

MODELOS MATEMÁTICOS PARA EMPRESAS EN CRISIS

María Rosa Rodríguez, Nicandro Javier Quirós

Facultad Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Tucumán. Argentina
mrrodriguez@face.unt.edu.ar, quiros.nicandro@gmail.com

Resumen

Los modelos matemáticos aportan el lenguaje y la estructura para expresar reglas de comportamiento y obtener predicciones válidas. Su formulación permite que los resultados de investigaciones económicas se transmitan con precisión. En ellos surge la incertidumbre debido al número de variables involucradas y al comportamiento aleatorio. Una actividad económica está sujeta a factores que pueden producir una quiebra.

El objetivo es mostrar la importancia de la Matemática en decisiones sobre la continuidad de empresas insolventes. Se considera el valor real de una empresa, que depende de su rendimiento futuro y se recurre a la técnica del Flujo de Fondos Libres.

Introducción

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

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.

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.

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. Su aplicación a situaciones de la vida real 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.

Propuestas para la enseñanza de la matemática

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 insolventes. Dicha vinculación surge de la necesidad de integrar la teoría con la práctica y construir modelos matemáticos que permiten valorar empresas concursadas.

El valor real de una empresa depende de su rendimiento futuro, para lo cual es fundamental el uso de la técnica del Descuento de Flujos de Fondos o Discount Cash Flow (DCF) ya que las empresas valen por lo que rinden y no por lo que contienen.

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 (CF), presentes y futuros, descontados a una determinada tasa y su cálculo se realiza a través de modelos matemáticos. Para valorar 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. 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.

En el caso de una empresa su valor actual neto será el valor actual de todos los flujos de fondos que producirá la empresa, descontados a una determinada tasa. 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 se estima la tasa del costo promedio ponderado de deuda y acciones o costo promedio ponderado de los recursos.

El valor residual se calcula pensando que la empresa va a continuar indefinidamente. Se realiza una proyección a perpetuidad del último flujo de fondos, en general a una determinada tasa de crecimiento. A posteriori se actualiza este valor residual a la misma tasa considerada para el valor actual de los FCF.

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

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.

En esta ponencia se desarrolla un método que involucra cálculos sencillos para valorar 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.

Salvataje de empresas

La Ley Concursos y Quiebras N° 24.522 de la República Argentina 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.

En caso de fracasar la búsqueda de acuerdo con los acreedores, antes de que se dicte la declaración de quiebra, los terceros y aún más los propietarios de la concursada pueden evitar la liquidación elevando propuestas a sus acreedores. Es decir, terceros, ajenos al proceso tienen oportunidad de adquirir la empresa asumiendo sus activos y pasivos y continuar con la actividad económica.

El procedimiento del Cramdown o Salvataje prevé la apertura de un registro para que se inscriban acreedores, trabajadores de la empresa y terceros interesados en la adquisición de las acciones o cuotas representativas del capital social de la concursada, a efectos de formular propuestas de acuerdo preventivo. El proceso continúa cuando el juez designa un evaluador para que valúe las cuotas o acciones sociales.

Se reconoce que 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.

Modelo de Valuación

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 o Discount Cash Flow (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).

En general, cada *Valuación* debe explicitar y observar:

1. Proyecciones macroeconómicas nacionales y sectoriales.
2. Información histórica y realidad de la empresa antes de presentarse en concurso.
3. Formulación de un modelo de ingresos esperados, que determine las necesidades futuras de inversión en activos fijos y en capital de trabajo.

Propuestas para la enseñanza de la matemática

4. Una proyección de resultados y flujo de fondos esperados a mediano plazo, basada en ingresos, costos y gastos correspondientes a los niveles de actividad proyectados.

El DCF 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 distintos conceptos para su formulación.

En este trabajo se considerará el Flujo de Fondos Libres o Free Cash Flow (FCF) ya que permite obtener directamente el valor total de la empresa (deuda más acciones: D + E).

La obtención del FCF para cada período prescinde de la financiación de la empresa para centrarse en el rendimiento económico de sus activos y considerar las inversiones necesarias para la continuidad del negocio.

El FCF es el flujo de fondos generado por las operaciones de una empresa, considerando los impuestos y no la deuda financiera. Para su formulación, al beneficio operativo o Earnings Before Interest and Taxes (EBIT) se resta el impuesto a las ganancias, 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 analizan 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).

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

donde D: valor de mercado de la deuda; E: valor de mercado de las acciones;
K_d: costo de la deuda después de impuestos; K_e: costo del capital propio;
t: tasa de impuesto.

Con esta tasa WACC, se calcula el valor actual de los FCF de cada período proyectado.

Propuestas para la enseñanza de la matemática

$$\text{Valor Actual de FCF} = \frac{\text{FCF1}}{1+d} + \frac{\text{FCF2}}{(1+d)^2} + \frac{\text{FCF3}}{(1+d)^3} + \frac{\text{FCF4}}{(1+d)^4} + \frac{\text{FCF5}}{(1+d)^5} + \dots + \frac{\text{FCFn}}{(1+d)^n}$$

d: tasa WACC

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.
$$\text{VR} = \text{FCFn} \frac{(1+g)}{(d-g)}$$

donde FCFn: último FCF, d: tasa WACC, g: tasa de crecimiento

A posteriori se actualiza este valor residual a la misma tasa d.
$$\text{VR Actual} = \frac{\text{VR}}{(1+d)^n}$$

Por último, el valor de la empresa se determina sumando las actualizaciones del FCF y del valor residual, que es una proyección a perpetuidad del último flujo de fondos.

$$D + E = \text{Valor Actual de FCF} + \text{VR Actual}$$

Esta valuación permitirá a los interesados decidir sobre la continuidad de la empresa concursada

Aplicación Práctica

Taif S.A. 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. Forsty S.R.L., empresa dedicada a la misma actividad de Taif entendió que podría resultar una buena decisión financiera adquirir la empresa concursada y se inscribió en el registro. Decidió contratar a 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.

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

Propuestas para la enseñanza de la matemática

Prestación de Servicios	1.500,00	5.000,00	18.000,00	27.000,00	57.000,00
Total de Ingresos Operativos	5.000,00	13.000,00	38.000,00	54.000,00	112.000,00
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
Total Costos Variables	2.550,00	6.300,00	17.400,00	24.300,00	50.100,00
Margen Bruto	2.450,00	6.700,00	20.600,00	29.700,00	61.900,00
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
Total Gastos de Explotación	2.175,00	5.655,00	16.530,00	23.490,00	48.720,00
EBITDA	275,00	1.045,00	4.070,00	6.210,00	13.180,00
Depreciaciones/Amortizaciones	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
EBIT	-1.225,00	-455,00	2.570,00	4.710,00	11.680,00
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
Resultado Neto	-1725,00	-955,00	1.552,50	3.157,50	8.385,00

Se observa en el cuadro, que el Resultado Neto proyectado es creciente a lo largo de los 5 años, siendo negativo en los dos primeros y positivo en los restantes.

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 FCF esperados para los próximos (5) cinco años:

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

FCF	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
EBIT Neto del IG	1225,00	-455,00	1.927,50	3.532,50	8.760,00
+ Amortizaciones	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Flujo de Fondos Bruto	275,00	1.045,00	3.427,50	5.032,50	10.260,00
NOF	105,00	240,00	600,00	810,00	1.650,00

Propuestas para la enseñanza de la matemática

Inversiones Netas	-	-	1.500,00	1.500,00	1.500,00
FCF	170,00	805,00	1.327,50	2.722,50	7.110,00

En este 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.

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

$$\text{Valor Actual FCF} = \frac{\text{FCF1}}{1+d} + \frac{\text{FCF2}}{(1+d)^2} + \frac{\text{FCF3}}{(1+d)^3} + \frac{\text{FCF4}}{(1+d)^4} + \frac{\text{FCF5}}{(1+d)^5} \quad \text{d tasa WACC.}$$

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 $VR = \text{FCFn} \frac{(1+g)}{(d-g)}$ donde FCFn: último FCF,

d: tasa WACC, g : tasa de crecimiento y el $VR \text{ Actual} = \frac{VR}{(1+d)^n}$

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 \$ 69.819,08.

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

Luego Forsty 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 evita la quiebra de la empresa fallida e incrementa su patrimonio.

Conclusiones

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 empresarial considera el valor real de la empresa. Este depende del rendimiento de la empresa 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 muy recurrente en estas situaciones.

En esta ponencia se desarrolla un método que involucra cálculos para valorar 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.

El método DCF suele usarse en grandes corporaciones, considerando que en pequeñas y medianas empresas su aplicación tiene un alto costo. Se piensa que las estimaciones están influenciadas por vicios, subjetividades y condiciones iniciales.

Estas opiniones son erróneas. Pues, toda valuación debe cumplir con los supuestos asumidos y absorber los factores críticos que los modifiquen.

Finalmente, ninguna técnica que considere los valores contables del pasado ni la que suponga los valores futuros, como la desarrollada, carece de subjetividad y arbitrariedad. Por lo tanto, el modelo aquí desarrollado debe ponderarse ya que es aceptado, aplicado y comprobado en diversas instituciones a nivel mundial.

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

Referencias bibliográficas

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.