

MODELOS PARA MEDIR EL RIESGO DE CRÉDITO DE LA BANCA*

*María Luisa Saavedra García***
*Máximo Jorge Saavedra García****

* Este artículo es el resultado de la fase inicial del proyecto de investigación *Los derivados de crédito para la mitigación del riesgo bancario en México*, que inició el 10 de enero de 2008 y concluyó el 26 de febrero de 2009, realizado por los autores, con financiamiento de la Universidad La Salle, Dirección de Posgrado e Investigación, México. El artículo se recibió el 27-04-2009 y se aprobó el 21-05-2010.

** Doctora en Administración, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2002; Magíster en Administración, Universidad Nacional Autónoma de México, 1994; Contadora, Universidad Particular de San Martín de Porres, Lima, Perú, 1986. Investigadora de la Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Correo electrónico: Isaavedra@fca.unam.mx.

*** Maestro en Finanzas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2006; Licenciado en Administración, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima, Perú, 1998. Profesor investigador, Universidad de la Sierra Sur, Oaxaca, México. Correo electrónico: jsaavedra@unsis.edu.mx.

Modelos para medir el riesgo de crédito de la banca

RESUMEN

Este trabajo describe los principales modelos de determinación de riesgos de crédito de la banca, a fin de comparar y dar a conocer su utilidad en la administración del riesgo de crédito bancario y, de esta manera, brindar un marco de referencia para estudiar este tema en la teoría y práctica financiera. El estudio, de tipo descriptivo, define el riesgo de crédito y analiza los principales modelos tradicionales (sistemas expertos y sistemas de calificación), modernos (el de Kecholfer, McQuown y Vasicek [KMV]) y el Capital y Riesgo de Crédito en Países Emergentes (CyRCE), creado por el Banco de México. Según los hallazgos, los modelos tradicionales se basan en un esquema para el análisis de ciertos componentes básicos, con el fin de evaluarlos de manera integral. Entre tanto, los modelos modernos intentan registrar la alta volatilidad a la que están sujetos los valores y emplean técnicas más sofisticadas para su determinación. Estos resultados indican que los modelos han evolucionado en correspondencia con la complejidad del entorno que rodea al sistema bancario.

Palabras clave:

banca, riesgos, crédito, modelo KMV, modelo CyRCE.

Models for Measuring Bank Credit Risk

ABSTRACT

This article describes the main models for determining banking credit risk, for the purpose of comparing them and disseminating their usefulness in bank credit risk management, thus, offering a frame of reference for studying this topic in financial theory and praxis alike. The descriptive study defines credit risk and analyzes the main traditional models (expert systems and qualification systems), the modern models (the Kecholfer, McQuown and Vasicek model [KMV] and the model Capital and Credit Risk for Emerging Nations (CYRCE) created by Banco de México. Findings show that traditional models are based on a scheme that analyzes certain basic components by integrally assessing them whereas modern models aim to record the high volatility to which the securities are subject, employing more sophisticated techniques to so determine. Results indicate that the models have evolved par to the more complex banking system environment.

Key words:

Banking, risks, credit, KMV model, CYRCE model.

Modelos para medir o risco do crédito bancário

RESUMO

Este trabalho descreve os principais modelos de determinação de riscos de crédito bancários, a fim de comparar e dar a conhecer sua utilidade na administração do risco de crédito bancário e, desta maneira, oferecer um ponto de referência para estudar este tema na teoria e prática financeira. O estudo, de tipo descritivo, define o risco de crédito e analisa os principais modelos tradicionais (sistemas expertos e sistemas de qualificação), modernos (o de Kecholfer, McQuown e Vasicek [KMV]) e o Capital e Risco de Crédito em Países Emergentes (CyRCE), criado pelo Banco do México. De acordo com as descobertas, os modelos tradicionais baseiam-se em um esquema para a análise de certos componentes básicos, com o objetivo de avaliá-los de maneira integral. Os modelos modernos tentam registrar a alta volatilidade a que estão sujeitos os valores e empregam técnicas mais sofisticadas para sua determinação. Estes resultados indicam que os modelos têm evoluído em correspondência com a complexidade do entorno que rodeia o sistema bancário.

Palavras chave:

sistema bancário, riscos, crédito, modelo KMV, modelo CyRCE.

Introducción

Administrar recursos financieros es el negocio cotidiano de los bancos; no obstante, la globalización financiera ha ocasionado drásticos incrementos de flujos de capital internacionales, lo cual ha aumentado la complejidad de la supervisión de las instituciones financieras y la seguridad del sistema financiero y ha repercutido de forma directa en la búsqueda de una adecuada administración del riesgo en el interior de las propias instituciones financieras.

Por esto, en los últimos años, la gestión de riesgos financieros se ha convertido en una prioridad tanto para las entidades financieras como para los responsables de la regulación de países de todo el mundo (Prieto, 2000). Una muestra de lo anterior se deja ver en el estudio realizado por Deloitte & Touche (Roisenvit y Zárata, 2006), el cual revela que cuatro de cada cinco instituciones globales de servicios financieros han creado el puesto de director de riesgos. Así también se hace patente en el Nuevo Acuerdo de Capital de Basilea¹, difundido en junio de 2004, que presenta los principios, las medidas y las acciones, con el objetivo de mejorar la adecuación del requerimiento de capital regulatorio

para llevarlo a los niveles de riesgos asociados a las operaciones financieras.

En consecuencia, en aras de alcanzar el objetivo de este trabajo —describir y analizar los principales modelos existentes para medir el riesgo de crédito de la banca—, es válido responder a la siguiente interrogante: ¿cuáles son los principales modelos utilizados en la administración del riesgo de crédito en la banca?, con el fin de brindar un marco de referencia para el estudio de este tema en la teoría y la práctica financiera. No obstante, debido a que existe una variada cantidad de modelos de medición de riesgo de crédito para la banca, en este trabajo nos limitamos a describir y analizar sólo sistemas expertos, sistemas de calificación, el modelo KMV y el modelo CyRCE, en función de que son los más conocidos y aplicados en el medio financiero.

1. Riesgo de crédito

1.1 Definición

El riesgo de crédito es la probabilidad de que, a su vencimiento, una entidad no haga frente, en parte o en su totalidad, a su obligación de devolver una deuda o rendimiento, acordado sobre un instrumento financiero, debido a quiebra, iliquidez o alguna otra razón (Chorafas, 2000). La valuación del riesgo de crédito se basa en la probabilidad de que el prestatario o emisor del bono incumpla con sus obligaciones (ocurra un *default*²). Un factor importante en la ocurrencia del incumplimiento

¹ Este acuerdo, llamado Basilea II, propone una nueva estructura para el requerimiento de capital basada en tres pilares: el primero trata los requerimientos de capital sobre la base de los riesgos de mercado, crédito y operacional; el segundo refuerza las capacidades de los supervisores bancarios para aliviar y adaptar los requerimientos de capital a las condiciones individuales de las instituciones financieras, y el tercero atribuye a la transparencia y a la divulgación de información un papel importante y relevante en la promoción de la disciplina de mercado.

² En el argot del medio financiero *default* es la forma de referirse al incumplimiento de una deuda.

es su relación con los ciclos económicos, ya que este incumplimiento suele reducirse durante los períodos de expansión económica, al mantenerse tasas totales de impagos bajas; mientras que sucede lo contrario en períodos de contracción económica.

Así mismo, las circunstancias particulares de una empresa que ha emitido deuda originan el llamado *riesgo específico de crédito*, y este no se relaciona con los ciclos económicos, sino con los eventos particulares en la actividad comercial o industrial de las empresas, que pudieran afectar la capacidad de pago de sus compromisos adquiridos al fondearse a través de la emisión de bonos u obligaciones. Una medida usual para calcular el riesgo específico de una empresa es a través de las calificaciones (*rating*³). Esta medida es útil para clasificar compañías según su riesgo de crédito y es calculado por compañías externas y especializadas, como Standard & Poors, Moody's, Fitch, entre otras, analizando los estados financieros de las empresas.

1.2 Elementos del riesgo de crédito

El riesgo de crédito puede analizarse en tres dimensiones básicas (Galicia, 2003):

- *Riesgo de incumplimiento*: es la probabilidad de que se presente el no cumplimiento de una obligación de pago, el rompimiento de un acuerdo en el contrato de crédito o el incumplimiento económico. A este respecto, generalmente las autori-

dades establecen plazos de gracia antes de poder declarar el incumplimiento de pago⁴.

- *Exposición*: la incertidumbre respecto a los montos futuros en riesgo. El crédito debe amortizarse de acuerdo con fechas establecidas de pago y de esta manera será posible conocer anticipadamente el saldo remanente a una fecha determinada; sin embargo, no todos los créditos cuentan con esta característica de gran importancia para conocer el monto en riesgo. Tal es el caso de los créditos otorgados a través de tarjetas de crédito, líneas de crédito revolventes⁵ para capital de trabajo, líneas de crédito por sobregiro, etc., ya que los saldos en estas modalidades de crédito se modifican según las necesidades del cliente, los desembolsos se otorgan sin fecha fija contractual y no se conoce con exactitud el plazo de liquidación⁶; por ello se dificulta la estimación de los montos en riesgo.
- *Recuperación*: se origina por la existencia de un incumplimiento. No se puede predecir, puesto que depende del tipo de garantía que se haya recibido y de su situación al momento del incumplimiento. La existencia de una garantía minimiza el riesgo de crédito siempre y cuando sea de

³ En el argot del medio financiero *rating* es la forma de denominar las calificaciones otorgadas por agencias calificadoras especializadas.

⁴ El incumplimiento de pago de un crédito origina en los bancos la clasificación de cartera vencida después de determinado tiempo.

⁵ Un crédito revolvente es aquel que siempre está vigente y disponible, siempre y cuando el deudor cumpla con los términos de pago convenidos.

⁶ Ya que se pueden hacer pagos de manera anticipada cuando no existe alguna penalización que desaliente esta práctica.

fácil y rápida realización a un valor que cubra el monto adeudado. En el caso de los avales, también existe incertidumbre, ya que no sólo se trata de una transferencia de riesgo en caso del incumplimiento del avalado, sino que podría suceder que el aval incumpliera al mismo tiempo y se tuviera entonces una probabilidad conjunta de incumplimiento.

Los eventos que originan los riesgos de crédito son el incumplimiento y el deterioro de la calidad crediticia del acreditado, con lo cual el crédito migra a una categoría de calificación más baja⁷.

2. Modelos de medición del riesgo de crédito

El sistema de medición de riesgo de crédito tiene por objeto identificar los determinantes del riesgo de crédito de las carteras de cada institución, con el propósito de prevenir pérdidas potenciales en las que podría incurrir.

Por ello en este tipo de análisis es importante considerar los criterios de calificación de las carteras crediticias de la institución, la estructura y composición de los portafolios crediticios⁸, el impacto de las variables macroeconómicas y sectoriales en los portafolios y las características históricas de las carteras de crédito de cada institución. Existen múltiples modelos de valuación del riesgo

de crédito, pero seguimos la clasificación de Galicia (2003), resumida en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Modelos de valuación de riesgo de crédito

Modelos tradicionales	Modelos modernos
<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas expertos (Galicia, 2003) • Sistemas de calificación* 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo KMV • Modelo de valuación de Merton** • Modelo Credimetrics de J. P. Morgan (1997b) • Modelo Credit Risk + (Morgan, 1997a) • Modelo de retorno sobre capital ajustado al riesgo (Falkenstein, 1997) • Modelo CyRCE***

KMV: sigla formada de los apellidos de los autores Kecholfér, McQuown y Vasicek. Véase Saavedra (2005, p. 9); Crouhy, Galai y Mark (2000); Gordy (2002) y Márquez (2006).

* Basados en los acuerdos del Comité para Supervisión de Basilea (Ong, 1999, p. 16). Aquí también se aplica el modelo *Z score* (De la Fuente, 2001, p. 19).

** Una explicación completa de este modelo se puede ver en Lando (2004).

*** Desarrollado por el Banco de México (Ávila, Márquez y Romero, 2002).

Fuente: elaboración propia con base en Galicia (2003).

Los modelos para estimar la probabilidad de incumplimiento surgieron de manera formal durante la década de los setenta⁹; sin embargo, desde los años treinta ya se habían iniciado estudios basados en el análisis tradicional de razones financieras. Es necesario considerar que para entender el riesgo de crédito se deben visualizar los conceptos de *pérdida esperada* y *pérdida no esperada* (Elizondo y López, 1999). El deterioro que presenta un crédito en el momento del análisis de riesgo se traduce en una pérdida esperada que producirá una minusvalía para el banco y por lo cual se deberá crear una reserva preventiva.

⁷ Para mayor detalle, véanse Chorafas (2000, p. 52) y Ong (1999, p. 63).

⁸ A diferencia del riesgo de mercado, el desarrollo de metodologías para medir el riesgo de crédito ha sido menos cuantioso, ya que estas dependen de las características propias de cada institución.

⁹ Una evolución completa de los modelos se pueden ver en Erlenmaier (2001) y Merton (1974).

Adicionalmente, la calidad de la cartera es variable en el tiempo, por lo que las pérdidas esperadas también pueden diferir entre dos periodos de análisis. Así surgen las pérdidas resultantes de cambios en la calidad de la cartera de créditos, llamadas comúnmente *pérdidas no esperadas*. En general, las pérdidas esperadas se determinan según la probabilidad de quiebra del acreditado, estimada, por ejemplo, mediante el modelo de calificaciones. Por lo anterior, las corrientes actuales están diseñando modelos de medición del riesgo de crédito que permitan establecer las pérdidas no esperadas como un indicador de capital económico para hacer frente al riesgo de crédito.

2.1 Elementos de un modelo de valuación

Los componentes esenciales de un modelo son precisamente aquellos que describen el riesgo de crédito per se; sin embargo, el análisis del riesgo de crédito debe considerar dos tipos de riesgo: el individual y el de portafolio (Cuadro 2).

Cuadro 2

Elementos de un modelo de valuación

De riesgos individuales	De riesgos de portafolios
<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidad de incumplimiento • Tasa de recuperación • Migración del crédito 	<ul style="list-style-type: none"> • Incumplimiento y calidad crediticia correlacionada • Contribución al riesgo y concentración crediticia

Fuente: elaboración propia con base en Chorafas (2000) y Ong (1999).

El objetivo del análisis del riesgo de crédito de un portafolio es identificar la concentración existente en la cartera crediticia, ya sea

por actividad económica o por región geográfica, mediante las correlaciones entre los acreditados que conforman la cartera. Con esta información las instituciones tratarán de diversificar su cartera, a fin de minimizar el riesgo.

2.2 Modelos tradicionales

Dentro de estos modelos se identifican dos corrientes, la que se basa en conceptos de tipo fundamental y la que utiliza una ponderación de factores que se identifican como determinantes del incumplimiento de las obligaciones. Las técnicas de tipo fundamental parten de la proyección de variables económicas y financieras en el tiempo, del desempeño de la empresa en dichas condiciones (Márquez, 2006). Este tipo de modelos involucra el criterio subjetivo de cada analista que se hace basándose en valoraciones de acuerdo con la experiencia adquirida en la asignación de créditos.

Aunque este tipo de modelos se ha visto rebasado por las condiciones cambiantes en el entorno financiero y se ha llegado a sustituir por técnicas probabilísticas y estadísticas más sofisticadas, a continuación se explica en qué consisten, puesto que se siguen utilizando como complemento de los modelos más sofisticados.

2.2.1 Sistemas expertos

Los sistemas expertos tratan de captar la intuición de los expertos y sistematizarla aprovechando la tecnología, pues su campo de dominio es la inteligencia artificial, por medio de la cual intentan crear sistemas exper-

tos y redes neuronales. Sin embargo, quedan limitados tan sólo a la etapa de calificación, ya que no pueden establecer un vínculo teórico identificable con la probabilidad de impago y la gravedad de la pérdida, aunque sí les resulta posible establecer una correspondencia entre calificaciones y probabilidades de quiebra *ex post*.

Los principales factores que deben tomarse en cuenta para decidir si se otorga o no un crédito son nombrados como las cinco *C* del crédito y son los siguientes:

- *Capacidad*. La capacidad de pago del acreditado es el factor más importante en la decisión del banco. Consiste en evaluar la habilidad y experiencia en los negocios que tenga la persona o empresa, su administración y resultados prácticos. Para esta valuación se toma en cuenta la antigüedad, el crecimiento de la empresa, sus canales de distribución, actividades, giro, zona de influencia, número de empleados, sucursales, etc., ya que se requiere saber cómo pagará el préstamo y para ello se necesita determinar el flujo de efectivo del negocio; incluso necesitan el historial del crédito del dueño y sus deudas pasadas y presentes (tanto las personales como las comerciales).
- *Capital*. Se refiere a los valores invertidos en el negocio del acreditado, así como obligaciones, es decir, un estudio de las finanzas. Para la evaluación se requiere el análisis de su situación financiera. El análisis financiero detallado permite conocer completamente las posibilidades de pago, el flujo de ingresos y egresos, así como

la capacidad de endeudamiento. El flujo de liquidez, la rotación de inventario, el tiempo promedio que tarde en pagar, etc. son algunas razones financieras importantes para este análisis.

- *Colateral*. Son todos aquellos elementos de que dispone el acreditado para garantizar el cumplimiento del pago en el crédito, es decir, las garantías o apoyos colaterales. Se evalúa a través de sus activos fijos, el valor económico y la calidad de estos, ya que en el análisis del crédito se establece que no deberá otorgarse un crédito sin tener prevista una segunda fuente de pago.
- *Carácter*. Son las cualidades de honorabilidad y solvencia moral que tiene el deudor para responder al crédito. Se busca información sobre sus hábitos de pago y comportamiento en operaciones crediticias pasadas y presentes, en relación con sus pagos. La valuación del carácter o solvencia moral de un cliente debe hacerse a partir de elementos contundentes, cuantificables y verificables, como:
 - Referencias comerciales de otros proveedores con quienes tenga crédito.
 - Un reporte de buró de crédito.
 - La verificación de demandas judiciales.
 - Referencias bancarias.
- *Condiciones*. Son los factores exógenos que pueden afectar la marcha del negocio del acreditado, como las condiciones

económicas y del sector o la situación política y económica de la región. Aunque dichos factores no están bajo el control de acreditado, se consideran en el análisis de créditos para prever sus posibles efectos.

La mayoría de este tipo de sistemas expertos ha sido desarrollada por entidades financieras. Así, las ventajas que presenta su utilización son (De Andrés, 2000):

- *Permanencia.* Por medio de los sistemas expertos queda registrada permanentemente la información, lo que permite conservar el conocimiento cuando desaparezcan los expertos humanos.
 - *Reproducibilidad.* De un sistema experto se pueden hacer muchas copias, pero capacitar a una persona es un proceso lento y costoso.
 - *Eficiencia.* Si bien los sistemas expertos son caros de desarrollar, sus costos operativos son mínimos. Además, los costos de desarrollo son razonables si se tiene en cuenta que pueden ser repartidos entre sus múltiples usuarios o si se compara con las elevadas retribuciones de los expertos humanos.
 - *Consistencia.* Un sistema experto trata de igual manera todas las situaciones idénticas o similares y evita subjetividades. En contraste, los humanos pueden verse influidos por efectos distorsionadores, como el de proximidad (la información más reciente tiene un impacto desproporcionado en el juicio) o el de primacía (la primera información domina el juicio).
 - *Amplitud.* El conocimiento de varios expertos humanos puede combinarse para dar al sistema una mayor amplitud de la que un único ser humano es capaz de alcanzar. De este modo se elimina el sesgo.
 - *Integridad.* El sistema experto siempre tiene en cuenta todos los factores y, por ello, es capaz de descubrir posibilidades que quizá se pasaron por alto en el análisis humano.
- Sin embargo, el empleo de sistemas expertos no debe ser entendido como una panacea que permita saber de forma inequívoca la futura solvencia de una empresa, puesto que también presenta inconvenientes y riesgos (De Andrés, 2000):
- *Sentido común.* Además de conocimientos técnicos, los expertos humanos tienen sentido común, el cual todavía no se ha podido implantar en las máquinas.
 - *Aprendizaje.* Los humanos se adaptan ante entornos cambiantes, pero los sistemas expertos necesitan ser actualizados. No obstante, las técnicas de aprendizaje automático permiten evitar este inconveniente.
 - *Experiencia sensorial.* Los humanos aprenden a partir de una amplia gama de experiencias sensoriales; sin embargo, los sistemas expertos dependen exclusivamente de los datos que se les suministren.
 - *Degradación.* Los sistemas expertos fracasan cuando no hay respuestas claras y definidas o cuando el problema excede su área de conocimiento.

- *Exceso de confianza en el sistema.* Esto puede conducir a una falta de interés por aprender y desarrollar las capacidades de análisis, en el caso de los empleados no expertos y a una pérdida paulatina de la pericia de los analistas altamente calificados, por falta de entrenamiento.
- Si existen discrepancias entre el juicio del sistema y el del experto humano, puede producirse un rechazo del primero por parte del segundo.

De acuerdo con lo anterior, podemos señalar que los sistemas expertos son técnicas que presentan aún aspectos mejorables y posibilidades de desarrollo. Dentro de estos posibles desarrollos para el futuro tiene especial relevancia la implementación de técnicas de aprendizaje automático, que le permitan al sistema aprender por sí mismo a partir de una base de datos que contenga ejemplos de situaciones pasadas, lo cual evitará que los expertos humanos tengan que dedicar gran cantidad de tiempo a actualizar la aplicación. Entre tanto, consideramos que los resultados que arrojen los sistemas expertos no se pueden considerar definitivos al momento de realizar una valuación de crédito, sino que deben ser complementados con la experiencia y conocimiento del evaluador.

2.2.2 Sistemas de calificación

El más antiguo sistema de calificación de créditos es el que desarrolló la Oficina de Control de Moneda (OCC, por su sigla en inglés) de Estados Unidos de Norteamérica, el cual ha utilizado reguladores y banqueros en muchos países con el fin de evaluar

la adecuación de sus reservas para pérdidas crediticias. Así, este sistema establece cinco rangos para el portafolio de créditos, presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 3

Rangos de la Oficina de Control de Moneda

Reservas	%
Calificaciones de baja calidad	
Otros activos especialmente mencionados	0
Activos por debajo del estándar	20
Activos dudosos	50
Cartera vencida	100
Calificaciones de alta calidad	
Vencidos y vigentes	0

Fuente: Galicia (2003).

Con el paso de los años los bancos extendieron esta cartera con métodos internos y subdividieron más específicamente la categoría de créditos vigentes y vencidos. Considerando la larga historia del sector bancario en el mundo y las bien conocidas crisis originadas por las fallas en la administración del riesgo de crédito, las autoridades, con base en prácticas internacionales, establecieron reglas de capitalización cuyo objetivo ha sido siempre muy simple: reducir el número de quiebras bancarias.

En un principio, en el Acuerdo de Capital, en Basilea 1988, se estableció que para medir el riesgo de crédito debían considerarse cuatro ponderaciones: 0%, 20%, 50% y 100%, que se aplican de acuerdo con las categorías bajo las cuales se clasifican los créditos por tipo de emisor de la deuda o prestatario (Ong, 1999) (Cuadro 4).

Cuadro 4

Ponderadores de crédito sobre de los activos dentro del balance

Ponderador (%)	Categoría de activos
0	Obligaciones a cargo de gobiernos y tesorerías de los países miembros de la OCDE
20	Títulos emitidos por bancos de países miembros de la OCDE y organismos descentralizados de los gobiernos
50	Créditos hipotecarios
100	Obligaciones corporativas de países menos desarrollados, de bancos de países no miembros de OCDE

Fuente: elaboración propia.

La medición del riesgo y los aspectos de control del Acuerdo de Basilea tuvieron que ser revisados considerando las complejidades del mundo financiero moderno. Así es como en 1999, el Comité de Basilea comenzó nuevas discusiones para alcanzar un nuevo acuerdo de capital. La respuesta estuvo basada en tres críticas muy severas que los bancos hicieron al anterior acuerdo:

- Los índices de capital no habían sido prescritos bajo estándares para el cálculo de la probabilidad de insolvencia, sino de manera arbitraria.
- No se había hecho ningún requerimiento adicional sobre capital (excepto para el riesgo de mercado en 1996) para otras formas de riesgo.
- El requerimiento de capital bajo el método estandarizado no proveía técnicas de administración de riesgo avanzadas, especialmente para la administración del

riesgo de crédito del portafolio de la institución.

De este modo, en el marco de las nuevas discusiones del acuerdo original, la industria bancaria ha respondido invirtiendo recursos en la investigación y desarrollo de métodos internos de medición y administración del riesgo. En años recientes los bancos han optado por trabajar en modelos de riesgo de crédito como una alternativa o suplemento al acuerdo.

En función de estos propósitos internos, los grandes bancos se han dado a la tarea de intentar cuantificar sus riesgos de mercado, crédito y operativo usando distribuciones de probabilidad (Ong, 1999). En este sentido, el nuevo Acuerdo de Basilea considera dos aproximaciones de medición de riesgo (As-tolfi, Lacerda y Krause, 2005):

- *Aproximación estandarizada.* Es una evolución del acuerdo de 1988, con la diferencia de que las ponderaciones que se van a aplicar a los diversos tipos de crédito consideran la valuación del riesgo de crédito realizada por entidades externas clasificadoras de riesgos. Así, se comienzan a aceptar algunas distinciones entre préstamos de largo y corto plazo y algunos resultados obtenidos mediante técnicas de reducción de riesgo.
- *Aproximación basada en calificaciones internas de riesgo (ratings de riesgo)*¹⁰. Sustentada en la estimación de las pérdidas esperadas, que serán el fundamento

¹⁰ IRB por sus siglas en inglés de *Internal Ratings Based*.

de la exigencia de capital. Así, las mediciones internas permiten la exigencia de capital, basada en:

- Evaluaciones de riesgo conceptualmente sólidas.
- Técnicas de mitigación de riesgos (competitividad, control interno).
- Sistemas de gestión.

Esta aproximación, se basa en técnicas estadísticas y tiene como principal exponente a E. Altman. A continuación se muestra una breve descripción del modelo Z-Score, que es la metodología más utilizada para el análisis multivariado de la información financiera (análisis discriminante), una técnica estadística con la cual se clasifican observaciones en grupos definidos a priori (De la Fuente, 2006). El modelo Z-Score es el nombre que se le da al resultado de aplicar el análisis discriminante a un conjunto de indicadores financieros, cuyo propósito es clasificar las empresas en dos grupos: bancarota y no bancarota. Este modelo se pondera con datos reales de las empresas. La función discriminante se expresa:

$$Z_r = \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 \dots \dots \dots + \gamma_k X_k$$

Donde:

γ_i para $i = 1 \dots k$, son los coeficientes de la función discriminante.

X_i para $i = 1 \dots k$, son las variables independientes.

Z_i es el valor de la función discriminante o Z-Score.

El modelo original Z de Altman¹¹ fue desarrollado para predecir las quiebras de las empresas. Altman analizó la información financiera anual de 66 corporaciones del sector manufacturero. El resultado del modelo fueron 22 razones financieras como variables independientes, de las cuales eligió cinco como los mejores indicadores de quiebra corporativa.

X_1 = capital de trabajo/activos totales.

X_2 = utilidades retenidas/activos totales.

X_3 = utilidades antes de impuestos e intereses/activos totales.

X_4 = capital a valor de mercado/pasivos totales.

X_5 = ventas/activos totales.

Z = índice o valor discriminante.

En 1977, Altman, Haldeman y Narayanan construyeron un segundo modelo, en el que introdujeron algunas modificaciones al modelo Z-Score original, como:

- Un modelo para empresas medianas y grandes.
- Un modelo para empresas del sector manufacturero.

¹¹ Para mayor referencia consultar el documento completo Altman (1968).

- Incorporación de cambio en los estándares de cálculo de las principales razones financieras de acuerdo con las nuevas prácticas contables.

El resultado fue mejor, ya que predice la bancarrota de las empresas con cinco años de anticipación con un nivel de confianza del 90% y predice con un año de anticipación con un nivel de confiabilidad del 70%. Sin embargo, Moses y Liao (1987) devaluaron el poder analítico de este tipo de modelos, debido a la alta correlación que presentan las variables consideradas. Esta crítica alentó el uso de sistemas de valuación basados en la decisión experta de los ejecutivos de crédito de las instituciones.

Posteriormente, en 1989, Altman desarrolló una metodología para estimar la probabilidad de quiebra a través de mediciones de la “tasa de mortalidad”. En 1991, utilizó datos de Standard & Poor’s para determinar cómo migran los bonos corporativos de un nivel de calificación a otro y originan la aplicación de cadenas de Markov para modelar procesos aleatorios que caracterizan los cambios en la calidad de los créditos (Elizondo, 2003).

Una versión mejorada de la función Z fue publicada por Altman, Hartzell y Peck (citados en Samaniego, Trujillo y Martín, 2007) en 1995, la cual se expreso así:

$$Z = 3,25 + 6,56 X_1 + 3,26 X_2 + 6,72 X_3 + 1,05 X_4$$

Donde:

X_1 = activo circulante/activo total.

X_2 = reservas/activo total.

X_3 = utilidades antes de intereses e impuestos/activo total.

X_4 = valor contable del capital propio/pasivo total.

El término constante (3,25) en el modelo permite estandarizar el análisis, de manera que una calificación equivalente a quiebra es consistente con una puntuación menor o igual que cero.

Las ventajas de este modelo radican en que se puede trabajar con variables extraídas únicamente de los estados financieros y en que se puede aplicar a todos los sectores.

La principal desventaja es que las variables consideradas en el modelo presentan alta correlación, lo cual es motivo suficiente para dudar de su poder predictivo. Con el fin de conocer el estado actual de los sistemas de calificación en México (Samaniego, Trujillo y Martín, 2007), a principios de 1999 se realizó una encuesta en la que participaron seis bancos del sistema financiero mexicano. Se intentaba conocer seis aspectos:

- Los objetivos del sistema de calificación.
- Los riesgos que se van a calificar.
- La metodología para la asignación de la calificación.
- El número de calificaciones que tendrá el sistema.

- La periodicidad con la que se van a revisar las calificaciones.
- La definición de la quiebra.

Los bancos indicaron que los objetivos del sistema de calificación consisten en guiar el otorgamiento de crédito y asignar el riesgo a los solicitantes, usando modelos estadísticos de carácter econométrico y modelos de calificación por puntos basados en la experiencia. Además, manifestaron que utilizan diez niveles de calificación de calidad crediticia y que la periodicidad con la que se revisan las calificaciones no es homogénea, pues varía de tres meses a un año¹².

Por último, en cuanto a la definición de quiebra, existen también discrepancias: mientras que la Comisión Nacional Bancaria y de Valores (CNBV)¹³ sugiere que la quiebra no se da hasta que el acreditado ha dejado de pagar tanto intereses como capital durante un período de 12 meses; Moody's señala que basta con que un acreditado incumpla con un pago de intereses o de capital para considerarlo en impago. Los bancos pueden tomar cualquier postura entre estos dos enfoques; por lo tanto, resulta sumamente difícil comparar niveles de calidad crediticia entre bancos diferentes.

Para el caso de los países emergentes es importante tener en cuenta que se deben manejar con sumo cuidado los sistemas de calificación de riesgo crediticio, específicamente en el caso del modelo Z de Altman, el cual

se basa en el desempeño operativo y financiero de la empresa sin tomar en cuenta las variables del entorno, que en determinado momento pueden afectar al riesgo crediticio. Por lo cual se recomienda su uso complementado con otros modelos que sí incluyan las variables mencionadas.

2.3 Modelos modernos

Estos modelos son más sofisticados e incluyen un mayor número de variables en su cálculo, a continuación se presentan los principales:

2.3.1 Modelo KMV¹⁴ de monitoreo de crédito

Entre los modelos modernos, el modelo más popular es el KMV, el cual fue desarrollado a inicios de la década de los noventa por la calificadora Moody's y es una extensión del modelo de Merton, que toma en cuenta el comportamiento crediticio de los deudores (Saavedra, 2005).

Este es un modelo de diversificación basado en las correlaciones del mercado de acciones que permite estimar la probabilidad de incumplimiento entre activos y pasivos. El modelo KMV toma ideas del modelo de Frecuencias de Incumplimiento Esperado (EDF, por su sigla en inglés)¹⁵, además de considerar la diversificación requerida en los portafolios de deuda.

¹² Moody's revisa su matriz de calificación cada año.

¹³ Organismo que supervisa y regula a las entidades financieras en México.

¹⁴ El acrónimo se forma de los apellidos de los autores: Kealhofer, McQuown y Vasicek.

¹⁵ Este modelo está diseñado para transformar la información contenida en el precio de la acción en una medida del riesgo de incumplimiento de pago.

El modelo KMV define la probabilidad de incumplimiento como una función de la estructura del capital de la firma, la volatilidad del rendimiento esperado de los activos y su valor actual. Las EDF son específicas de una empresa y pueden ser transformadas hacia cualquier sistema de calificación para derivar la calificación equivalente del acreditado. Así también, las EDF pueden verse como calificaciones cardinales de los acreditados respecto del riesgo de incumplimiento, en lugar de la más convencional calificación ordinal propuesta por las agencias de calificaciones, expresadas en las letras, como AAA, AA, etc.

Contrario a otros modelos (CreditMetrics/Credit VaR I), el modelo KMV no hace referencias explícitas a las probabilidades de transición, las cuales en la metodología de KMV están ya implícitas en las EDF. Además, cada valor EDF está asociado con la curva de *spread*¹⁶ y la correspondiente calificación de crédito. La traducción de la información del mercado a probabilidades de incumplimiento se realiza en tres etapas (Crouhy, Galai y Mark, 2000):

Primera etapa: estimación del valor del activo y la volatilidad del rendimiento. Los modelos financieros generalmente consideran un valor de mercado de los activos y no el valor en libros que sólo representan los costos históricos de los activos tangibles, netos de depreciación. El cálculo del valor de mercado de los activos de la compañía y su volatilidad sería muy sencillo si todas sus obligaciones se valoraran a valor del mercado todos los días.

Este valor de mercado es una medida del valor presente de los flujos de efectivo libres y futuros, producidos por los activos de la empresa descontados a una tasa apropiada. En este valor se encuentra información sobre el sector y el entorno económico de la empresa.

Alternativamente, KMV utiliza el modelo de valuación de opciones aplicado a la evaluación de obligaciones corporativas, tal como lo sugiere Merton (1977). De acuerdo con este modelo, se asume que la estructura de capital de la compañía está compuesta por valores, deuda de corto plazo, deuda de largo plazo (asumida a perpetuidades) y obligaciones convertibles. La estimación del valor de los activos y la volatilidad del retorno sobre los activos generalmente requiere implementar técnicas iterativas.

Merton (1977) parte del supuesto de que no hay reestructura o negociación, de manera que existen únicamente dos posibilidades respecto al riesgo de crédito (Saunders, 2000):

- La empresa liquida el monto pactado dentro del plazo original.
- La empresa se declara insolvente y entrega sus activos al banco.

Por lo tanto, el crédito caerá en uno de los dos casos, dependiendo de la relación que guardan el valor de los activos (A) de la empresa con su pasivo (P), en la fecha de vencimiento de estos. Así, el uso del modelo de opciones para determinar el riesgo de crédito se basa

¹⁶ Diferencial de tasas de créditos.

en que existe una analogía entre un crédito y una opción *put*¹⁷.

Para simplificar esto se supone que la empresa tiene una única deuda por C pesos y sólo un activo que será realizado al vencimiento del crédito. Si la empresa tiene éxito y su activo se aprecia de tal manera que $A > C$, entonces puede pagar su deuda. Si sucede lo contrario y resulta que $A < C$, el acreedor recupera solo el valor de A y pierde la diferencia de $C - A$. Por lo tanto, la pérdida depende de lo que valgan los activos al vencimiento del crédito¹⁸ (valor de portafolio).

Segunda etapa: cálculo del riesgo de los activos, en el que se incluyen el riesgo del negocio y del sector en el que trabaja la empresa. Este riesgo se mide por la volatilidad de los activos. Sin embargo, esta volatilidad está relacionada con la de las acciones, pero no es exactamente la misma, ya que el endeudamiento de una compañía impacta la volatilidad de los activos de la empresa. En consecuencia, las compañías con baja volatilidad de los activos, como tradicionalmente lo ha sido la banca, tienden a estar mucho más endeudadas que aquellas que la tienen

alta, como el sector de las telecomunicaciones. Existe una medida de riesgo de *default* que combina el mencionado riesgo de los activos, su valor y el endeudamiento: la distancia al incumplimiento (*distance-to-default*).

De acuerdo con el modelo KMV, el incumplimiento ocurre cuando el valor de los activos alcanza un nivel entre el valor total de las obligaciones y el valor de la deuda a corto plazo. Este punto se conoce como punto de incumplimiento y es considerado por KMV como la deuda de corto plazo más la mitad de la deuda a largo plazo.

La distancia al incumplimiento compara el valor neto del mercado con el tamaño de un movimiento de una desviación estándar en el valor de los activos. Así, la distancia de incumplimiento es el número de desviaciones estándar entre la media y la distribución del valor de los activos en el punto de incumplimiento:

$$DD = \frac{E(V_t) - DPT}{S}$$

Donde:

$E(V_t)$ = valor esperado del activos en un año.

DPT = deuda de corto plazo + 1/2 (deuda a largo plazo).

S = volatilidad de los rendimientos esperados de los activos.

DD = distancia al incumplimiento.

¹⁷ Es un instrumento derivado que otorga el derecho (pero no la obligación) de vender un activo financiero a un precio y plazo determinados con anticipación.

¹⁸ Para aclarar este punto podemos decir que si al momento del vencimiento de la deuda el valor del activo es superior al de la deuda, no se ejerce la opción de venta, dado que se cuenta con los recursos suficientes para pagarla. Caso contrario, si al momento del vencimiento de la deuda, el valor del activo es inferior al de la deuda, se tendrá que ejercer la opción de venta, con el fin de afrontar la obligación contraída (la empresa entrega los activos al acreedor). Esto significa que el acreedor corre el riesgo de perder la diferencia entre el valor de la deuda y el valor del activo.

Esta medida incorpora, a través de la volatilidad y del valor de los activos, los efectos sector, zona geográfica y tamaño de la empresa. Si el valor de los activos cae por debajo del punto de incumplimiento, la empresa no podrá pagar su deuda, por lo que la probabilidad de *default* señala el peligro de que el valor de los activos caiga por debajo del punto de incumplimiento. Si la distribución futura del valor de los activos fuera conocida, la probabilidad de *default* sería la probabilidad de que el valor de los activos cayera por debajo del punto de default.

Tercera etapa: derivación de la probabilidad de incumplimiento. Consiste en convertir la distancia al incumplimiento en la EDF. Una vez que se tiene la EDF para determinado acreditado, el modelo KMV utiliza un modelo de valuación de riesgo neutral para derivar los precios descontados al valor esperado de futuros flujos de efectivo. La valuación de los flujos de efectivo riesgosos consiste en:

- La valuación del componente libre de riesgo.
- La valuación del componente expuesto a riesgo de crédito:

$$PV = \frac{FV * (1 + LGD) + FV * LGD(1 - Q)}{(1 + i)}$$

PV = valor presente de los flujos de efectivo.

FV = valor futuro (la obligación).

LGD = severidad de la pérdida en porcentaje.

1-LGD = tasa de recuperación.

i = tasa libre de riesgo del *i*-ésimo año.

Q = probabilidad de que el emisor incumpla en un año, la cual es obtenida a partir de la EDF.

Las variaciones en el precio de la acción, la razón de apalancamiento y la volatilidad de los activos puede cambiar totalmente la EDF de la empresa. Volatilidades más altas de la tasa de retorno de los activos implican que el mercado tiene mayor incertidumbre sobre el valor del negocio de la empresa.

Este modelo intenta encontrar la relación entre la distancia al incumplimiento y la probabilidad de que se produzca, por lo cual se elabora una tabla que relaciona la probabilidad de incumplimiento con los niveles de distancias de *default*. Así, es constante esta relación entre distancia al incumplimiento y probabilidad de que ocurra, independientemente del sector, el tamaño o el tiempo en el que se puedan encontrar dos empresas, ya que las diferencias existentes debidas a todos los factores señalados se recogen ya en la distancia al incumplimiento.

Para calcular el CreditVaR, el modelo KMV define la pérdida del portafolio como la diferencia entre el valor teórico del portafolio¹⁹ y su valor de mercado. Como se ha expuesto, la metodología recae casi exclusivamente en información del mercado de valores; por ende, no se puede implementar el modelo KMV

¹⁹ Valor teórico o intrínseco es el que se calcula tomando en cuenta modelos financieros, por ejemplo, flujos de efectivo.

donde los precios del mercado no representen el valor real de las compañías. Además, el enfoque es microeconómico, en el sentido de que sólo se utilizan los precios de las acciones de la empresa, sin tener en cuenta de forma explícita el ciclo económico.

A pesar de lo anterior, este modelo resulta una buena opción para ser usado en países emergentes, ya que considera indicadores que resultan muy sensibles para ellos, como son: volatilidad de la acción, el valor teórico y el valor de mercado de los activos.

2.3.2 Modelo desarrollado para mercados emergentes: CyRCE

En una investigación desarrollada en el Banco de México, se propuso el modelo de Capital y Riesgo de Crédito en Países Emergentes (CyRCE), bajo la principal motivación de aplicarlo a la realidad de los países emergentes, porque requiere menos recursos de cómputo y es lo suficientemente general como para que lo use cualquier banco (Márquez, 2006).

El modelo llega a una expresión para la medida de riesgo que permite establecer la relación directa entre el riesgo de crédito y los parámetros más importantes: capital requerido para afrontar riesgos y límites individuales de cada segmento de la cartera para propósitos de diversificación. Además, este modelo evalúa la suficiencia del capital asignado por un banco a una cartera de riesgos crediticios, a través de su comparación con el *valor en riesgo* (VaR, por su sigla en inglés) de dicha cartera, definido como la máxima pérdida posible con una probabilidad de

ocurrencia alta (intervalo de confianza que suele fijarse en 99%) y durante un determinado horizonte temporal (usualmente un año) (Fernández y Soárez, 2008).

Este modelo también supone que están dadas las probabilidades de incumplimiento de los créditos y sus covarianzas. Con estas últimas obtiene la forma funcional de la distribución de pérdidas, suponiendo que pueden ser caracterizadas por dos parámetros: la media y la varianza.

De esta forma, el VaR puede establecerse como la pérdida esperada más un cierto múltiplo de la desviación estándar de las pérdidas, que es el valor de la pérdida que acumula el porcentaje de probabilidad impuesto por el intervalo de confianza elegido. Este valor se adopta como cuota inferior al importe de capital que debe mantener un banco.

El otro componente del VaR consiste en las pérdidas inesperadas, esto es, “cierto múltiplo de la desviación estándar de las pérdidas” ya mencionado. La desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza de las pérdidas y esta es equivalente al producto entre el índice de Raleigh y el índice de concentración Herfindahl-Hirschman (HH). Esta descomposición permite apreciar en qué medida la concentración contribuye al riesgo de crédito de la cartera y permite establecer un valor máximo del índice HH que garantice que la desigualdad de la condición de capitalización se cumpla.

Dada la condición necesaria, pero no suficiente, de que si ningún crédito tiene una proporción mayor al valor del HH, este tendrá

un valor que como máximo será equivalente a la proporción que representa el crédito más grande de la cartera. La fijación de un tope de riesgo equivalente a ese valor máximo del HH permitiría asegurar el cumplimiento de la desigualdad de la condición de suficiencia de capital y previsiones.

Aparte de lo anterior, a esta posibilidad de fijar topes de riesgo individual que permite el modelo se debe agregar la de segmentar la cartera de créditos de forma arbitraria, que posibilita detectar los segmentos más riesgosos y evaluar la suficiencia de capital y sus previsiones. Los supuestos bajo los cuales se desarrolló este modelo son (Ávila, Márquez y Romero, 2002):

- Las probabilidades de incumplimiento de los créditos y sus covarianzas están dadas por factores externos y no necesariamente tienen que estar relacionadas a algún sistema de calificación.
- El análisis de la cartera se hace con cualquier criterio de segmentación²⁰, para poder establecer correspondencia entre los límites individuales y obtener una medida de concentración del riesgo que representa cada uno del total y sus implicaciones al requerimiento de capital.
- La distribución de pérdidas se puede caracterizar totalmente por su media y su varianza, lo cual permite obtener expresiones cerradas para el VaR de una cartera

²⁰ Este criterio debe tomar en cuenta que las probabilidades de incumplimiento deben ser iguales para todos los créditos de un segmento, así como la correlación entre ellos.

de crédito, sin tener que recurrir a técnicas numéricas altamente onerosas en el consumo de recursos y tiempo.

- Todos los elementos del riesgo se encuentran parametrizados y, por lo tanto, se pueden determinar de manera externa las deficiencias de información que son típicas de los mercados emergentes y se pueden subsanar haciendo supuestos sobre los valores de estos.

La medida a la que llega el modelo, considerando un caso sencillo donde todos los créditos tienen la misma probabilidad de fallar y son independientes entre sí es (Ávila, Márquez y Romero, 2002):

$$\theta \leq \frac{(\Psi - p)^2}{Z_\alpha^2 p(1 - p)} = \Theta(p, \Psi, \alpha)$$

Donde:

$\Psi = \frac{K}{V}$ = razón de capitalización del banco, o propiamente el inverso de cuántas veces tiene prestado el capital.

p = probabilidad de impago.

Z_α = variable normal estandarizada que corresponde al nivel de confianza α .

θ = límite de concentración expresado como una proporción de la cartera V .

Esta expresión determina el límite de concentración individual en función de la razón de capitalización, la probabilidad de incum-

plimiento y el nivel de confianza. En una primera generalización considera el vector $F = (f_i) \in E^n$ como la representación de la cartera de crédito.

Bajo el supuesto de independencia y de que la distribución de pérdidas se puede caracterizar por su media y su varianza, el valor en riesgo de la cartera para un cierto nivel de confianza es:

$$VaR_\alpha = \mu + Z_\alpha \sigma = pV + Z_\alpha \sqrt{p(1-p) \sum_{i=1}^N f_i^2}$$

Como el VaR, debe ser menor o igual al capital del banco, entonces se llega a la expresión:

$$p + Z_\alpha \sqrt{\frac{p(1-p) \sum_{i=1}^N f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N f_i\right)^2}} \leq \frac{K}{V} = \Psi$$

$$\frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N f_i\right)^2} \leq \frac{(\Psi - p)^2}{Z_\alpha^2 p(1-p)}$$

De esta expresión establece la relación con el índice de HH²¹ para establecer los límites de crédito y que la relación de suficiencia de capital quede como:

$$\Psi \geq p + Z_\alpha \sqrt{p(1-p)H(F)}$$

²¹ Los índices de concentración son medidas estadísticas que cuantifican el estado de la estructura de la población en estudio y por medio de ellos se pueden detectar problemas en su distribución.

Donde el índice de HH²² es:

$$H(F) = \frac{\sum_{i=1}^N f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^N f_i\right)^2}$$

En el caso general, donde las probabilidades de incumplimiento se representan como el vector π con matriz de covarianzas entre incumplimientos M y son exógenos al modelo, la expresión cerrada a la que llega es:

$$VaR_\alpha = \pi F + \sqrt{Z_\alpha F^T M F} \leq K$$

Y, la desigualdad de suficiencia de capital:

$$\Psi \geq \bar{p} + Z_\alpha \sqrt{\frac{F^T M F}{F^T F} H(F)} = \bar{p} + Z_\alpha \sigma \sqrt{H(F)}$$

Donde:

$\sigma^2 = \frac{F^T M F}{F^T F} = R(F, M)$, coeficiente de Rayleigh, que es una medida de la varianza de las pérdidas, y $\bar{p} = \frac{\pi^T F}{V}$ representa la pérdida esperada relativa al valor total de la cartera.

El coeficiente de Rayleigh surge como resultado de la solución de una serie de problemas

²² En una cartera en la que los créditos están restringidos a no exceder cierto límite, el valor del índice se maximiza cuando todo el crédito está concentrado en el mínimo número de acreditados, y cada acreditado está endeudado hasta el límite.

técnicos que presentaba el modelo original y se define como la medida que resume el efecto de variación y covariación en el riesgo de crédito, manteniendo las propiedades originales del modelo y evitando el proceso de factorización de la matriz de covarianzas con todos los problemas que esto significa.

Las mejoras al modelo también permiten obtener una medida de concentración de riesgo que indica cómo la correlación entre incumplimientos afecta la concentración por número de créditos y, por lo tanto, el riesgo de crédito de la cartera. Ello ofrece como ventaja que puede ser utilizado donde la información es limitada o el grado de desarrollo de sistemas de información aún es pobre y, por ende, dificulta conocer el detalle de la cartera.

Este modelo resulta bastante completo para aplicarlo en países emergentes, dado que determina tres aspectos fundamentales: (1) fija topes de riesgo individual, (2) segmenta la cartera y (3) evalúa la suficiencia de capital. De este modo, se convierte en un elemento fundamental para la administración y el control del riesgo de una entidad financiera.

3. Análisis comparativo de los modelos

3.1 Características de los modelos

Los modelos se caracterizan en función de la forma de determinar el riesgo y del enfoque utilizado en la inclusión de las variables, como lo resume el Cuadro 5. En este se pueden observar los modelos tradicionales o estáticos, que consideran muy pocas variables en

la determinación del riesgo (que por lo general son internas), mientras que los modelos dinámicos nos presentan una determinación del riesgo más compleja y con la inclusión de variables en el contexto global.

Cuadro 5

Características de los modelos

Tradicional o estáticos	Sistemas expertos	<ul style="list-style-type: none"> Determinan el riesgo que se va a cubrir aplicando un determinado porcentaje Consideran estático e independiente el comportamiento de las variables
	Sistemas de calificación	
Modernos o dinámicos	KMV	<ul style="list-style-type: none"> Determinan el riesgo que se va a cubrir mediante la aplicación de modelos estadísticos y actuariales Se realiza un análisis del contexto global de la gestión de riesgo de crédito
	CyRCE	

Fuente: elaboración propia.

3.2 Variables de los modelos

Las variables de los modelos representan aquellos indicadores que se analizan en los modelos con el fin de determinar el riesgo de crédito. En el Cuadro 6 podemos observar que los modelos tradicionales consideran variables que se pueden obtener directamente de la información cuantitativa o cualitativa de la empresa, mientras que los modelos modernos necesitan establecer relaciones entre estas variables, con el fin de contar con los insumos que permitan determinar el riesgo de crédito.

Cuadro 6

Variables de los modelos

Tradicional- es o está- ticos	Sistemas expertos	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad • Capital • Colateral • Carácter • Condiciones
	Sistemas de califica- ción	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones de ries- go conceptualmente sólidos • Técnicas de mitigación de riesgo • Sistemas de gestión
Modernos o dinámicos	KMV	<ul style="list-style-type: none"> • Relación entre el valor del mercado de capital y el valor de mercado de sus activos • Relación entre la volati- lidad de los activos del capital de la compañía
	CyRCE	<ul style="list-style-type: none"> • Relación entre el ries- go de crédito y el ca- pital requerido para afrontar riesgos • Relación entre el ries- go de crédito y los lí- mites individuales de cada segmento de la cartera • Probabilidad de incum- plimiento

Fuente: elaboración propia.

3.3 Metodología de los modelos

La metodología consiste en las herramientas matemáticas y financieras utilizadas para desarrollar y aplicar los modelos. En el Cuadro 7 vemos que los modelos tradicionales usan, por lo general, una herramienta o un método para determinar el riesgo, el cual se puede calcular directamente una vez recolectada la información. Los modelos dinámicos necesi-
tan seguir todo un procedimiento que permita ir estableciendo cada uno de los elementos que se van a utilizar en la determinación del riesgo.

Cuadro 7

Metodología de los modelos

Tradicional- es o está- ticos	Sistemas expertos	<ul style="list-style-type: none"> • Árboles de decisión
	Sistemas de califica- ción	<ul style="list-style-type: none"> • Z de Altman • Oficina de Control de Moneda (rangos) • Calificaciones internas de riesgo (IRB)
Modernos o dinámicos	KMV	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de valuación de opciones de Merton (B&S) • Distancia de incumpl- miento • Derivación de la pro- babilidad de incumpl- miento
	CyRCE	<ul style="list-style-type: none"> • Determina el límite de concentración indivi- dual con base en ra- zón de capitalización, probabilidad de incum- plimiento y nivel de confianza • Índice de Herfindahl- Hirschman • VaR

Fuente: elaboración propia.

3.4 Ventajas de los modelos

Con el fin de resaltar las bondades de cada uno de los modelos descritos en este trabajo, en el Cuadro 8 se resumen brevemente sus ventajas. De acuerdo con ello, podemos ver que la principal del uso de los modelos tradicionales consiste en la facilidad de obtener datos y de aplicarlos; entre tanto, la principal ventaja de los modelos modernos es que permiten determinar la probabilidad individual de incumplimiento y que se puede tomar la información que existe en el mercado.

Cuadro 8

Ventajas de los modelos

Tradicional- es o estáti- cos	Sistemas expertos	<ul style="list-style-type: none"> Facilidad de obtención de datos Facilidad de aplicación
	Sistemas de califi- cación	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores de los estados financieros
Modernos o dinámicos	KMV	<ul style="list-style-type: none"> En la metodología se encuentra implícita la EDF Toma en cuenta la diversificación requerida en los portafolios de deuda Probabilidad de incumplimiento individual
	CyRCE	<ul style="list-style-type: none"> Uso en mercados emergentes Se tiene información parametrizada en el mercado Se obtienen límites de créditos individuales Puede evaluar segmentos particulares de cartera

Fuente: elaboración propia.

3.5 Desventajas de los modelos

Con el fin de alertar acerca del cuidado que se debe de tener en el uso de los modelos, en el Cuadro 9 se señalan las principales desventajas de cada uno de ellos. Como podemos observar, en los modelos tradicionales o estáticos constituyen desventajas la subjetividad y la falta de integración a la gestión de riesgo, mientras que en los modelos modernos no siempre la información del mercado representa el valor de las empresas y es necesario usar técnicas estadísticas avanzadas.

Cuadro 9

Desventajas de los modelos

Tradicional- es o estáti- cos	Sistemas expertos	<ul style="list-style-type: none"> Subjetividad Consistencia
	Sistemas de califi- cación	<ul style="list-style-type: none"> Alta correlación entre las variables Datos históricos Técnicas estadísticas avanzadas No están integrados a la gestión de riesgo No separa por sectores Las puntuaciones no se correlacionan con la probabilidad de impago
Modernos o dinámicos	KMV	<ul style="list-style-type: none"> Los precios del mercado no representan el valor real de las empresas Enfoque micro-económico Se necesita una gran base de datos
	CyRCE	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere conocimiento de técnicas estadísticas avanzadas La identificación de segmentos no siempre resulta sencillo

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

- Los modelos tradicionales de administración del riesgo se basan en un esquema de análisis de ciertos componentes básicos para evaluarlo. Estos modelos se aplican cuando no se cuenta con herramientas avanzadas o con expertos que puedan aplicarlos o cuando la experiencia del evaluador y el conocimiento acerca del cliente no permiten tomar decisiones de otorgar o no el crédito, sin necesidad de profundizar más en el análisis del riesgo.

- Los modelos modernos de administración del riesgo intentan registrar la alta volatilidad a la que están sujetos los valores y emplean técnicas más sofisticadas para su determinación. Estos modelos se aplican cuando se manejan los créditos en un entorno altamente inestable y cuando los montos son relevantes.
- Diversos autores han señalado que los modelos que ocupan exclusivamente variables contables y macroeconómicas alcanzan una precisión inferior en la predicción de la insolvencia (Bunn y Redwood, 2003). Sin embargo, se considera que pueden resultar de utilidad cuando el entorno es estable y los montos de otorgamiento de créditos no son muy relevantes.
- Por otro lado, modelos estadísticos que incluyen la distancia al incumplimiento (o la probabilidad estimada de insolvencia) tienden a alcanzar mayor precisión que los modelos de riesgo de crédito tradicionales (Duffie, Saita y Wang, 2007). Dado el entorno actual, estos modelos deberían ser los más aplicados por la banca en la determinación del riesgo de crédito.
- Dentro de los modelos modernos de medición de riesgo de crédito se destaca el modelo CyRCE, el cual fue creado para el contexto mexicano y puede aplicarse a la realidad de cualquiera de los países emergentes. La importancia de este modelo estriba en que establece una relación directa entre el riesgo de crédito y los parámetros más importantes para determinar su medida, como son: el capital requerido para afrontar riesgos y los límites individuales de cada segmento. También evalúa la suficiencia del capital asignado por un banco a una cartera de riesgos crediticios.
- Si las entidades bancarias no utilizan un modelo adecuado de medición y control de riesgos, corren el peligro de asumir niveles de riesgo que son difíciles de afrontar y que podrían llevarlos a una insolvencia peligrosa para su estabilidad financiera. Así mismo, se puede dar el caso de que implementen estrategias tan conservadoras que lleguen al punto de mantener un capital muy elevado en detrimento de la rentabilidad, dado que se perdería la oportunidad de colocar capitales que pueden prometer un adecuado retorno.

En este sentido, la aplicación de un modelo de riesgo permite: determinar el riesgo, limitar y tener certidumbre sobre el nivel de riesgo que puede impactar el capital de la institución y tomar decisiones sobre un umbral de riesgo para deshacer posiciones y evitar pérdidas. De ahí la importancia de estudiar este tema y proponer la implementación de modelos acordes con el entorno en que se desenvuelve el sector bancario en nuestros días.

Lista de referencias

Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23 (4), 589-609.

Astolfi, G.; Lacerda, F. y Krause, K. (2005). El nuevo acuerdo de Basilea: un estudio de caso para el contexto brasileiro. *Revista de Temas Financieros*, 147-166.

- Ávila, F.; Márquez, J. y Romero, A. (2002). *Implantación del modelo CyRCE: simplificaciones por estructura y estimación de parámetros*. México: Banco de México.
- Bunn, P. and Redwood, V. (2003). *Company accounts based modelling of business failures and the implications for financial stability*. Working Paper N° 210. London: Bank of England.
- Chorafas, D. (2000). *Managing credit risk, analyzing rating and pricing the probability of default*. Londres: Euromoney Institutional Investor PLC.
- Crouhy, M.; Galai, D. and Mark, R. (2000). A comparative analysis of current credit risk models, Canada: Canadian Imperial Bank of Commerce. *Journal of Banking & Finance*, 24 (1), 59-117.
- De Andrés, J. (2000). *Técnicas de inteligencia artificial aplicados al análisis de solvencia empresarial*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- De la Fuente, M. (2006). *Administración integral de riesgos financieros*. México: Universidad Iberoamericana.
- Duffie, D.; Saita, L. and Wang, K. (2007). Multi-period corporate failure prediction with stochastic covariates. *Journal of Financial Economics*, 83 (3), 635-665.
- Elizondo, A. (coord.), (2003). *Medición integral del riesgo de crédito*. México: Limusa.
- y López, C. (1999). El riesgo de crédito en México: una evaluación de modelos recientes para cuantificarlo. *Gaceta de Economía*, 4 (8), 51-74.
- Erlenmaier, U. (2001). Models of joint defaults in credit risk management: An assessment. *Germany: University of Heidelberg Working Paper N° 358*.
- Falkenstein, E. (1997). Accounting for economic and regulatory capital in RAROC Analysis. *Bank Accounting and Finance*, 11 (11), 1-11.
- Fernández, D. y Soarez, R. (2008). Valor en riesgo de las carteras de préstamos bancarios. *Uruguay: Quantum*, 3 (1), 5-20.
- Galicia, M. (2003). *Los enfoques del riesgo de crédito*. México: Instituto del Riesgo Financiero.
- Gordy, M. (2002). A Risk-factor model foundation for ratings-based bank capital rules. *Board of Governors of the Federal Reserve System*. Recuperado el 25 de enero de 2008, de <http://ssrn.com/abstract=361302>.
- Lando, D. (2004). *Credit risk modeling: theory and applications*. New Jersey: Princeton University Press.
- Márquez, J. (2006). *Una nueva visión del riesgo de crédito*. México: Limusa.
- Merton, R. (1977). On the pricing of contingent claims and the Modigliani-Miller theorem. *Journal of Financial Economics*, 5, 141-183.
- Morgan, J. P. (1997a). *CreditRisk+ a credit risk management framework*. Recuperado el 29 de enero de 2008, de http://www.csfb.com/institutional/research/credit_risk.shtml.
- (1997b). *CreditMetrics*. Recuperado el 4 de febrero de 2008, de http://www.creditriskresource.com/papers/paper_125.pdf.

- Moses, D. and Liao, S. (1987). On developing models for failure prediction. *Journal of Commercial Bank Lending*, 60 (7), 27-38.
- Ong, M. (1999). *Internal credit risk models: capital allocation and performance measurement*. London: Risk Books.
- Prieto, G. (2000). Estimación del riesgo crediticio en México. *Revista Internacional de Fondos de Pensiones*, 2, 45-52.
- Roisenvit, A. y Zárate, M. (2006). Hacia una cultura del *risk management*. Superintendencia de entidades financieras y cambiarias. *Revista del Banco Central de la República de Argentina*.
- Saavedra, P. (2005). Riesgo y los acuerdos de Basilea. *Laberintos e Infinitos*, 223, 7-10. Recuperado el 7 de junio de 2010, de <http://laberintos.itam.mx/files/233.pdf>.
- Samaniego, R.; Trujillo, A. y Martín, J. (2007). Un análisis de los modelos contables y de mercado en la evaluación del riesgo de crédito: aplicación al mercado bursátil español. *Revista Europea de Dirección y Economía de la empresa*, 16 (2), 93-110.
- Saunders, A. (2000). *Financial institutions management*. New York: McGraw Hill.
- Standard & Poor's (1996). *Sovereign credit rating: A primer; Creditweek*. New York: S&P.