$\text{VR Actual} = \frac{\text{VR}}{(1+d)^n}$$

Siendo  $n = 5$  el número de años del último flujo de fondos.

El valor del negocio es igual a la suma de los valores actuales de los FCF y del valor residual.

Usando los datos de la aplicación, resultan el Valor Actual FCF de \$ 8.741,44 y el Valor Residual Actual de \$ 69.819,09.

En consecuencia, la Valuación de la Empresa es de \$ 78.560,53.

Luego Crosty compara el resultado obtenido por el profesional en Ciencias Económicas con el valor fijado por el evaluador designado por el juez. Si es conveniente, comienzan las negociaciones y presentaciones de propuestas a los acreedores en búsqueda de acuerdo preventivo.

Este procedimiento lo llevará a decidir la adquisición o no de la empresa.

En caso afirmativo, Crosty evita la quiebra de la empresa fallida e incrementa su patrimonio.

#### 4.- Conclusiones

Se observa en el primer cuadro, el Resultado Neto proyectado es creciente a lo largo de los 5 años, siendo negativo en los dos primeros y positivo en los restantes. En el segundo cuadro el EBIT proyectado para los dos primeros años resulta negativo. Sin embargo, los FCF determinados son positivos y crecientes a lo largo de los 5 años. La suma de los valores actuales de los FCF y del Valor Residual representa el Valor de la Empresa al momento de la Valuación.

El fin que persigue la Ley con la figura del Salvataje o Cramdown es pensar a las empresas como bienes valiosos, independientes de sus propietarios. Se logra un mercado de capital más estable que frente a una crisis empresaria considera el valor real. Este depende del rendimiento de las empresas en el futuro, para lo cual es fundamental el uso de la técnica del DCF ya que las empresas valen por lo que rinden y no por lo que contienen. Aún más, valen por lo que rendirán, o sea que su valor depende del futuro y no del pasado. El cálculo del valor actual es tan recurrente en estas situaciones.

En esta ponencia se desarrolla un método que involucra cálculos sencillos para valuar una empresa aportando información fundamental en su recuperación económica. Con el uso de este modelo podrían evitarse muchas quiebras, resultando de gran beneficio a la sociedad.

Esta propuesta proporciona a los docentes de Matemática del área Economía una modelización accesible que promueve un pensamiento no lineal y una cierta intuición racional, enseñando a los estudiantes a encontrar múltiples alternativas de solución.

#### 5.- Referencias

- Arya, J. y Lardner R. (2004). *Matemáticas Aplicadas a la Administración y a la Economía*. 4° Ed. México: Pearson Educación
- Camaño, R. (2002). *Evaluación de Empresas Concursadas en Proceso de Salvataje*. Publicación en Jornadas de Derecho Concursal. Mendoza.
- Dasso, A. (2003). *El Salvataje de la Empresa en el Nuevo Artículo. 48. Emergencia Económica y Reformas al Régimen Concursal Argentino*. 1° Ed. Buenos Aires: Ad-Hoc.
- Dumrauf, G. (2003). *Finanzas Corporativas*. 1° Ed. Buenos Aires: Grupo Guía.
- Ley Concursos y Quiebras N° 24.522. Ley N° 25.589 (BO 05/2002). Ley N° 26.684 (BO 06/2011).
- Rouillon, A. (2010). *Régimen de Concursos y Quiebra*. 15° Ed. Buenos Aires: Astrea.
- Sydsaeter, K. y Hammond, P. (2006). *Matemáticas para el Análisis Económico*. Madrid: Pearson Educación.