

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El futuro sigue siendo incierto, el pasado sigue siendo historia, y el presente un solo instante, mas en ese instante se vive la vida. En la búsqueda del orden y de la razón, el ser humano se ha topado con paradojas interesantes. Una de ellas son los mercados financieros y el comportamiento de sus agentes. Desde el inicio de este juego financiero, los seres humanos han desbordado esfuerzos económicos, académicos e incluso físicos, para lograr predecir el futuro y acrecentar sus ganancias.

Factor importante de predicción ha sido el concepto de riesgo, una consecuencia de nuestras decisiones, que impacta nuestras acciones. Dicho concepto ha sido modelado por la volatilidad de los instrumentos financieros, es decir su variabilidad y aleatoriedad, muchas veces representado por la desviación estándar. Las teorías clásicas han subestimado y simplificado algunos de los supuestos para establecer los modelos. Los precios no varían de una forma normal, sino que lo hacen salvajemente. La volatilidad no es una constante, más aun es condicional con respecto del tiempo. El riesgo es una parte fundamental del sistema y no podemos dejarlo de lado, tenemos que entenderlo.

El cambio de paradigmas en los enfoques lineales de la realidad, es inminente. La complejidad nos ha alcanzado en todas sus variantes. Los mercados financieros nunca han sido la excepción. Una volatilidad salvaje, no lineal y caótica, sólo puede ser modelada por las teorías que se fundamenten bajo esos mismos principios, la geometría fractal, que es una rama de la teoría del caos resulta ser un buen enfoque en la búsqueda de respuestas, no pretende ser un método que determine con exactitud el alza o la caída de los precios en un momento específico, porque no está en su naturaleza, ni en la naturaleza de los mercados.

Pero si puede darnos un escenario probabilístico de las situaciones. Y una luz en la obscuridad de los mercados financieros como establece Mandelbrot.

El mismo Mandelbrot, en su artículo: “*A Multifractal Walk Down Wall Street*” publicado en la revista *Scientific American* en 1999, presenta ideas innovadoras acerca de la aplicación de los multifractales en la modelación de la volatilidad de los instrumentos financieros.

De la misma forma el artículo presentado por Jesús Muñoz de la Universidad de Sevilla en 2005, presenta ideas en cuanto a la explicación de los instrumentos financieros, por medio de los procesos estocásticos con características auto-afines, complejas y de dimensión fraccionaria, dándonos así un panorama en la explicación fractal de los mercados, fundamentada ahora en los paradigmas de la complejidad, y la no linealidad. El cuál fue utilizado en esta tesis para realizar un análisis fractal del IPC, y modelar su volatilidad por medio de multifractales.

En base a lo anterior esta tesis presenta una propuesta para la explicación estocástica del comportamiento del IPC, combinando dos procesos estocásticos; y también como objetivo principal, establece una extensión de los algoritmos existentes de interpolación fractal, hacia generadores más complejos, con el fin de modelar la volatilidad del índice. Estableciendo lo siguiente:

1. Se propone modelar la dependencia observada en la serie del IPC, mediante un movimiento browniano fraccionario, cuyo grafo tiene dimensión de recuento por cajas $D=2-H$, donde H es el exponente de auto-afinidad del proceso.
2. La dimensión obtenida empíricamente, $D=1.20049$, corresponde a un exponente de auto-afinidad $H=2-D=0.79951$, que a su vez corresponde a un movimiento browniano fraccionario persistente con el mismo índice, en el cual la dependencia

no llega a desaparecer, y que nos indica que los incrementos en los intervalos de tiempo dados, tienden a ser del mismo signo, con lo que si se ha crecido en un intervalo, se tiende a aumentar en el siguiente, o a disminuir si se ha decrecido en el anterior.

3. Al analizar la distribución empírica de los incrementos de la serie del IPC, observamos que no es ciertamente una distribución normal, por lo que la serie no se puede modelar mediante un movimiento browniano, clásico o fraccionario, ya que la distribución de los incrementos en estos procesos es una normal y la varianza es proporcional al incremento temporal o a una potencia suya. Siendo así, y en base a los resultados anteriores, proponemos combinar el movimiento browniano fraccionario con un movimiento L-estable, con el fin de explicar mejor el comportamiento del índice. Estos movimientos tienen grafos con dimensión de recuento por cajas $D=2-1/\alpha$, donde α es el exponente característico del proceso, por lo que la dimensión obtenida empíricamente corresponde a un exponente característico $\alpha = \frac{1}{2-D} = 1.25076$ que es menor que 2 y a su vez corresponde a una distribución estable no normal con esperanza finita y varianza infinita; lo que explicaría el tamaño de las colas y la inestabilidad de la varianza.
4. Se logró la extensión de los algoritmos existentes por medio de generadores más complejos, que constan de cuatro segmentos rectilíneos. Y se implementó dicho algoritmo en el programa *Mathematica 6*, obteniendo con ello la modelación de la volatilidad de IPC por medio de multifractales.

La falta de un proceso estocástico que explique en conjunto el comportamiento del IPC, la ineficiencia del mercado demostrada por el exponente H y la necesidad de un

cambio de paradigmas, hacen que el enfoque caótico y la geometría fractal se conviertan en herramientas esenciales, y caminos viables y factibles para indagar en la explicación de estos procesos.

Como establece Mandelbrot, protagonista indudable de estos procesos, “estas técnicas no se acercan a predecir una baja o una alza en los precios en un día en específico, pero sí que podrían proveer un estimador de la probabilidad de cómo pudiera comportarse el mercado, y así permitir que los inversionistas se preparen para cambios inevitables”.

Estamos frente a la punta del iceberg, y aún falta mucho por recorrer, pero los resultados son interesantes: el IPC presenta características fractales de auto-similitud, complejidad y dimensión fraccionaria, además su volatilidad puede ser modelada por multifractales, la geometría de la naturaleza. Esto resulta ser fascinante e incita nuevos retos para el futuro.