

# **CRISIS Y ESTABILIDAD CAMBIARIA EN MÉXICO: UNA EXPLICACIÓN MEDIANTE LA HIPÓTESIS DEL MERCADO COHERENTE**

Klender Aimer Cortez Alejandro, [kcortez@facpya.uanl.mx](mailto:kcortez@facpya.uanl.mx), Universidad Autónoma de Nuevo León  
Martha del Pilar Rodríguez García, [marthadelpilar2000@yahoo.com](mailto:marthadelpilar2000@yahoo.com), Universidad Autónoma de Nuevo León

## **RESUMEN**

La Hipótesis de Mercado Coherente supone que el mercado de capitales, al igual que otros sistemas no lineales, presenta transiciones entre estados de desorden a estados más ordenados y ofrece una opción para la comprensión de inestabilidades en los mercados financieros. Es por eso que el objetivo de este artículo es aplicar esta hipótesis en el mercado cambiario y de esta forma dar una alternativa para explicar las devaluaciones en México como la ocurrida en 1995. El estudio presenta evidencias de la existencia en México de los cuatro estados de mercado que propone la Hipótesis del Mercado Coherente (paseo aleatorio, transición inestable, caótico y coherente) en el periodo de 1992 a 2003. Para distinguir las cuatro fases se realiza un análisis de riesgo/rendimiento en la serie de tipo de cambio peso/dólar de 1992 a 2003 y se complementa con una revisión del diferencial porcentual entre el tipo de cambio a la compra y venta como medida del comportamiento en masa del mercado.

**Palabras clave:** crisis cambiaria, comportamiento en masa, teoría de la imitación social, hipótesis del mercado coherente

## **ABSTRACT**

The Hypothesis of Coherent Market supposes that the market of capitals, like other nonlinear systems, presents transitions between states of disorder to ordered states more and offers an option for the understanding of instabilities in the financial markets. It is why the objective of this article is to apply this hypothesis in the exchange market and of this form to give an alternative to explain the devaluations in Mexico like the happened one in 1995. The study presents evidences of the existence in Mexico of the four states of market that proposes the Hypothesis of the Coherent Market (random walk, unstable transition, chaotic and coherent) in the period from 1992 to 2003. In order to distinguish the four phases a risk analysis is made in the series of type of change weight/dollar from 1992 to 2003 and it complements with a revision of the percentage differential between the type of change to the purchase and sale like measurement of the behavior in mass of the market.

**Key word:** Exchange crisis, behavior in mass, theory of the social imitation, hypothesis of the coherent market

## **1. INTRODUCCIÓN**

La alineación de los peces en grupos, las luciérnagas alumbrando al unísono e inclusive los humanos que siguen los dictados de las modas son ejemplos de sistemas ordenados a los que Callen y Shapero (1974a,1974b) aplicaron el modelo Ising del ferromagnetismo para desarrollar la Teoría de la Imitación Social (TIS). Vaga (1990, 1994) aplicó la TIS en el análisis financiero y propuso la Hipótesis del Mercado Coherente (HMC) para explicar los fenómenos de polarización de opiniones en el mercado de capitales.

Soros (1999: p 112) menciona que el comportamiento seguidista constituye una amenaza para la estabilidad de la sociedad en la misma medida que en los mercados financieros. Sornette (2003) hace una síntesis de la evidencia a favor de la hipótesis de que las crisis en los mercados de capitales tienen analogías a los puntos críticos estudiados en el campo de la estadística en la física relacionados con el magnetismo. Supone la existencia de un comportamiento en masa en donde los inversionistas se imitan entre ellos. Estas ideas

La HMC explica que el mercado puede presentar transiciones de un estado de paseo aleatorio (desordenado) a periodos de comportamiento en masa como en los mercados coherentes y caóticos (ordenados). Cerca del umbral crítico de transición, el mercado es altamente susceptible al ruido (noticias de política o de aspectos económicos aleatorios). Esta ideas nos lleva a preguntarnos si el mercado cambiario puede presentar también distintos comportamientos como los sugeridos por la HMC y de esta manera dar una explicación al por qué se generan periodos de crisis y estabilidad cambiarias como ha sucedido en México.

## 2. LA HIPÓTESIS DEL MERCADO CAMBIARIO COHERENTE (HMCC)

La HMC asume que los grupos industriales ( $n$ ) en el mercado de capitales son análogos a las moléculas de una barra de hierro y que el rendimiento de este mercado, es decir, el parámetro de orden ( $q$ ) es proporcional a la diferencia entre el número de grupos industriales tendientes a ir a la alza ( $N^+$ ) y los que tienden a ir la baja ( $N^-$ ). El parámetro de orden se define como,

$$q = \frac{N^+ - N^-}{2n}; \quad q \in [-1/2, +1/2] \quad (1)$$

$$\Delta q = 1/n$$

El objetivo es conocer la probabilidad  $f(q)$  de encontrar  $N^+$  individuos con una opinión del mercado "hacia la alza" y  $N^-$  individuos con una opinión "hacia la baja" en el tiempo  $t$ . La HMC nos dice que el parámetro de orden para el mercado de capitales es el rendimiento anual del índice del mercado y toma como supuesto que  $q \in [-1/2, +1/2]$ . En el caso del mercado cambiario podríamos considerar como parámetro de orden la tasa de depreciación del índice del tipo de cambio efectivo (ITCE) para mostrar una depreciación general de la moneda local con respecto a un grupo de monedas. El Banco de México publica mensualmente un índice del tipo de cambio del peso mexicano con respecto a 111 países. El dólar de los Estados Unidos tiene una ponderación en el índice en un 29% seguido por el yen japonés con el 15,7%. Por su parte, el euro de 11 miembros de la Unión Europea (Alemania, Austria, Bélgica, España, Finlandia, Francia, Grecia, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal) se pondera con un 27,4%, por lo que estos países representan los principales socios comerciales de México.

Sin embargo, durante los años de crisis (1976, 1982, 1986 y 1995) la tasa de depreciación del índice de tipo de cambio efectivo supera los límites establecidos en la HMC. La tasa de depreciación anual alcanza niveles muy altos, superiores al 100%, en la década de los ochenta y en la devaluación de 1995. La tasa de depreciación

mensual presenta más fluctuaciones que la tasa anual; sin embargo, la tasa de depreciación máxima no supera el 60%. Por otra parte, la tasa de depreciación semestral la cual muestra también las cuatro principales devaluaciones del periodo en consideración, no supera el 100%. Por esta razón, realizamos ciertas modificaciones al modelo para permitir un rango más flexible del parámetro  $q$ , es decir,  $q \in [-x, +x]$ , donde  $x$  es el valor límite que puede tomar  $q$  en términos absolutos.

$$q = x \left( \frac{N^+ - N^-}{n} \right); \quad q \in [-x, +x] \quad (2)$$

$$\Delta q_x = x(2/n)$$

El modelo de Ising aplicado al mercado de capitales tiene tres parámetros de control, para el caso del mercado cambiario estos parámetros se podrían interpretar como sigue:

1. Número de Grados de Libertad ( $n$ ): De manera análoga al mercado de capitales, en el mercado cambiario se podría interpretar como el número de países que integran el índice de tipo de cambio efectivo, en nuestro caso 111. Sin embargo, esto sería útil cuando todos los países tuvieran la misma ponderación dentro del índice, pero como ya se ha dicho, en nuestro caso cada país tiene una ponderación diferente. Para resolver esta cuestión fijamos  $n=100$ , es decir, la suma de todas las ponderaciones del índice por cien. De tal forma que  $N^+$  se interpretaría como la suma de las ponderaciones de las monedas tendientes a la alza por cien, es decir, las monedas que están apreciadas con respecto al peso. Mientras que  $N^-$  sería la suma de las ponderaciones de las monedas tendientes a la baja por cien, es decir, las monedas que están depreciadas con respecto al peso.
2. Sesgo Fundamental ( $h$ ): Al igual que en la HMC,  $h$  refleja el comportamiento de las variables económicas que influyen al parámetro  $q$ . No obstante, cuando el parámetro de orden es la tasa de devaluación, un sesgo positivo ( $h < 0$ ) inclinaría la distribución de probabilidad de  $q$  hacia el lado izquierdo, mientras que un sesgo negativo ( $h > 0$ ) lo haría en el lado derecho. Esto es debido a que un incremento porcentual en el índice (tasa de depreciación positiva) significa que el peso mexicano tiende a la baja, es decir, el peso está depreciándose. Por lo contrario, una tasa de depreciación negativa implica que el peso tiende a la alza o se está apreciando. La política monetaria también juega un papel importante en el mercado cambiario al igual que en la HMC. Sin embargo, también hay que tener en cuenta la política monetaria del exterior. Por ejemplo, el modelo monetario de precios rígidos desarrollado por Dornbusch (1976) y Frankel (1979) nos dice que en el corto plazo (precios rígidos), un mayor diferencial de tipos de interés nominal significaría un incentivo a la entrada de capitales que haría que el tipo de cambio se apreciara. Peters (1994: p159) menciona que el valor fundamental de las monedas está más relacionado con variables económicas como las tasas de interés que con la actividad económica del país.
3. Sentimiento del Mercado ( $k$ ): Grado de afinidad entre las opiniones de los inversionistas en el mercado cambiario, de carácter individual hacia un comportamiento en masa. Es una medida de la psicología del mercado o del grado de "especulación" entre los participantes del mercado cambiario y corresponde al análisis técnico. Si consideramos que el rango del porcentaje de devaluación está en el intervalo  $q \in [-4/5, +4/5]$ , es decir,  $x=4/5$  entonces el punto crítico de  $k$ , es decir, el punto en el que las opiniones de los

participantes pasan a ser de un comportamiento individual a un comportamiento en masa se encuentra en  $k=1,25$ . Por consiguiente, la relación entre  $k$  y  $x$  es  $k=1/x$ . De esta forma, si  $k<1,25$  prevalece un pensamiento individual (racional) entre los participantes, mientras que con un valor de  $k>1,25$  domina un comportamiento en masa entre los individuos. Este parámetro de control también puede ser visto como la cantidad de divisas que fluye dentro del mercado o que tan lejos se encuentra el mercado fuera del equilibrio.

Por tal, la ecuación general de la función de probabilidad  $f(q_x)$  que permite ampliar el rango de  $x$  se presenta a continuación

$$f(q_x) = c \cdot Q_x^{-1}(q_x) \exp \left\{ 2 \int_{-x}^{q_x} \frac{K_x(q_x)}{Q_x(q_x)} dy \right\} \quad (1)$$

donde

$$K_x(q_x) = 2 \cdot x \cdot [\sinh(k \cdot q_x + h) - (q_x/x) \cdot \cosh(k \cdot q_x + h)]$$

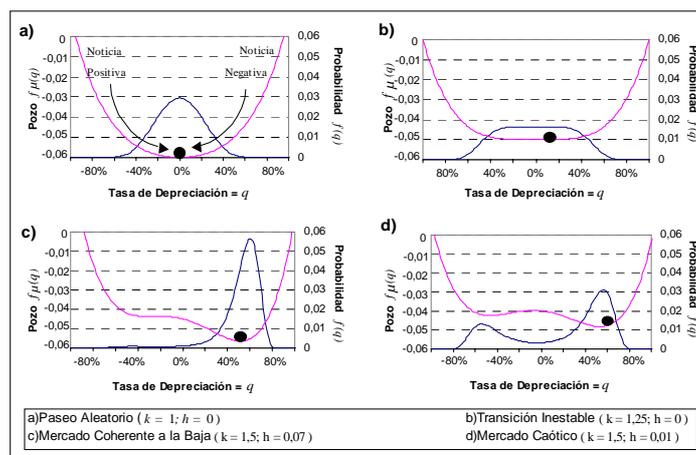
$$Q_x(q_x) = 4 \cdot x^2 \cdot (1/n) \cdot [\cosh(kq_x + h) - (q_x/x) \cdot \sinh(k \cdot q_x + h)]$$

$$c^{-1} = \int_{-x}^{+x} Q_x^{-1}(q_x) \exp \left\{ 2 \int_{-x}^{q_x} \frac{K_x(q_x)}{Q_x(q_x)} dy \right\} dq_x$$

### Fases de transición en el mercado cambiario

La HMC no necesariamente se limita al mercado de capitales, podemos suponer que el mercado cambiario, al igual que otros sistemas no lineales, presenta transiciones entre estados de desorden (paseo aleatorio) a estados más ordenados (mercados caóticos y coherentes), esto es, la Hipótesis del Mercado Cambiario Coherente (HMCC). Los cuatro estados de la HMCC se visualizan en la figura 1. Los 4 estados que puede presentar la HMCC se describen a continuación.

Figura 1. Hipótesis del Mercado Cambiario Coherente.



Fuente: Cortez (2005)

### 1) El Paseo Aleatorio:

En la figura 1a se presenta la situación en la cual los participantes en el mercado cambiario muestran un comportamiento individual ( $k=1$ ) y el sesgo fundamental es neutral ( $h=0$ ), es decir, el mercado se encuentra en un paseo aleatorio. La tasa de depreciación ( $q$ ) puede ser vista como una "bola" la cual es golpeada por fuerzas aleatorias como lo muestra la gráfica. La bola se encuentra atrapada en un pozo con un único fondo cercano a cero, por lo que la nueva información es ignorada rápidamente. Las fluctuaciones del tipo de cambio son probablemente pequeñas. Cualquier movimiento que nos lleve a una depreciación (lado derecho de la distribución de probabilidad) tiene casi o igual probabilidad y frecuencia (dependiendo del sesgo fundamental) que movimientos hacia una apreciación (lado izquierdo de la distribución de probabilidad). En cuanto al riesgo esperado,  $\sigma_e$ , éste se mantiene constante independientemente del sesgo fundamental. Por otra parte, cuando  $h$  es bajo o nulo, la tasa de depreciación esperada,  $s_e$ , es igual o cercana a cero. Cuando los individuos del mercado tienen un comportamiento independiente ( $k=1$ ), la  $s_e$  muestra valores bajos en términos absolutos en comparación con un comportamiento en masas ( $k=1,5$ ).

### 2) Transición Inestable

En la figura 1b cuando  $k$  se acerca al valor de 1,25 y el sesgo fundamental es neutral ( $h=0$ ) la curva de probabilidad  $f(q)$  se hace más plana. Esto significa que las noticias tienen un impacto duradero en el mercado cambiario. Si la tendencia en el tipo de cambio es a la baja, esta depreciación tiende a reforzarse por sí misma hasta que otra información la cambie, por ejemplo, una ligera disminución en la oferta monetaria doméstica que ocasione un aumento en el diferencial de tasas de interés con respecto al exterior. La "bola" ( $q$ ) que se presenta en la figura 1b, es decir, la tasa de depreciación, es libre de cambiar de rumbo en un amplio rango. En otras palabras, la influencia de noticias inesperadas en la transición inestable es más duradera en comparación con un mercado de paseo aleatorio. Durante la transición, podrían existir variaciones en las tasas de depreciación individuales del peso con cada moneda. Algunos países serían altamente atractivos mientras que otros presentarían una moneda depreciada y con poco interés por parte de los inversionistas. Sin embargo, en promedio el mercado cambiario tendría muy baja ganancia neta, mientras que podría haber diferentes resultados en cada cotización.

### 3) Mercado Coherente

A medida que  $k$  pasa el valor de 1,25 el comportamiento de los participantes en el mercado cambiario converge, es decir, se crea un comportamiento en masa. Si además el sesgo fundamental es muy pesimista, en nuestro caso  $h>0,05$ , se origina un mercado cambiario coherente a la baja (MCCB), esto es, un periodo con una fuerte depreciación en el tipo de cambio. De forma análoga con la HMC, esta situación ocurre cuando las reservas internacionales de divisas en el país en cuestión son inusualmente bajas. Esto se puede entender como un periodo con una fuga masiva de capitales que ocasiona escasez de divisas y por consiguiente un incremento en el precio de éstas, es decir, un aumento en el tipo de cambio o depreciación. En la figura 1c se muestra un mercado cambiario coherente a la baja. En este caso  $h=0,05$  y  $k=1,5$ . Como vemos, la curva de probabilidad se encuentra prácticamente en el lado derecho. Si consideramos la tasa de depreciación ( $q$ ) como la "bola" que aparece en la figura 1c, ésta tendría mayor probabilidad de encontrarse en el pozo más profundo. En relación a la tasa de depreciación y riesgo esperados cuando  $h=0,05$ ,  $s_e$  sería más del doble que  $\sigma_e$ . Por otra parte, si en el mercado

cambiario persiste un comportamiento en masa y además el sesgo fundamental es muy optimista  $h \leq -0,05$ , entonces es de esperarse que la curva de probabilidad se oriente hacia el lado izquierdo, lo que permitiría que la tasa de depreciación se situara la mayor parte del tiempo en rendimientos negativos, es decir, en un tipo de cambio apreciado. Cuando el mercado se encuentre bajo esta situación tendríamos un mercado cambiario coherente a la alza (MCCA). La gráfica del MCCA sería la inversa de un MCCB.

#### 4) Mercado Caótico

Surge cuando prevalece un comportamiento en masa y un sesgo fundamental débil. La figura 1d presenta la distribución de probabilidad en el mercado caótico con  $k=1,5$  y  $h=0,01$ . Las fluctuaciones del mercado cambiario tienden a seguir una distribución bimodal. Como podemos ver, el mercado coherente es un caso especial de mercado caótico, sólo que en el primero una de las puntas de la distribución bimodal es muy alta en relación a la otra, por lo que la punta más pequeña casi desaparece. Existe un grado de polarización entre los inversionistas pero sin un sesgo fundamental fuerte. No hay una indicación clara con respecto a si las masas se estabilizarán en un estado a la alza o a la baja. Los participantes del mercado podrían no reaccionar rápidamente ante un cambio en la política monetaria, sin embargo, las probabilidades lo harán inmediatamente. Otra característica del mercado caótico es referente al riesgo esperado, cuando el sesgo fundamental es débil o incluso nulo,  $\sigma_e$  toma los valores más altos en relación con los otros mercados, pero el rendimiento esperado es nulo, ello se debe a que en el mercado caótico es más probable que la tasa de depreciación fluctúe en el lado positivo y en el negativo que en el centro de la distribución de probabilidad, lo que conduce a una  $s_e = 0$ .

### 3. EL MERCADO CAMBIARIO COHERENTE EN MÉXICO

Hemos visto que el mercado cambiario puede presentar diferentes fases según la Hipótesis del Mercado Coherente (HMC). Para ello, tomamos como parámetro de orden del modelo el ITCE. Sin embargo, esta serie se calcula mensualmente por lo que disponemos de pocas observaciones, sin embargo, la correlación entre el ITCE y la serie del tipo de cambio pesos/dólar a la compra y venta (TCC y TCV respectivamente)<sup>1</sup> es muy alta y positiva ( $r=0,97$ ), por lo que para nuestro análisis utilizamos los datos diarios del TCC y TCV. Esto no es novedad, ya que como hemos comentado, el dólar representa la divisa con mayor participación en el índice.

A continuación usamos las series de TCC y TCV en busca de diferentes comportamientos como se desarrolló en la Hipótesis del Mercado Cambiario Coherente. Tomamos como punto de partida el trabajo realizado por Nawrocki (1997). Este autor analiza la relación entre riesgo y rendimiento para diferentes componentes del mercado de capitales americano entre otros activos como el oro. En el estudio se utiliza la media geométrica como rendimiento esperado y la semidesviación como medida de riesgo. La semidesviación se toma como medida de riesgo a la baja, esto es, tiene en cuenta sólo los rendimientos menores al esperado, ya que a los inversionistas les preocupa únicamente la parte negativa del riesgo, es decir, las rentabilidades por debajo del promedio porque de cierta forma los rendimientos positivos son deseados. Sin embargo, en nuestro caso la preocupación se centra en las depreciaciones de la moneda porque son más comunes en México que las

---

<sup>1</sup> Tipo de cambio interbancario a 48 horas del cierre para la compra y la venta proporcionados por el Banco de México

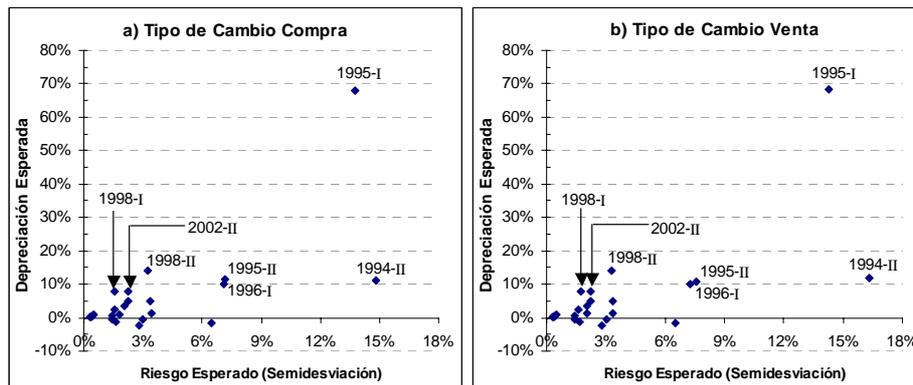
apreciaciones y además las crisis más fuertes han sido en un ambiente con depreciación del peso. De esta forma definimos la semidesviación (riesgo de una depreciación) como sigue,

$$Semidesviación^+ = \sqrt{(1/n) \sum_{t=1}^n [Max(s_t - s_e; 0)]^2} \quad (3)$$

donde  $n$  es el número de observaciones,  $s_t$  es la tasa de depreciación en el tiempo  $t$  y  $s_e$  es la tasa de depreciación esperada en el periodo considerado. Hemos usado el símbolo  $+$  para referirnos a rendimientos mayores del esperado, pero de aquí en adelante omitimos este símbolo.

La relación rendimiento/riesgo es útil para detectar los diferentes mercados de la HMCC, por ejemplo, un mercado coherente surge cuando el rendimiento duplica su riesgo. Por otra parte, un mercado caótico presenta un alto riesgo con bajo rendimiento esperado. En un paseo aleatorio el rendimiento esperado es bajo. La figura 2 presenta la depreciación y el riesgo esperados por semestre de 1992 a 2003 para el TCC y TCV. No existe diferencia significativa en las dos gráficas de la figura, sólo que el riesgo de depreciación es mayor en el TCV.

Figura 2 Tasa de depreciación esperada (media geométrica) y riesgo esperado (semidesviación) semestrales. I=enero-junio y II=julio-diciembre.



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de México (2008)

En la figura destacan dos puntos, el segundo semestre de 1994 y el primer semestre de 1995. En cuanto a 1994, este periodo mostraba un alto riesgo de depreciación, nos encontraríamos ante un mercado caótico según la HMCC. Posterior a este periodo, en 1995 se presenta una alta depreciación comparada con el riesgo, es decir, un mercado cambiario coherente a la baja. Recordemos que en 1995 se desarrolla la crisis del peso en México.

Además de 1995, en el año de 1998 tenemos otro mercado coherente a la baja, es decir, la tasa de depreciación supera en dos el riesgo esperado. Lo más sobresaliente durante 1998 en el ámbito cambiario fue la depreciación. El Banco de México (1999: pp 14 y 122) menciona que la dinámica del tipo de cambio respondió fundamentalmente a las perturbaciones externas inusitadas que fueron surgiendo a lo largo de 1998 y en particular el colapso de la economía rusa.

Cabe señalar que en el segundo semestre de 2002 se obtuvo una depreciación media que duplicó su riesgo. Sin embargo, esta depreciación fue principalmente en el último trimestre. El Banco de México (2003: pp. 104-105) destacó que la depreciación de este periodo vino acompañada por una depreciación del dólar frente al euro de 6,3% y que la correlación entre la cotización pesos/dólar y la correspondiente dólares/euro pudiera estar asociada al importante flujo de recursos financieros hacia México proveniente de los Estados Unidos. El resto de los periodos muestran una baja depreciación o apreciación, por lo que podrían estar en la fase de paseo aleatorio definida por la HMCC.

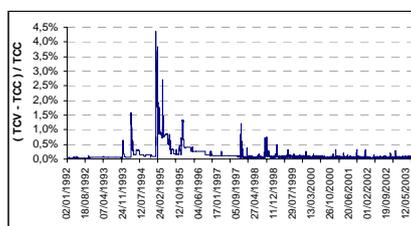
A continuación daremos una explicación de las etapas de la HMC en el mercado cambiario mexicano.

#### 4. ETAPAS DE LA HMC EN EL MERCADO CAMBIARIO MEXICANO

##### Mercado Caótico

Esta etapa comprende el periodo de 1992 a 1994, es decir, el periodo de Bandas Cambiarias.<sup>2</sup> Este mercado se caracterizó por un alto riesgo a la depreciación de la moneda principalmente en el último semestre de 1994. En cuanto a la actitud de los participantes del mercado podemos decir que existía un comportamiento en masa. Para justificar esta afirmación, analizamos el diferencial en términos porcentuales entre el TC-compra y TC-venta. El TC-venta siempre es mayor que el TC-compra, pero esta diferencia se amplía cuando las expectativas sobre una devaluación empiezan a incrementarse. Si el número de personas con estas expectativas asciende, entonces la demanda de dólares aumenta significativamente.

Figura 3. Diferencia porcentual diaria entre el tipo de cambio venta (TCV) y compra (TCC).



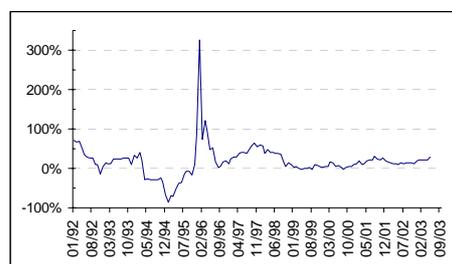
Fuente: Banco de México (2008)

Teniendo en cuenta la teoría de Soros (1999), podríamos decir que la interacción reflexiva de los participantes pone en marcha un comportamiento seguidista de tendencias entre ellos. Por otro lado, si el nivel de reservas en esta divisa disminuye entonces habrá menos dólares disponibles en la economía. Ello influirá en el precio, es decir, en el tipo de cambio pesos/dólar y por consiguiente, en el diferencial del TC-compra y TC-venta. En relación a nuestros datos, podemos considerar como comportamiento en masa un nivel mayor que 0,6% en el diferencial entre el TC-compra y TC-venta. La figura 3 muestra que a finales de 1993 y en 1994 se superó este nivel. Hemos considerado sólo el caso cuando hay un comportamiento seguidista que fomenta una depreciación del TC, ya que en México es más común que con una apreciación, sin embargo, queda abierta una puerta para futuras investigaciones.

<sup>2</sup> El esquema consistía en dejar que el TC flotara dentro de una banda que se ensanchaba diariamente. El Banco de México sólo intervenía en el mercado cuando el tipo de cambio llegaba a tocar cualesquiera de los límites de la banda.

Otra forma de visualizar el comportamiento en masa es observar las reservas internacionales en México, en la figura 4 podemos ver que durante 1992 el cambio porcentual disminuyó, en 1993 aumentó y finalmente en 1994 se experimentó una fuga masiva de capitales. Al respecto, G. Calvo y E. Mendoza (1996: pág 171) argumentan que México fue cayendo en un desequilibrio creciente que se dio a pesar de las reformas económicas realizadas, pero donde tuvieron efecto muy grave los eventos políticos de 1994 que fueron elemento clave en la incertidumbre en una economía de capitales altamente movibles. Por otra parte, las reformas económicas logradas consiguieron aumentar los flujos de capital, lo que aumentó los préstamos. En este periodo estos flujos fueron masivos y con una distribución en el tiempo muy desigual, lo cual ocasionó una mala asignación de recursos (entre consumo e inversión, activos financieros y físicos, y entre distintos sectores económicos).

Figura 4. Reservas internacionales en México. Cambio porcentual en el mismo mes del año anterior.

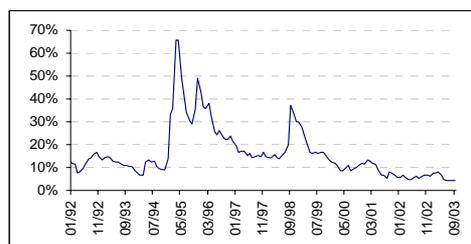


Fuente: Banco de México (2008)

Cartens y Gil (1996: p 164) mencionan que la crisis mexicana tiene sus orígenes en aspectos políticos como la insurrección en Chiapas, el asesinato del secretario general del partido en el poder y del candidato del PRI (Partido Revolucionario Institucional) a la presidencia Luis Donaldo Colosio, lo cual generó incertidumbre para los inversionistas extranjeros al aumentar el riesgo del país. A su vez, gran parte de las inversiones se encontraban en la Bolsa, por lo que eran muy volátiles. Un desequilibrio político podría generar una salida masiva y rápida de capitales extranjeros como ocurrió en 1994. En relación a los aspectos fundamentales podemos analizar el diferencial de tasas de interés entre México y Estados Unidos.

La figura 5 muestra que durante este periodo no hubo movimientos considerables en las tasas de interés. Para finales de 1994, el Banco Central equilibraba la fuga de reservas con un incremento dramático del crédito interno y no por una baja en la base monetaria. Como un hecho técnico, siempre es posible fijar el tipo de cambio si el Banco Central inicia con reservas en exceso sobre la base monetaria y si el banco paga o recibe reservas sólo en intercambio por la base monetaria. Específicamente, Barro (1996: pp 49 y 50) señala que la vasta expansión del crédito interno después de octubre de 1994 pareció un intento por mantener el valor en dólares de los bonos del gobierno y los depósitos bancarios, esto es, evitar el incremento en las tasas de interés, así como incumplimientos por parte del gobierno a los bancos. En suma, podemos decir que el sesgo fundamental fue neutro.

Figura 5. Diferencial en tasas de interés entre México (Certificados de la Tesorería a 91 días) y Estados Unidos (Letras del Tesoro a 3 meses).



Fuente: Banco de México (2008)

Los resultados de Cortez (2005) sugieren que hay indicios de un comportamiento caótico en el periodo de Bandas Cambiarias, en este estudio se estimó una dimensión fractal entre 2 y 3, lo que implica que son tres las variables que se deben considerar en el sistema. Asimismo, se detectó una dependencia sensible a las condiciones iniciales al obtener un exponente de Lyapunov positivo y con un horizonte de predicción de aproximadamente un mes.

### **Mercado Coherente a la Baja**

Esta etapa comprende los años de 1995 y 1998. Este mercado se caracterizó por una alta depreciación y un bajo riesgo. La figura 3 muestra que durante este año el diferencial entre el TC-compra y venta fue muy superior al 0,6%. De hecho, éste alcanza un valor de 4,3% el 22 de diciembre de 1994 y de 3,1% el 1º de enero de 1995. En promedio, durante 1995 el TC-venta fue superior al TC-compra en un 0,7%. Según Barro (1996: p 48), hasta noviembre de 1994, el divorcio entre la base monetaria y las reservas internacionales no era necesariamente inconsistente con el mantenimiento de las bandas cambiarias, pero en noviembre y diciembre, los inversionistas extranjeros perdieron la confianza en el compromiso de México con las bandas cambiarias y se suscitó una fuga de reservas internacionales, las más bajas del periodo como se observa en la figura 4. Asimismo, Barro (1996: p 49) comenta que la identidad y los pronunciamientos del nuevo gobierno fueron importantes factores que ayudaron a persuadir a los mercados financieros de que el compromiso de mantener las bandas cambiarias ya no era serio. El ampliar la banda de flotación de la paridad cambiaria no resultó una medida efectiva para evitar los desequilibrios económicos, no fue sino hasta que se devaluó la moneda y se mantuvo un régimen cambiario flexible cuando se puso fin al desequilibrio externo dando inicio a una de las peores crisis que ha enfrentado México. Calvo y Mendoza (1996: p 173) señalan que después de la crisis de diciembre de 1994 los inversionistas globales se mostraron muy susceptible a exhibir un comportamiento en masa y que el mercado cambiario mexicano seguía extremadamente vulnerable a rumores.

El comportamiento en masa durante 1998. A finales de 1997 el diferencial en el TC-compra y TC-venta superó el nivel de 0,6%, por consiguiente, el mercado daba una señal de una tendencia seguidista. Del mismo modo, en 1998 este diferencial alcanzó un valor de 0,8%. En este año, la volatilidad en los mercados financieros internacionales causó una reducción en la oferta de capital extranjero en Latinoamérica, dando lugar a movimientos en los tipos de cambio y en las tasas de interés. En particular, el colapso de la economía rusa y la moratoria unilateral declarada sobre sus obligaciones internas y externas resultaron ser dañinas para los mercados financieros internacionales. Además los precios del petróleo sufrieron una caída importante por lo que

la entrada de divisas a México se redujo. La figura 4 muestra que las reservas internacionales exhiben un descenso antes de iniciar el mercado coherente. En diciembre de 1994 y septiembre de 1998 la tasa de crecimiento anual de las reservas internacionales alcanzan el nivel más bajo en un periodo mayor de 18 meses.

El sesgo fundamental en 1995 y 1998 era negativo. En el primer caso estábamos ante una crisis económica muy fuerte y en el segundo el TC respondió fundamentalmente a las perturbaciones externas. Si observamos el diferencial en tasas de interés de la figura 5 observamos un incremento considerable al inicio del periodo coherente con la finalidad de incentivar la inversión en el país y evitar fugas masivas de capital.

### **Transición inestable**

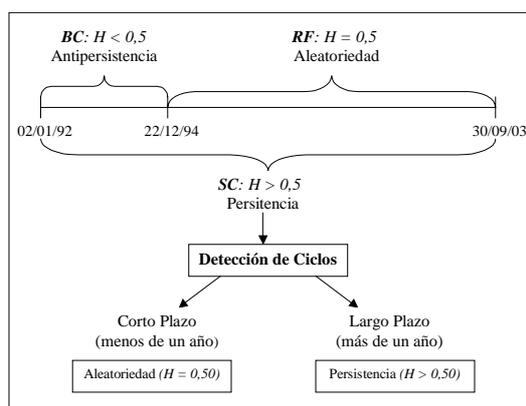
Según Peters (1991: p 199) la transición inestable es el promedio de todo el periodo considerado. Las noticias tienen un impacto duradero en el mercado cambiario. Si la tendencia en el tipo de cambio es a la baja, esta depreciación tiende a reforzarse por sí misma hasta que otra información la cambie, por ejemplo, una ligera disminución en la oferta monetaria doméstica que ocasione un aumento en el diferencial de tasas de interés con respecto al exterior.

Para analizar lo anterior, hemos dividido la serie de tipo de cambio peso/dólar en dos partes, de tal forma que analizamos 3 periodos: a) serie completa (SC) 02/01/1992 al 30/09/2003, b) bandas cambiarias (BC) 02/01/1992 al 22/12/1994 y c) régimen flexible (RF) 23/12/1994 al 30/09/2003. Así aplicamos el análisis R/S con la propuesta presentada por Peters (1994) y mejorada por Espinosa et al (2006) y así estimar el exponente de Hurst. Existen tres clasificaciones del exponente de Hurst:

- 1)  $H=0,50$ . La serie es aleatoria (ruido blanco). Las observaciones son independientes y no están correlacionados. El presente no tiene influencia en el futuro.
- 2)  $0 < H < 0,50$ . La serie es antipersistente o ergódica (ruido rosa). Estamos ante la presencia de una serie del tipo "con reversión a la media". Por ello, la serie presenta cambios de dirección más frecuentes que una serie con un valor de  $H=0,5$ . En este caso si un sistema ha estado hacia arriba en periodos previos, es muy probable que cambie hacia abajo en el siguiente periodo.
- 3)  $0,5 < H < 1$ . La serie es persistente (ruido negro). Las observaciones no son independientes y cada una arrastra una "memoria a largo plazo" de todos los eventos que la precedieron. Teóricamente, lo que sucede hoy impacta en el futuro para siempre.

Los resultados se presentan en la figura 6. A continuación mencionamos las conclusiones obtenidas.

Figura 6. Análisis R/S en el TC pesos/dólar.



Fuente: Cortez (2005)

- 1) Bandas Cambiarias (BC). El carácter antipersistente en este periodo es debido a que las autoridades monetarias permitían que el TC fluctuara alrededor de unos límites establecidos, por esta razón cuando el TC se situaba en el límite superior (techo de la banda) las autoridades influían en el mercado cambiario para que éste fuese menor. Por otro lado, cuando el TC se localizaba en el límite inferior, se intervenía en el mercado para que éste fuese mayor. En cierta forma existía una "reversión a la media".
- 2) Régimen Flexible (RF). Al permitir que el TC sea flexible el análisis R/S dio como resultado que la serie fuese aleatoria. En este periodo ya no tenemos el control que se tenía en el periodo de BC y por consiguiente el TC puede fluctuar libremente.
- 3) Serie Completa (SC). Los resultados del análisis implican que al añadir los datos referentes al periodo de BC (serie antipersistente) a los datos del RF (serie aleatoria) obtenemos una serie que presenta una memoria a largo plazo (serie persistente), es decir, las observaciones están correlacionadas a largo plazo, en este sentido podemos decir que lo sucedido en el periodo de BC influye en el periodo de RF.
- 4) Ciclos. A corto plazo, el TC se comporta aleatoriamente lo que sugiere que el uso de una estrategia con fines lucrativos no es muy rentable. Por otro lado, a largo plazo obtuvimos un exponente de Hurst superior a 0,50 lo que indica persistencia, por lo que una estrategia en este periodo sería la de especular con la tendencia.

Concluimos que la serie completa del tipo de cambio (1992-2003) muestra una persistencia, es decir, los datos están correlacionados y presentan una memoria a largo plazo. Estos resultados ofrecen evidencia a favor de usar la etapa de transición inestable como promedio de todo el periodo.

### Paseo Aleatorio

En este periodo situamos 1996-1997 y 1999-2003. El diferencial en tasas de interés (véase figura 5) es estable como en el caso del mercado caótico, por ello deducimos que el sesgo fundamental es neutro, aunque existe una cierta tendencia a la baja, es decir, un ligero sesgo negativo, pero en el paseo aleatorio los inversionistas no actúan en masa. Las entradas y salidas de capitales no son muy variables como lo muestra la figura 4.

En el análisis R/S observamos que este periodo se encuentra comprendido en el régimen flexible con un exponente de Hurst igual a 0.5. Ello implica que la serie es aleatoria por lo que podemos suponer que durante este lapso de tiempo el mercado cambiario se encontraba en la fase de paseo aleatorio.

## 5. CONCLUSIONES

La HMC es un modelo estadístico no lineal que explica que el mercado de capitales puede presentar diferentes transiciones de estado como mercados aleatorios, coherentes y caóticos. Esta teoría toma de base el modelo Ising del ferromagnetismo y la Teoría de la Imitación Social. Para aplicar la HMC a nuestro análisis realizamos unas modificaciones al modelo. Entre los cambios hechos, ampliamos el rango de fluctuación del parámetro de orden, ya que la tasa de depreciación en México en ocasiones es demasiado grande. Esto modifica el punto crítico de transición, aunque no cambia de manera significativa los resultados. Lo que hemos variado es la interpretación de los parámetros, ya que el mercado cambiario presenta ciertas diferencias con respecto al mercado de capitales.

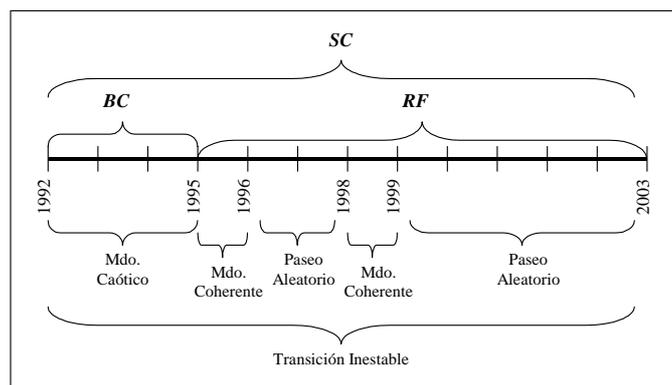
Para el análisis consideramos el periodo comprendido entre 1992 y 2003 (SC). Durante este tiempo se presentó en México un periodo de fuerte intervención de las autoridades en el mercado cambiario, es decir, el periodo de bandas cambiarias (BC) que culminó en la crisis de diciembre de 1994 seguido por un régimen flexible (RF) que rige actualmente. Los resultados del estudio se muestran a continuación.

Tabla 1. Fases de la Hipótesis del Mercado Cambiario Coherente en el TC pesos/dólar.

<b>Mercado</b>	<b>Caótico</b>	<b>Coherente</b>	<b>Aleatorio</b>
Periodo	1992-1994	1995 y 1998	1996-1997 y 1999-2003
Sesgo fundamental	Neutro	Fuerte a la baja	Neutro
Sentimiento del mercado	Grupal	Grupal	Individual
Depreciación esperada	Baja negativa/positiva	Alta positiva	Baja negativa/positiva
Riesgo esperado	Alto	Bajo	Moderado

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Resumen de los hallazgos.



Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados concluimos que el TC presenta distintos comportamientos y el mercado cambiario en México de 1992 a 2003 lo podemos clasificar según las fases de transición que explica la Hipótesis del Mercado Coherente. En primera instancia la existencia de distintas políticas cambiarias en este mercado nos lleva a pensar en realizar un análisis por separado en cada periodo, pero esto nos limitaría la información y la cantidad de datos disponibles, por ello la búsqueda de un modelo integrador como el caso de la HMC podría dar muchas respuestas para comprender la dinámica de los mercados y ofrecer un panorama más amplio para una mejor toma de decisiones.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Banco de México (1999). Informe anual 1998, Publicaciones del Banco de México, (disponible en: <http://www.banxico.org.mx/publicaciones/JSP/informeAnual.jsp>), México, D.F.

Banco de México (2003). Informe anual 2002, Publicaciones del Banco de México, (disponible en: <http://www.banxico.org.mx/publicaciones/JSP/informeAnual.jsp>), México, D.F.

Banco de México (2008). *Estadísticas*. Recuperado el 01 de enero de 2003, de Banco de México: [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)

Barro, Robert (1996). *Getting it right: markets and choices in a free society*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Callen, Earl y Shapero, Don (1974a). "A theory of social imitation", *Physics Today*, vol. 27, núm. 7, págs. 23-28.

Callen, Earl y Shapero, Don (1974b). "Imitation theory: The study of cooperative social phenomena" en Chieger, Norman y Stern, Edward (eds.) (1974), *Collective phenomena and the application of physics to other fields of science*. Brian Research Publications, Fayetteville, Nueva York, págs. 368-376.

Calvo, Guillermo y Mendoza, Enrique (1996). "Petty crime and cruel punishment: lessons from the Mexican debate", *The American Economic Review: Papers and Proceedings*, vol. 86, núm. 2, págs.170-175.

Carstens, Agustín y Gil Díaz, Francisco (1996). "One year of solitude: some pilgrim tales about Mexico's 1994-1995 crisis", *The American Economic Review: Papers and Proceedings*, vol. 86, núm. 2, págs. 164-169.

Cortez, Klender (2004). Dinámica no lineal del tipo de cambio: Aplicación al mercado mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Barcelona.

Dornbusch, Rudiger (1976). "Expectations and exchange rates dynamics", *Journal of Political Economy*, vol. 84, núm. 6, págs. 1161-1176.

Espinosa, Fernando, Cortez, Klender y Adillon, Romà J. (2006). "A comparative Long-memory Analysis between Spanish, Mexican and U.S. interest rates", *Documento de Trabajo No E06/149 del Espai de Recerca en Economia*,

Frankel, Jeffrey A. (1979). "On the mark: A theory of floating exchange rates based on real interest differentials", *American Economic Review*, vol. 69, núm. 4, págs. 610-622.

Peters, Edgar E. (1991). *Chaos and order in the capital markets: A new view of cycles, prices, and market volatility*. John Wiley & Sons Inc., Nueva York

Peters, Edgar E. (1994). *Fractal market analysis: Applying chaos theory to investment and economics*. John Wiley & Sons Inc, Nueva York.

Sornette, Didier (2003). "Critical Market Crashes", *Physics Reports*, vol. 378, núm. 1, págs. 1-98.

Soros, George (1999). *La crisis del capitalismo global. La sociedad abierta en peligro*. Editorial Debate, Barcelona.

Vaga, Tonis (1990). "The Coherent Market Hypothesis", *Financial Analyst Journal*, vol. 46, núm. 6, págs. 36-49.

Vaga, Tonis (1994). *Profiting from chaos: Using chaos theory for market timing, stock selection and option valuation*. McGraw Hill, Nueva York.