



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

FÍSICA DE SISTEMAS COMPLEJOS Y  
MINERÍA DE DATOS APLICADOS AL  
ANÁLISIS DE MERCADOS FINANCIEROS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

FÍSICO

P R E S E N T A

ENRIQUE MARTÍNEZ MIRANDA

DIRECTOR DE TESIS

M. en C. JOSÉ LUIS GORDILLO RUIZ

ASESOR

DR. CHRISTOPHER RHODES STEPHENS STEVENS



2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente Dr. Christopher Rhodes Stephens Stevens

Secretario Dr. Pablo Padilla Longoria

Tutor M. en. C. José Luis Gordillo Ruiz

1<sup>er</sup>. Suplente Dr. Henri Waelbroeck

2<sup>do</sup>. Suplente Dr. José Luis Mateos Trigos

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

Ciudad Universitaria, México D. F., Septiembre de 2008

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. JOSÉ LUIS GORDILLO RUIZ

ASESOR:

DR. CHRISTOPHER RHODES STEPHENS STEVENS

---

## Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno  
Martínez  
Miranda  
Enrique  
55 31 94 14 75  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Física  
402084842
2. Datos del tutor  
M en C  
José Luis  
Gordillo  
Ruiz
3. Datos del sinodal 1  
Dr  
Christopher Rhodes  
Stephens  
Stevens
4. Datos del sinodal 2  
Dr  
Pablo  
Padilla  
Longoria
5. Datos del sinodal 3  
Dr  
Henri  
Waelbroeck
6. Datos del sinodal 4  
Dr  
José Luis  
Mateos  
Trigos
7. Datos del trabajo escrito  
Física de Sistemas Complejos y Minería de  
Datos Aplicados al Análisis de Mercados Financieros  
133 p  
2008

---

---

# Dedicatoria

---

*Para mi familia...*

---

---

## Agradecimientos

---

*Ante todo quiero agradecer la enorme paciencia que mi asesor el Dr. Christopher Stephens me ha tenido en todo este tiempo que hemos trabajado y del mismo modo a mi director el M. en C. José Luis Gordillo, de quienes he aprendido una enorme cantidad de cosas que son totalmente invaluable.*

*Asimismo, a mi grupo de sinodales compuesto también por el Dr. Stephens y el M. en C. José Luis Gordillo, el Dr. Pablo Padilla Longoria, el Dr. Henri Waelbroeck y el Dr. José Luis Mateos Trigos. Un verdadero comité de lujo.*

*A mi toda mi familia por el apoyo que nunca me han dejado de dar.*

*A mis sobrinos cuando me molestaban en el momento menos apropiado.*

*Y también, a mis pocos pero buenos amigos de la licenciatura con quienes he pasado muy buenos momentos. Y por supuesto, a mis ahora nuevas amigas del posgrado, de quienes disfruto de su compañía.*

---

---

# Índice general

---

## Capítulo

<b>1.</b>	Introducción	1
1.1.	Generalidades de los Mercados Financieros . . . . .	2
1.1.1.	Las Bolsas de Valores . . . . .	2
1.2.	Física y Economía: Econofísica . . . . .	5
1.3.	Objetivos de la Tesis . . . . .	6
<b>2.</b>	Perspectiva de los Mercados Financieros desde la Teoría de los Sistemas Complejos	8
2.1.	La Física como disciplina para interpretar los procesos económicos . .	8
2.1.1.	Los Sistemas Complejos . . . . .	9
2.2.	Los Mercados Financieros como Sistemas Complejos . . . . .	11
2.3.	Teoría sobre los Mercados Financieros . . . . .	13
2.3.1.	Hipótesis de Mercado Eficiente . . . . .	15

2.4. Estructura de los grupos de agentes . . . . .	18
2.4.1. Herramientas para medir la ineficiencia de mercados . . . . .	22
<b>3. Descripción del Mercado Experimental</b>	<b>24</b>
3.1. Mercados Artificiales Basados en Agentes y Mercados Experimentales	24
3.2. El Mercado Experimental de Estudio . . . . .	25
3.3. Análisis de Resultados del Mercado Experimental: Minería de Datos	27
3.3.1. <i>Perfilar y Predecir</i> . . . . .	32
3.3.2. Formación de Estrategias de los Agentes . . . . .	35
<b>4. Resultados del Mercado Experimental en la Primera Mitad</b>	<b>39</b>
4.1. Estructura del Mercado Sin Dinero: División de los Grupos de Agentes	39
4.2. Ineficiencia . . . . .	39
4.3. Minería de Datos . . . . .	43
4.3.1. Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes . . . . .	43
4.3.2. Arreglos de Porcentaje de Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Modo 1 de Representación . . . . .	47
4.3.3. Arreglos de Porcentaje de Transacciones con Ganancias, Transac- ciones con Pérdidas y Transacciones Nulas en el Modo 2 de Representación . . . . .	53
4.3.4. Perfilando y Prediciendo Comportamientos de los Grupos de Agentes . . . . .	61
4.3.5. Comportamiento de los Grupos 1 y 10 en las Emisoras CDU, DVU y FP . . . . .	68
4.3.6. Porcentaje de Buenas Decisiones de los Grupos . . . . .	72
4.4. <i>SCORE</i> de los Agentes y Predicciones para la Segunda Mitad . . . . .	76



<b>5.</b>	Resultados del Mercado Experimental en la Segunda Mitad	81
5.1.	Ineficiencia . . . . .	81
5.2.	Resultados de <i>SCORE</i> para la Segunda Mitad . . . . .	84
5.3.	Minería de Datos . . . . .	86
5.3.1.	Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes . . . . .	86
5.3.2.	Arreglos de Porcentaje de Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Modo 1 . . . . .	90
5.3.3.	Arreglos de Transacciones con Ganancias, Transacciones con Pérdidas y Transacciones Nulas en el Modo 2 de Representación	98
5.3.4.	Perfiles de los Comportamientos de los Grupos de Agentes . . .	101
5.3.5.	Comportamiento del Grupo 1 en la Emisora ROF . . . . .	110
<b>6.</b>	Resumen de Resultados	112
6.1.	Clasificación de los Agentes Para Formar los Grupos . . . . .	112
6.2.	La Ineficiencia Como Medida de Ganancias . . . . .	114
6.3.	La Minería de Datos Como Método de Extracción y Análisis de Información . . . . .	115
6.4.	Funciones Para la Predicción de Comportamientos . . . . .	116
<b>7.</b>	Conclusiones	118
	<b>Bibliografía</b>	121

---

---

# Resumen

---

En los últimas décadas, la investigación en las finanzas y en particular, en los mercados financieros ha abierto las puertas a todo tipo de profesionales, desde economistas mismos, contadores, físicos, matemáticos, computólogos, psicólogos y posiblemente, a personas que estudian fenómenos paranormales.

En muchas de las investigaciones se han empleado herramientas básicas y algunas otras muy complejas, pero que de alguna forma se ha conseguido hasta cierto punto, modelar las condiciones de los mercados aunque con algunas limitantes que en la vida real muchos consideran como *fantasiosas*. A pesar de tal surrealismo, éstos modelos han sido capaces de generar grandes ganancias monetarias a bancos y empresas del ámbito financiero, pues son capaces de predecir comportamientos de activos financieros a través del tiempo.

En este trabajo se presenta una metodología básica de predecir no el comportamiento de los activos, sino de la microestructura del mercado; esto es, de los agentes que interactúan. Esto se hace a través de un análisis de resultados con la herramienta llamada Minería de Datos, cuya esencia es descubrir patrones de información de grandes bases de datos con la cual se puede inferir en los comportamientos de los agentes.

El desarrollo de este trabajo se presenta de la siguiente manera: en el capítulo 1 se presentan las ideas básicas sobre lo que es un mercado financiero, cómo funcionan y quienes interactúan.

En el capítulo 2 se presenta el enfoque de sistemas complejos aplicada a los

mercados financieros, en donde se desarrolla la parte teórica de la Ineficiencia que será empleada en los capítulos 4 y 5.

En el capítulo 3 se presenta el mercado financiero experimental sobre el cual se realiza todo el análisis, desde su formación hasta su estructura operacional y se presentan además las herramientas con las cuales se podrán caracterizar comportamientos de agentes.

Para descubrir estilos en particular de agentes y grupos de éstos, se dividirá la vida del mercado en dos períodos, siendo el primero de ellos el de análisis primario en donde se extraerá la mayor cantidad de información para caracterizar a los grupos de agente y predecir posibles comportamientos. Estos resultados se presentan en el capítulo 4.

En el capítulo 5 se presentan los resultados para la segunda mitad, en donde se demostrarán los supuestos dados en el capítulo 4 y en caso de no cumplirse, se mostrarán las causas del cambio de comportamientos, con lo cual se dará paso a inferir cuestiones de adaptación y de aprendizaje por parte de los agentes.

En el capítulo 6 se presenta un resumen de resultados analizados en los capítulos 4 y 5. Finalmente, en el capítulo 7 se presentan las conclusiones de este trabajo.

# Capítulo 1

---

---

## Introducción

---

La economía es una ciencia que estudia los procesos de producción, intercambio, distribución y consumo de bienes y servicios. Su objeto de estudio se centra en la actividad humana, lo que la convierte en una ciencia social. Lo anterior, hace que la economía se diferencie de las ciencias naturales en el hecho de que sus afirmaciones no pueden refutarse o convalidarse mediante un experimento en laboratorio, por lo que es necesario emplear una modalidad diferente del método científico.<sup>1</sup>

La economía incluye un gran campo de fenómenos sociales. Uno de ellos y, que es de gran importancia representativa para las naciones, son los mercados de valores o financieros. Un mercado financiero es aquel en que se lleva acabo la compra-venta de valores, y por lo general está compuesto por varios mercados subsidiarios, como lo son los mercados de capitales, los mercados de dinero, un mercado primario y otro secundario.

En la práctica tradicional de los mercados financieros, hay quienes prefieren emplear agentes racionales como un mejor marco de desarrollo; sin embargo, hay también quienes han preferido crear nuevas herramientas analíticas para una comprensión más aproximada en términos cuantitativos de los mercados. Una de ellas ha sido el nacimiento de la *Econofísica*, que es un novedoso campo de investigación científica que aplica teorías y métodos, originalmente desarrollados por físicos, para entender y

---

<sup>1</sup> En estricto sentido esto no es completamente cierto. Parte de la teoría económica y en particular de los mercados financieros, se basa en el desarrollo de simulaciones que son producto del análisis de mercados artificiales, mercados experimentales y de datos reales de mercados, los cuales arrojan resultados que representan aunque de forma limitada, la dinámica de los mercados reales. Incluso, este campo de la economía es llamada Economía Experimental, la cual emplea métodos para evaluar predicciones teóricas del comportamiento económico.

resolver problemas de la Economía y, especialmente, aquellos que involucran aspectos estocásticos y de dinámica no lineal, tal y como lo representan los mercados financieros. Si bien desde la perspectiva de la física, el desarrollo de esta nueva disciplina no ha sido fácil debido a la complejidad misma de los mercados financieros y la relación indirecta que existe entre estas dos áreas, la gran cantidad de datos arrojados en las cotizaciones diarias han dado gran soporte a la investigación.

En este primer capítulo se expondrán inicialmente las ideas básicas de lo que es un mercado financiero, algunas de sus reglas operativas y la importancia que representan. Posteriormente, se presentará un enfoque general de la Econofísica, y por último, se expondrán los objetivos principales de este trabajo y descripción general sobre el objeto de estudio.

## 1.1 Generalidades de los Mercados Financieros

### 1.1.1 Las Bolsas de Valores

Para que los mercados financieros funcionen de manera armónica, es necesario constituir organizaciones que regulen el comportamiento de las partes involucradas en las operaciones que se realizan en cada tipo de mercado.

Las Bolsas de Valores (conocidas en inglés como *Stock Exchange*) son organizaciones privadas que brindan las facilidades necesarias para que sus miembros realicen operaciones de compra-venta de valores de acuerdo a los mandatos (órdenes de ejecución) de sus clientes.<sup>2</sup> Los valores pueden ser acciones emitidas por empresas o sociedades listadas en la Bolsa, bonos públicos o privados, certificados bursátiles, títulos, entre otros.

No obstante, para que las operaciones puedan llevarse a cabo es necesario la creación de dos tipos de mercados. El primero de ellos se conoce como **mercado primario**, que es el mercado donde los demandantes requieren nueva financiación a través de la emisión y colocación de valores. Este mercado es una alternativa para las empresas puesto que lo pueden emplear para lograr la autofinanciación mediante la emisión de acciones, pero también ofrece la posibilidad de obtener crédito a través de la emisión de obligaciones y otros títulos. De esta forma, en el mercado primario se comercializan títulos (valores) de primera emisión que son ofertados por las empresas con la finalidad de obtener recursos frescos, ya sea para la constitución de nuevas

---

<sup>2</sup> Los miembros pueden ser agentes, sociedades de corretaje de valores o Casas de Bolsa (*Broker-Dealer* en inglés)

empresas o para inyectar nuevo capital a las empresas en marcha.

El segundo mercado denominado **mercado secundario**, es donde se ejecutan las transferencias de títulos y valores que han sido colocadas previamente en el mercado primario dando liquidez, seguridad y rentabilidad a los inversionistas y les permite revertir sus decisiones de compra y venta. En otras palabras, en el mercado secundario los inversionistas intercambian los títulos previamente emitidos. Así, el mercado secundario proporciona liquidez a las inversiones, pero sin afectar directamente a la financiación de las mismas.

Dentro del mercado secundario, existen otros dos tipos de mercados que dependen del modo en que se ejecuten las operaciones. El primero de ellos se denomina *mercado al contado*, que es la compra o venta de un determinado monto de acciones, a un precio establecido que se da durante la sesión de remates.<sup>3</sup> El otro mercado llamado *mercado a término*, es la compra o venta de una determinada cantidad de acciones a un precio acordado, para liquidación en un plazo determinado, contado desde la fecha de la operación en la sesión de remates, resultando en un contrato entre las partes.

Como se mencionó anteriormente, la emisión de acciones y otros activos en la Bolsa permite a las empresas financiarse, lo que paralelamente al sistema bancario, constituye uno de los circuitos de financiamiento de la economía. Por una parte, previo a la existencia de una Bolsa, una empresa debía pedir prestado a los bancos para poder desarrollar sus inversiones, lo cual acarrea inmediatamente un interés por el préstamo, los cuales debían ser pagados al final del plazo de dicho préstamo.

Pero al mismo tiempo, un Estado debía pedir prestado en los bancos créditos para pagar sus inversiones (inversiones públicas), los cuales estaban acompañados de deudas que estas inversiones suponen (es decir, deuda pública), los intereses de esta deuda, los intereses de los intereses, etc. Por lo tanto, existía una dependencia hacia los bancos de las empresas privadas y el Estado.

De este modo, mientras que las empresas buscan capitales para desarrollar proyectos de inversión y los Estados deben financiar el déficit presupuestario mediante el recurso del préstamo, otros agentes como los organismos que gestionan un ahorro colectivo (como los bancos, aseguradoras, Fondos comunes, Fondos de pensión, entre otros) están a la búsqueda de inversiones remuneradas.

En este sentido, la Bolsa permite a estos dos tipos de inversionistas encontrar-

---

<sup>3</sup> La sesión de remates es el horario durante el cual la Bolsa se encuentra activa.

se: aquellos que tienen necesidades de financiación (empresas o Estados) encuentran capitales directamente a partir de aquellos que tienen capacidad de financiación (Fondos de pensión, Fondos comunes, etc.). Por tanto, la presencia de la Bolsa permite el paso de una economía de endeudamiento a una economía de mercado financiero, lo que resulta finalmente de gran importancia pues fomenta el ahorro y la inversión, dando fortaleza al mercado de capitales (mercado accionario) e impulsando el desarrollo económico y social de los países donde funcionen.

Así pues, desde el punto de vista colectivo, un sano comportamiento de la Bolsa refleja una sana economía de Estado. En el plano individual, la motivación para invertir en acciones es obtener una ganancia futura, lo cual se logra realizando una operación correcta (compra o venta) de acuerdo a las variaciones del precio del activo.

Sin embargo, aunque suene sencillo el tomar una decisión de comprar o vender acciones en un momento cualquiera, el hecho de efectuar una operación siempre conlleva un riesgo, el cual se ve reflejado en la ganancia o pérdida final. Esto es, no se puede determinar con seguridad cómo será el comportamiento del precio de la acción durante un período de tiempo determinado y sólo se está a la expectativa de si sube o baja tal precio. En cualquier caso, y dependiendo del tipo de operación, muchos inversionistas prefieran terminar sus operaciones antes de seguir perdiendo o, en su caso, continuar con el precio a favor.

Una forma de resolver este problema, es conocer los procesos y resultados de intercambios de activos bajo reglas específicas de operación. Esto es, analizar cómo las estrategias empleadas, información y otros mecanismos de interacción entre los participantes del mercado afectan el proceso de formación del precio.<sup>4</sup>

De este modo, es posible utilizar la estructura proporcionada por ciertos mecanismos de operación con el propósito de modelar el mercado en general. Esto desarrolla la habilidad de caracterizar no sólo cómo los diferentes protocolos de información afectan la formación del precio, sino que también el por qué los precios exhiben propiedades particulares durante su evolución.

El tratar de predecir comportamientos de precio de las acciones, es una tarea difícil de realizar, pero igualmente lo es descubrir una estrategia óptima de operación que permita en promedio, obtener ganancias. Puesto que en muchos casos, la

---

<sup>4</sup> La formación del precio de las acciones es una tarea difícil de comprender del todo, pues entre las partes involucradas durante las operaciones bursátiles, hay quienes poseen información sobre decisiones corporativas que en un instante afectan el precio. Aunque en realidad hay otros factores que también lo afectan, como lo son las noticias nacionales o internacionales, tiempos de negociación, volúmenes de órdenes e incluso el clima.

información que se posee incurre en una ganancia o pérdida, aquellos que no la posean tienen una desventaja competitiva en el sentido de que son más vulnerables a cambios repentinos en el precio de las acciones; por supuesto, esto sucede siempre y cuando el comportamiento del mercado sea el apropiado para el poseedor de la información.

Lo anterior ocurre aun cuando se posean estrategias de operación que los clientes solicitan a los operadores de las Casas de Bolsa, agentes, etc.<sup>5</sup> Para evitar tales desventajas, es entonces necesario descubrir técnicas de operación que permitan dejar de tener pérdidas, o en su caso, continuar con ganancias. Esto es, identificar las variables con las cuales la competencia obtiene ventaja sobre sus “rivales”, en simples palabras, conocer a los oponentes.

## 1.2 Física y Economía: Econofísica

Muchas de las técnicas que se emplean hoy en día para modelar las reglas de la evolución del precio y estrategias de operación, tienen sus orígenes en la Física, particularmente en una rama de la misma, conocida como Física Estadística, que ha resultado de gran utilidad para la descripción de grandes conglomerados de partículas. En los últimos años, muchos físicos se han introducido en el campo de las finanzas, acuñando el término de *Econofísica* para calificar su particular visión acerca de los fenómenos económicos, así como el método para investigarlos.[Mansilla]

Varias han sido las razones por las cuales los físicos de la actualidad han tomado la decisión de entrar al mundo de las finanzas. Una de ellas, como lo menciona Cont [Cont], “es el deterioro del trabajo académico”. Esto los ha conducido a laborar en grandes instituciones bancarias y/o financieras, convirtiéndose en *quants*,<sup>6</sup> con el propósito de diseñar nuevos y sofisticados productos financieros o el desarrollo de técnicas numéricas para el análisis de grandes bases de datos que pronostiquen el precio de las acciones y su volatilidad.

Pero como menciona el mismo autor, existen también otro conjunto de motivaciones, que son de carácter científico, que ha estado incitando a muchos físicos

---

<sup>5</sup> Para evitar riesgos, los inversionistas siempre desean lo mejor para sí mismos y su inversión, por lo que en muchos casos prefieren tomar estrategias definidas de operación de tal modo que el impacto sobre el mercado sea lo más posible desapercibido y tomar ventaja sobre sus competidores.

Algunas de las estrategias de operación más comunes en los mercados son: *VWAP* (*Volume Weighted Average Price*), *TWAP* (*Time Weighted Average Price*), *Órdenes A Mercado*, *Participación en Mercado*, *Arbitraje de Índices*, *Iceberg* (*Volumen Oculto*), etc.

<sup>6</sup> Término simplificado de *Quantitative Analyst* (*Analistas Cuantitativos*).



teóricos (especialmente hacia aquellos con conocimiento en Física Estadística) a estar interesados en las finanzas.

Sin embargo, al inicio de este capítulo, se mencionó que las afirmaciones de los fenómenos económicos no pueden ser refutados con experimentos hechos en laboratorio. Esto se ejemplifica con las series de tiempo que surgen de los mercados financieros, que representan acontecimientos que ocurren en el mercado y que difícilmente vuelven a repetirse con exactitud. Pero en otras ramas de la Física esta característica se comparte, como son la Astrofísica, Geofísica y Física de la Atmósfera, por lo que en la Econofísica también es posible validar o rechazar una teoría.

Así entonces, se puede decir que los mercados financieros exhiben varias de las propiedades que caracterizan a los sistemas complejos. Son sistemas abiertos en el sentido de que sus elementos interactúan entre ellos y su entorno, es decir, están sujetos a los cambios repentinos no sólo de los precios de los activos, sino también al flujo de información económica y social que en cada instante se da. De este modo, la retroalimentación juega también un papel importante pues se pueden amplificar las ganancias o bien, amortiguar las posibles pérdidas que se registren.<sup>7</sup> En los mercados financieros se tienen reglas estables que gobiernan las formas de cotizar activos, pero no así la conducta de sus elementos, con lo cual el sistema en general se encuentra en continuo cambio. En este contexto, es posible desarrollar modelos y probar su aproximación y nivel de predicción que pueden tener sobre los mercados financieros reales.

### 1.3 Objetivos de la Tesis

Este trabajo parte de la hipótesis de considerar a los mercados financieros como sistemas complejos, a partir del comportamiento de los agentes que interactúan en un mercado financiero experimental que se desarrolló durante las elecciones parlamentarias del estado Alemán de Brandenburgo, entre los meses de Agosto y Septiembre del año 2004. En este mercado participan 108 agentes, los cuales tienen la libertad de operar en 8 emisoras; sin embargo, tiene la restricción de que el dinero con que realizan las transacciones no es real.

Así, el objetivo principal de este trabajo es hallar “señales” que muestren la forma de operar de los agentes ganadores, de tal modo que se pueda construir una estrategia ganadora o en su forma más simple, un estilo de operación exitoso. Esto se hará a través del análisis con Minería de Datos, la cual se aplicará en dos períodos distintos según la duración del mercado. El primero de ellos será empleado para identificar

---

<sup>7</sup> En el capítulo 2 se explica con mayor detalle el por qué se pueden considerar a los mercados financieros como sistemas complejos.

las señales y crear perfiles sobre grupos de agentes cuyos elementos posean estilos similares, con lo cual se hará uso de modelos matemáticos para la predicción de sus comportamientos en el segundo período.

De este modo, el análisis de datos del segundo período se empleará para mostrar si los modelos y por tanto, predicciones, son lo suficientemente confiables para denotar una estrategia óptima de operación para este mercado en particular. En caso de que las predicciones hechas en el primer período no se satisfagan en el segundo período, se indagará en cuestiones de adaptación y aprendizaje de los agentes, las cuales mostrarán cambios en su estilo de operación debido a la dinámica misma del mercado.

## Capítulo 2

---

---

# Perspectiva de los Mercados Financieros desde la Teoría de los Sistemas Complejos

---

A lo largo de la historia económica, se han empleado formalismos y métodos de la matemática y física para su descripción, como lo han sido los casos de la teoría de Walras (teoría del equilibrio general) y de Pareto (distribución de la riqueza).[Roji] Incluso el economista Georgescu-Roegen –padre de la llamada bioeconomía, que presenta en 1971 una ruptura con respecto a la economía ortodoxa– liga la ley de la entropía con el proceso económico, considerándola la ley de la naturaleza más afín a dicho proceso. Otros investigadores económicos, sin embargo, pensaron que la ciencia más próxima a la economía no es la física. Marshall intuyó que la biología es la ciencia más cercana a la economía y Lotka definió el proceso económico como una continuación del biológico. Para Menger, sin embargo, es la psicología la hermana de la economía. Por último Medawar ofrece una síntesis al definir la economía como una ciencia que puede ser tratada con principios biológicos, la cual es el resultado de procesos químicos básicos, y la física es la que describe las relaciones esenciales de todos los fenómenos observables. Otras disciplinas vistas como espejo económico son la ecología y la teoría de redes; sin embargo, debemos considerar las críticas sobre el peligro de una introducción excesiva del antropomorfismo en las ciencias.[Roji]

### 2.1 La Física como disciplina para interpretar los procesos económicos

No es fácil decir si realmente los métodos empleados en la física puedan ser utilizados para la descripción de los procesos económicos, como los prestados de la mecánica estadística (ver [Ingber]), la electrodinámica (ver [Ilinski]), la biología (ver [Kauffman]), la teoría de redes (ver [Watts]) e incluso la teoría cuántica (ver [Baaquie])

y [Schanden]), simplemente porque pueden reflejar algunas de las características más importantes de las series temporales bursátiles, como son los extremos abultados o las autocorrelaciones (ver [Mandelbrot]). Los proponentes de la econofísica alegan que esta nueva disciplina utiliza un procedimiento más adecuado de cómo debería llevarse a cabo la investigación que el llevado hasta ahora por la econometría por disciplinas tradicionalmente más emparentadas con los hechos económicos. Según sus proponentes, todos los fenómenos son considerados desde una perspectiva comparativa, que busca regularidades empíricas “con sentido” con la finalidad de ofrecer un marco teórico y no al contrario.[Roji]

Como se mencionó en el capítulo 1, los sistemas económicos y financieros, y en particular, los mercados financieros, son sistemas abiertos en los que sus elementos se relacionan siguiendo pautas de retroalimentación no lineal y otras características comunes, por lo que es posible desarrollar modelos y verificar su poder de predicción, o en su caso, intentar dar explicación a ciertos fenómenos que se dan en series temporales financieras. En este sentido, el tratar a los mercados financieros como sistemas complejos requiere de conceptos desarrollados en física.

No hay que confundir los términos de caos y complejidad. De acuerdo a lo que mencionan [Axelrod y Cohen], el primero de ellos trata situaciones como la turbulencia que rápidamente se convierte en inmanejable, mientras que el segundo, la complejidad, trata sistemas compuestos por muchos agentes en interacción, cuya conducta, sin ser predecible, sí es al menos manejable.

### 2.1.1 Los Sistemas Complejos

Existen varias formalizaciones sobre las diferentes interpretaciones del término de complejidad, dependiendo del enfoque del que se parta. Como lo menciona [Roji], estas interpretaciones se pueden distinguir en tres grupos: la algorítmica e “informativa”, la definida por la nueva disciplina de la econofísica y la estructural u organizada. Las interpretaciones algorítmica e “informativa” se refieren a la mínima extensión de la descripción de un sistema o a la mínima cantidad de tiempo para describirlo. Sin embargo, la descripción del sistema depende de otro sistema que puede conllevar arbitrariedad y subjetividad, tanto con respecto al lenguaje empleado, la resolución del detalle o proceso de medición, como en el entendimiento compartido. Para que tenga un valor apreciable, el contenido de información no debe ser ni demasiado bajo ni alto; es decir, el sistema no debe ser ni demasiado ordenado ni desordenado.

Una descripción más profunda de sistema complejo, la da [Johnson et. al.], en la

que resaltan distintas caracterizaciones

1. *Retroalimentación*. La naturaleza de la retroalimentación puede variar con el tiempo y también puede cambiar en magnitud e importancia. Puede operar a niveles tanto macroscópicos como microscópicos, o en ambos.
2. *No-estacionarios*. La estadística asociada a la dinámica global del sistema no puede asumirse como estacionaria. Por ello no es inmediato asumir que la dinámica del sistema puede ser hallada en el pasado del sistema.
3. *Muchos agentes interactuantes*. El sistema está compuesto por muchos participantes que responden de distintas formas a su entorno.
4. *Adaptación y Evolución*. La población de agentes evoluciona con el paso del tiempo a través de sus interacciones mutuas así como sus interacciones con el medio ambiente.
5. *Sistemas abiertos*. El sistema se halla acoplado al medio ambiente y por ello es difícil distinguir las influencias exógenas de las endógenas.

Otra descripción sobre comportamiento complejo enfocado específicamente a los sistemas económicos, es el que se menciona en [Brian Arthur et. al.], pero que presenta dificultades para las matemáticas tradicionales usadas en la economía

1. *Interacción Dispersada*. Lo que pasa en la economía es determinado por la interacción de muchos agentes, posiblemente heterogéneos, que actúan en paralelo.<sup>1</sup> La acción de un agente dado depende de las acciones anticipadas de un número limitado de agentes y del estado de agregación que estos agentes pueden co-crear.
2. *Sin regulador global*. Ninguna entidad global controla la interacción. En su lugar, los controles son proporcionados por mecanismos de competición y coordinación entre agentes. Las acciones económicas son mediadas por instituciones legales, papeles asignados y asociaciones. No hay un competidor universal –un único agente puede explotar todas las oportunidades en la economía.
3. *Organización Jerárquica*. La economía tiene muchos niveles de organización e interacción. Unidades en algún nivel –comportamientos, estrategias, productos– típicamente sirven como “bloques constructores” (*building blocks*) para construir unidades al siguiente nivel. La organización total es más

---

<sup>1</sup> En la siguiente sección, se hace una pequeña descripción sobre los agentes homogéneos y heterogéneos.

que jerárquica, con muchas clases de interacciones (asociaciones, canales de comunicación) a lo largo de los niveles.

4. *Adaptación Continua*. Los comportamientos, acciones, estrategias y productos son revisados continuamente como la experiencia acumulada individual de cada agente –el sistema constantemente se adapta.
5. *Novedad Perpetua*. Los lugares son continuamente creados por nuevos mercados, nuevas tecnologías, nuevos comportamientos, nuevas instituciones. El acto mismo de llenar un lugar, puede proporcionar lugares nuevos. El resultado en curso es, novedad perpetua.
6. *Dinámica fuera de equilibrio*. Dado los nuevos lugares, nuevos potenciales, nuevas posibilidades, la economía opera más allá de cualquier equilibrio óptimo o global. Las mejoras son siempre posibles y ocurren de hecho, regularmente.

## 2.2 Los Mercados Financieros como Sistemas Complejos

El estudio de los mercados financieros ha sido de gran interés para la comunidad científica. Aunque en un principio, este campo era ignorado por los economistas, porque según ellos, se trataba de simples comportamientos azarosos, muchos de los primeros estudios fueron realizados por físicos, matemáticos e ingenieros.

Los mercados financieros en sí, representan un gran objeto de estudio, pues presentan características que resultan ser atractivos en términos teóricos. Es decir, son sistemas en los que las reglas se encuentran perfectamente delimitadas y la cantidad de participantes puede ser analizada con detalle. El que se les reconozca como sistemas económicamente simples, puesto que lo único que pudiera considerarse como complejo es el número de variables que intervienen en su dinámica, produce que los conceptos empleados para aproximar y estudiar estos sistemas no es realista y del mismo modo, generalizable.

El hecho de caracterizar a los mercados financieros como sistemas complejos conlleva muchas ventajas. Una de ellas, y que ha sido de mucha utilidad, ha sido la perspectiva de analizar a los mercados financieros a través de la representación de la generación de modelos basados en agentes o simulación de mercados financieros artificiales; es decir, partir de la consideración del agente como un inversor autónomo e independiente cuya conducta es el resultado de un conjunto de hipótesis cuya generación depende de la complejidad asignada a dicho agente. En otras palabras, se pueden generar conductas simples con base en hipótesis sencillas (como análisis

técnico, análisis fundamental, mercado eficiente) o en más complejas, que se basan en un razonamiento inductivo que utilice una cesta de algoritmos que repliquen un comportamiento cercano al observado en los mercados financieros del mundo real.

En algunos estudios, se ha mencionado que la econofísica distingue dos aproximaciones a los problemas económicos y financieros: una aproximación que se basa en agentes homogéneos (como si se tratase de una partícula de gas, representando así un sistema simple) y otra más, con agentes heterogéneos (que actúa de forma autónoma e independiente, cuya interacción con el resto de agentes es más compleja) que utilizan algún tipo de hipótesis sobre el futuro y parten con distintos niveles de riqueza.

Para el caso de la aproximación con agentes homogéneos, se emplea principalmente métodos que provienen de la mecánica estadística, en la que se proporciona una media genérica y estadística típica. De este modo, las teorías sobre estos sistemas pueden ser insensibles a los detalles. Existe una gran cantidad de modelos desarrollados en este tipo de aproximación, sin embargo, el tratar de cuantificar la realidad social a través de formalismos estadísticos, ha resultado cuestionable pues la formalización matemática de la realidad económica se encuentra muy alejada de los experimentos propios aplicados sistemáticamente a la física.<sup>2</sup>

Por otra parte, para el caso de la aproximación con agentes heterogéneos, se emplean modelos de simulación basados en los agentes, es decir, se experimenta con diferentes tipos de agentes en un entorno artificial, es decir, a través de la generación de modelos computacionales. Esta aproximación parte de la economía experimental evolutiva, ayudándose de herramientas desarrolladas en cómputo.

En general, los modelos basados en agentes aplicados a los mercados financieros consisten de modelos dinámicos generados por computadora, en donde los agentes poseen diferentes estados y normas de conducta, que interactúan en un proceso iterativo. Se basan en el supuesto de que los sistemas económicos de mercado descentralizados son sistemas complejos en evolución. Uno de sus objetivos principales consiste en ofrecer decisiones óptimas de distribución de carteras o dar cierta predicción cuantitativa. Este tipo de trabajos tienen ventajas en el sentido de que son fáciles para crear modelos sobre el nivel de racionalidad de los agentes, así como de poder observar a detalle la dinámica histórica del proceso en estudio y de relacionar interacciones y redes sociales con el entorno físico.

Por ejemplo, trabajos recientes sobre los modelos que se basan en agentes, asegu-

---

<sup>2</sup> Para ver algunos de los modelos, consultar [Roji] .

ran que no es posible hacer una completa adecuación del comportamiento real entre los agentes económicos y los agentes artificiales o experimentales que emplean modelos específicos. Esto sugiere que es necesario generar modelos más efectivos en los que se haga mayor énfasis al proceso de interacción de estrategias, con el propósito de hacer que los agentes evolucionen; es decir, que surja el aprendizaje con el cual mejoren su habilidad para afinar las capacidades de decisión, tal y como ocurre en el mundo real.

Aunque la complejidad que conlleva el generar un mercado financiero artificial, desde su estructura hasta sus reglas de operación, el número de variables utilizadas no siempre representan el número de variables reales que intervienen en el proceso dinámico de un mercado real. Con esto en mente, el objetivo de generar mercados financieros artificiales es el de desarrollar modelos con los cuales sea posible describir las interacciones de los agentes, aunque no se produzcan predicciones cuantitativas precisas. Pero a pesar de ello, lo que es importante, es que las variables empleadas sean clave en dicho proceso dinámico y que, al variar al menos una de las variables, se pueda conjeturar sobre la validez de alguna de las diferentes hipótesis, como lo son la de mercados eficientes, burbujas especulativas, correlaciones, etc.

### **2.3 Teoría sobre los Mercados Financieros**

Una gran ventaja que se tiene al tratar de determinar el comportamiento de los precios de las acciones y el de los agentes que intervienen, además de ventaja competitiva, es el de conocer también la dinámica del mercado. Esto significa que se puede interpretar el precio de las acciones como observables primarias para describir dicha dinámica. Pero si bien, el precio de las acciones resulta ser un buen indicador, entonces el problema es hallar cuáles son las variables que alteran a los precios.

Una variable que está muy apegada a la evolución del precio, es el volumen con que se opera. En los mercados financieros reales, la forma de operar es muy sencilla: las dos partes, comprador y vendedor ofrecen sus posturas tanto en volumen, como en precio y se forma una jerarquía de acuerdo a la mejor postura. En este sentido, hay mejores posturas de compra y venta. Para el caso de la compra, la mejor postura es aquella en la que el precio es el más elevado de entre todas, y a partir de esta, se forman las siguientes posturas en forma descendente. Para el caso de la venta es lo contrario, la mejor postura es aquella con el precio más barato y a partir de esta se forman el resto de posturas en forma ascendente.

Un ejemplo “poco realista” pero que ilustra de algún modo que el volumen con el que se opera afecta la dinámica del precio, es el siguiente: supongamos que un inver-



sionista le da la orden a un operador o agente de vender 10,000 acciones de América Móvil (AMXL) durante todo el día de la jornada bursátil, y que las opere al precio promedio de la emisora durante ese período. El propósito de esta estrategia, es que al cierre de operaciones, el precio promedio al que se vendieron las 10,000 acciones sea el mismo al precio promedio que operó en su totalidad la emisora durante el mismo intervalo de tiempo. El operador entonces realiza cálculos con los cuales pretende dividir el volumen total en pequeños paquetes que operará durante ese período. Sin embargo, cuando se están realizando las operaciones bursátiles, siempre se corre el riesgo de no acertar a lo buscado, ya sea por imperfecciones propias del mercado, por simples errores humanos o el mercado se adapta a lo que hagan para obtener ganancias.

Si ahora, en un momento determinado durante la operación, el operador observa que en efecto está siguiendo el precio promedio de la emisora, que por ejemplo, puede ser de \$33.85 pesos y se han operado en total 500,000 acciones en el mercado (para la emisora en cuestión), pero repentinamente, otros operadores de una institución contraria, ofrecen al mismo tiempo una compra y una venta de 2,000,000 de acciones con un precio de \$33.89 y se ejecuta (a este tipo de operaciones se les llama “cruces”), entonces el precio promedio total de la emisora cambia a \$33.88 pesos, lo que representa para el operador una pérdida promedio de 3 centavos, porque está vendiendo en promedio 3 centavos más barato de lo que opera el mercado en conjunto.

Este tipo de casos ocurre comúnmente en los mercados reales, aunque en muchos de ellos, las pérdidas son considerables.<sup>3</sup> Sin embargo, el ejemplo con esta emisora no es un caso que se generaliza para todas aquellas emisoras que se encuentran listadas en las Bolsas de Valores. Esto se debe en gran medida a que no todas las emisoras operan del mismo modo; es decir, unas de ellas son más bursátiles que otras.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Estas pérdidas son por lo general para quienes se ven afectados por los cruces como en el ejemplo mostrado. En el caso de posturas de compra una pérdida es cuando el precio promedio de la emisora es menor al precio en que se está ejecutando la orden, mientras que una pérdida en la postura de venta resulta cuando el precio al que se ejecuta la orden es menor al precio promedio de la emisora en el mercado (los casos contrarios para ambas posturas representan ganancias).

Así, las pérdidas finales se ven reflejadas en el portafolio del inversionista, lo cual puede producir desconfianza de este hacia su institución financiera en el caso de que las pérdidas sean relativamente fuertes.

<sup>4</sup> El Índice de Bursatilidad (IB) es un parámetro que se fija hacia la emisora de acuerdo a cómo se opere en el mercado. Esto es, en él se ven reflejados las características principales de la emisora, como el volumen operado, el precio, el importe, el total de transacciones, entre otros, durante un período de tiempo determinado.

Es de gran utilidad puesto que con él es posible identificar aquellas emisoras que son más bursátiles con respecto a otras; lo que ayuda a los inversionistas a decidir en qué emisoras deben operar para reducir riesgos y costos de operación. Para ello, que las emisoras quedan clasificadas en aquellas que posean un IB alto, medio, bajo o mínimo.

Además, de que entre las posturas de compra y venta, siempre existe una diferencia de precio, conocida como *spread* (que es la diferencia entre el precio de venta y el precio de compra), que en gran medida, muestra explícitamente el riesgo al que se expone si opera en una cierta emisora.

Si bien el ejemplo ha ayudado a comprender un poco sobre la dinámica del mercado, y en específico, a los riesgos a los que se está sujeto, también hay otros factores que afectan directamente el precio de las acciones. La información a la que los agentes están sujetos resulta de gran importancia, pues con ella son capaces de aprovecharse ante sus competidores.

Sin embargo, la información es en sí misma todo un conjunto de hechos que han ocurrido, ocurren u ocurrirán en un momento. Esto implica que es necesario identificar cuál es la información verdaderamente relevante para darse idea sobre los movimientos de los precios de las acciones; en otras palabras, ver si realmente esta información se ve reflejada en el precio.

### 2.3.1 Hipótesis de Mercado Eficiente

En el año de 1900, Louis Jean-Baptiste Alphonse Bachelier defendió su tesis doctoral titulada *Théorie de la Spéculation (La Teoría de la Especulación)*, en la que propuso el concepto de movimiento browniano para describir el comportamiento de los precios en los mercados, con lo que se obtuvo la primera formulación teórica de las caminatas aleatorias.

Sin embargo, Bachelier tuvo que admitir como hipótesis de trabajo que las diferencias consecutivas de precios eran independientes entre sí, o sea, las frecuencias con que aparecen dos diferencias de precios cualesquiera no están relacionadas entre sí. Esto quiere decir que si los precios siguen una caminata aleatoria, entonces nada de lo ocurrido en el pasado debe ser tenido en cuenta para su pronóstico, habida cuenta de la independencia de los cambios de los precios. Además, el valor actual de los precios debe tener ya incorporada toda la información anterior de los mercados, puesto que el pasado es irrelevante y los agentes económicos no actúan irracionalmente; es decir, el valor de los precios sólo dependerá de los hechos actuales.

En esencia, esto es conocido como la Hipótesis de Mercado Eficiente (HME). Sin

---

Por lo general, estos índices son proporcionados por las Bolsas de Valores y se distribuyen hacia las instituciones financieras. Es de gran importancia resaltar el hecho de que una emisora opere más que otra, no significa que forzosamente su IB también será mayor, puesto que para su cálculo se requieren de otros criterios que son propios de la emisora en cuestión.

embargo, el trabajo de Bachelier permaneció olvidado durante casi sesenta años. No fue sino hasta el año de 1964 cuando apareció publicada una colección de trabajos, entre los que destaca por su nivel de formalización el de M. F. M. Osborne, en el que haciendo un conjunto de suposiciones controvertidas, logra demostrar que los precios deben comportarse como una caminata aleatoria. También aparece el trabajo de B. B. Mandelbrot, en el que propone una distribución alternativa a la normal para las diferencias de precios en los mercados.

Posteriormente, en el año de 1965, E. Fama formalizó todas las observaciones anteriores, dando su versión de la HME. Fama planteó básicamente que la información no puede ser usada para obtener ganancias en los mercados, lo cual significa que estos se comportan como un “juego justo”. [Mansilla]

Quizá el error inmediato que se puede encontrar a esta hipótesis, es la creencia que implica que los agentes tienen un comportamiento racional. En realidad esta hipótesis permite que algunos agentes reaccionen previo a un conjunto de información, mientras que otros no. Lo que es importante destacar, es que las reacciones de los agentes sean lo suficientemente aleatorias para que no sea posible obtener una ganancia que supere al mercado. Con esto es posible que el mercado se comporte de forma irracional durante un período de tiempo.

Para hallar la importancia de la HME, es necesario conocer su estructura lógica, que consta de dos partes. La primera de ellas, consta de un modelo de formación de los precios que es en esencia una hipótesis de cómo las acciones de los agentes del mercado se agregan para definir un precio. Mientras que la segunda parte, hace requerir a la HME de un modelo de procesamiento de información, el cual explique cómo los agentes del mercado reaccionan ante distintos tipos de información. [Pardo Guerra]

En cuanto a términos de información, que es lo que finalmente se ve reflejado en el precio de las acciones, la HME adquiere tres formas distintas

- ▶ *Eficiencia débil*. En este tipo, no se es posible hallar estrategias de inversión que se basen en los precios históricos de las acciones u otros datos financieros, con el propósito de obtener rendimientos que superen el mercado.
- ▶ *Eficiencia semifuerte*. Los precios de los activos se ajustan instantáneamente a toda información que se hace pública y no puede lograrse un rendimiento superior al del mercado utilizando tal información.
- ▶ *Eficiencia fuerte*. En esta, el precio de los activos refleja toda la información, tanto pública como privada, y nadie puede obtener un rendi-

miento superior al mercado.

La validez o no de la HME ha sido criticada. La razón por la cual esto nace, es porque muchos investigadores creen que hay muchas causas por las cuales existan ineficiencias, como pueden ser la lenta difusión de la información, el poder desigual de los distintos participantes en los mercados y la existencia de buenos agentes que, al menos, aparentemente logran altos rendimientos.

El mismo E. Fama argumenta que la eficiencia no es demostrable, puesto que se necesita de un modelo de equilibrio de formación de precios y que lo único que se puede probar, es si la información se refleja propiamente en los precios en el sentido de que un modelo define el significado correcto de “lo propio”. [Fama]

Más allá de las argumentaciones teóricas, existen consecuencias sobre qué pasaría realmente si los mercados fueran eficientes. Si todas las acciones representativas de las emisoras están perfectamente valoradas, los inversores obtendrán un rendimiento sobre su inversión que será el apropiado para el nivel de riesgo asumido, sin importar cuáles sean las acciones adquiridas. Esto es, en un mercado eficiente todas las emisoras estarán perfectamente valoradas, por lo que no habrá emisoras sobre o subvaloradas, con lo que el valor actual neto de la inversión será nulo. Como consecuencia, si el mercado es eficiente, el tiempo, el dinero y el esfuerzo gastados en el análisis del valor teórico (pronosticado) de las acciones de las emisoras serán inútiles.

Si en un mercado eficiente se produjera una disparidad entre el precio de mercado de una emisora y su valor teórico, ésta sería inmediatamente aprovechada por los especuladores con el propósito de beneficiarse de tal “ineficiencia temporal”. Por ejemplo, si el precio de una emisora está infravalorado, entonces los especuladores lo adquirirían, con objeto de obtener una ganancia de capital, que en consecuencia, crearía una presión de demanda sobre el activo impulsando que su precio se eleve hasta el que había sido pronosticado. Pero, si sucede lo contrario, el activo sobrevalorado provoca que los especuladores comiencen a vender y como consecuencia, su precio descendería ahora debido a la presión de la oferta, hasta que llegue a su precio teórico. En este contexto, sólo habrá algunos quienes obtendrán ganancias de las ineficiencias temporales, mientras que el resto pensará que realmente se encuentra en un mercado eficiente.

Otro punto más a destacar, es que si el mercado es eficiente, entonces las múltiples estimaciones del precio de un activo financiero, como las acciones, tendrá que oscilar de forma aleatoria alrededor de su verdadero valor pronosticado. Esto quiere decir que todos los inversionistas tienen la misma probabilidad de ganar o perder. De este modo, este tipo de mercados deben ser forzosamente competitivos, puesto que es la única razón por la cual toda la información que afecta al valor pronosticado se

vea inmediatamente reflejada en su precio.

En resumen, si hubiera quien sea capaz de predecir en qué momento se va a generar nueva información y cómo esta afectará el precio de los activos, entonces estaría en ventaja competitiva con respecto a sus competidores siempre y cuando el mercado reacciona en la forma esperada;<sup>5</sup> no obstante, la nueva información no se puede predecir, porque de lo contrario, esta predicción pasaría a ser parte de la información actual. Por tanto, las alteraciones en los precios reflejarán precisamente lo impredecible, con lo que las series de cambios en los precios pasan a ser de tipo aleatorio, es decir, siguen un *recorrido aleatorio*.<sup>6</sup>

Por otra parte, el propósito esencial de este trabajo es caracterizar fenomenológicamente las estrategias y/o estilos que emplean agentes o grupos de estos para hallar las diferencias entre ganadores y perdedores. El problema básico es que en el mercado experimental con el que se trabajará, no se tiene acceso al nivel de información con que contaba cada uno de los agentes, además de la estrategia propia que cada uno de ellos empleaba. De este modo, la ineficiencia como hecho empírico ayudará en inferir sobre las estrategias de los agentes a tal punto que se pueda vincular con el concepto de información.

## 2.4 Estructura de los grupos de agentes

Como se ha mencionado en algunos párrafos anteriores, cuando hay una disparidad entre el precio de mercado de un activo y su valor teórico, los agentes tratan de aprovechar esta oportunidad para generar alguna ganancia. Partiendo de esto, más que estar interesados en la evolución temporal del precio, lo que interesa es descubrir cómo se generan las ganancias a partir de este tipo de eventos y cómo en conjunto reaccionan los agentes respecto a sus tomas de decisiones, con lo cual se puedan definir *estrategias* de operación.

---

<sup>5</sup> Esto indica que a pesar de poseer la información “más confiable” respecto a cómo va a ser el comportamiento del precio de las acciones, esta información no implica necesariamente que se tenga a la vez esta ventaja ante los competidores, ya que los agentes y el mercado en general, pueden reaccionar de modo distinto a lo esperado, con lo cual la información considerada como valiosa no puede ser empleada para los efectos que se hubieran deseado.

<sup>6</sup> En realidad, los precios de los activos se comportan como una submartingala, lo que significa que las variaciones en los mismos suelen ser positivas debido a una compensación del valor temporal del dinero y el riesgo sistemático. Además, los rendimientos esperados pueden cambiar a lo largo del tiempo conforme lo hagan los factores de riesgo. Un “recorrido aleatorio” es más restrictivo en el sentido de que los rendimientos de los títulos deben ser independientes y estar idénticamente distribuidos. En este contexto, el uso de “recorrido aleatorio” se refiere a que las variaciones en los precios de los activos son impredecibles.[Aragones y Mascareñas]

Resulta claro entonces que aquellos grupos de agentes que obtengan mayores ganancias, será porque emplean una estrategia óptima que así se los permita o en su caso, sus ganancias son producto de no más que *suerte*. Pero comprender este concepto de estrategia no es una tarea inmediata de entender; de hecho, es necesario recurrir al modo de operación dentro de los mercados. Si bien, en los mercados lo que inmediatamente se observa es el intercambio de activos a través de compra-ventas, entonces podemos pensar que una estrategia para un determinado agente, no es más que un conjunto de estas compra-ventas realizadas en un período de tiempo. En este sentido, la estrategia puede tener entre sus elementos aquellas “operaciones” en las que el agente no interactuó, es decir, que estuvo como “observador” ante el intercambio de los activos entre otros dos agentes externos a él. Con este conjunto de operaciones, se puede pensar que en algún momento de dicho período, el agente habrá obtenido una riqueza (ganancia o pérdida)  $\omega_i^*(t)$ .<sup>7</sup>

Consideremos entonces un conjunto de agentes  $N$ , en donde cada uno de los agentes que lo integra tiene una riqueza  $\omega_i^*(t)$  al tiempo  $t$ ; esto se hace con el propósito de tener agentes representativos que de algún modo representan no más que promedios sobre grupos de agente que comparten una estrategia en común.

Para cada grupo  $j$  formado a partir de los  $N$  agentes, su riqueza estará caracterizada por dos funciones. La primera de ellas representa la riqueza promedio del grupo de agentes dada por

$$W_j^*(t) = \frac{1}{N_j} \sum_{\omega_i \in j} \omega_i^*(t) \quad (2.1)$$

donde  $N_j$  es el número de agentes del grupo  $j$ , con lo que la suma es sobre los agentes del mismo grupo. La segunda función, es la varianza de las riquezas del grupo de agentes. Si ésta es grande, entonces las riquezas son bastante variadas; de lo contrario, sus riquezas son parecidas. De este modo, la varianza de la riqueza del grupo  $j$  al tiempo  $t$  está determinada por

$$\sigma_j^{*2}(t) = \frac{1}{N_j(N_j - 1)} \sum_{\omega_i \in j} (\omega_i^*(t) - W_j^*(t))^2 \quad (2.2)$$

De las ecuaciones (2.1) y (2.2), se pueden hacer las siguientes observaciones. La primera de ellas es que los agentes que pertenecen a un grupo determinado no pueden

---

<sup>7</sup> Esta riqueza se puede medir de distintas formas, dependiendo por supuesto de lo que se menciona en el párrafo: por compra-ventas producidas por los agentes y por aquellas en las que permanece como “observador”. Más adelante se especifica la forma de medición de las ganancias y en el capítulo 3 se hace hincapié sobre la forma de medición de las ganancias que generan los agentes en este estudio particular.

ser parte de otro, de lo contrario, no tendría sentido definir estas funciones representativas de grupo. En este sentido, la división de agentes en grupos es una forma de particionar a los participantes en el mercado, pero se pueden tener distintas particiones de acuerdo al comportamiento mismo de los agentes, como bien pueden ser por sus ganancias, por su volumen intercambiado, o por el total de transacciones ejecutadas, etc. Así, la división de grupos de agentes estará sujeta a la caracterización con que se desee trabajar, que en este caso ha sido la riqueza de los agentes y para que haya consistencia, los grupos de agentes restringidos a esta característica no deberán cambiar sus integrantes conforme pasa el tiempo con el propósito de identificar la estrategia en común del grupo.

No obstante, es necesario emplear un marco de referencia con el cual se pueda comparar el comportamiento de los agentes independientemente de la simulación, pues en ocasiones resulta difícil trabajar con las  $W_j^*(t)$  ya que representan cantidades brutas. Para ello, se emplea el marco en el cual se comparan las ganancias brutas del agente que obtuvo durante un período de tiempo, a través del intercambio de acciones, contra las ganancias que obtuvo sin necesidad de operar. Este marco es conocido como *Buy & Hold* (comprar y retener, B&H) y permite trabajar en un ambiente donde contrastan las ganancias obtenidas por operaciones propias de los agentes (*trading gains*) y las ganancias obtenidas de acuerdo a los movimientos del mercado (*market gains*).<sup>8</sup> Así entonces, partiendo de la idea de que la riqueza de un agente está determinada tanto por el número de acciones que posea al tiempo  $t$ , así como del precio de las mismas, entonces resulta claro que en ocasiones es mejor no intercambiar acciones y dejar que el mercado siga a favor, en vez de realizar operaciones que puedan marcar pérdidas significantes.

De este modo, si un agente comienza en el tiempo  $t$  con  $n_i(t)$  acciones con un precio  $p(t)$ , entonces las ganancias relativas al B&H,  $e_{ij}(t, t')$ , sobre el período  $[t, t']$ ,

---

<sup>8</sup> Las ganancias por operaciones son de acuerdo al tipo de postura con que se ejecuten y su respectivo precio, esto es, si se ejecutó una compra y una venta por un mismo agente (siendo la compra previa a la venta), la ganancia en términos monetarios es la diferencia de importes (el producto del precio de la emisora por el volumen en la operación) entre la venta y la compra. En esencia, el propósito de estas transacciones tiene una lógica básica: comprar barato y vender a un precio mayor que el ejecutado en la compra.

En cambio, las ganancias por movimientos del mercado también toma dos rumbos de acuerdo a la postura con que se ejecuten las transacciones. Si un agente ejecuta una compra, entonces para que haya ganancia, la siguiente operación en la misma emisora debe ser a un mayor precio, independientemente de si sea el mismo agente quien ejecute la transacción o no; así, el volumen comprado tiene “mayor” valor monetario que bien puede liquidarse si las condiciones del mercado son apropiadas. Por otro lado, si se ejecuta una venta, entonces la siguiente transacción ejecutada en el mercado por cualquier otro agente debe ser a un menor precio, ya que en este caso, se habrá vendido un conjunto de acciones a un precio mayor al último precio ejecutado en el mercado.

están dadas por

$$e_{ij}(t, t') = \Delta_T - \Delta_{B\&H}, \quad (2.3)$$

donde

$$\Delta_T = [p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t)] - p(t)[n_i(t') - n_i(t)],$$

y

$$\Delta_{B\&H} = n_i(t)[p(t') - p(t)].$$

La ecuación (2.3) determina las ganancias entre  $t$  y  $t'$ . El primero de sus términos,  $\Delta_T$  tiene dos componentes: el primero definido por  $p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t)$  representa las ganancias (o pérdidas) de operar acciones, mientras que el segundo término,  $p(t)[n_i(t') - n_i(t)]$  representa la cantidad que equivale al monto pagado por las acciones intercambiadas. Del mismo modo, este segundo término determina las ganancias que se obtienen en un mercado sin intercambio de acciones por el puro efecto de cambios en el precio: si este sube ( $p(t') - p(t) > 0$ ), entonces se reportarán ganancias; de lo contrario, ( $p(t') - p(t) < 0$ ), se tendrán pérdidas. La diferencia de ambos términos representa la ganancia neta de haber operado en comparación de no haber hecho nada, que si este es el caso (hacer nada) entonces no hay ganancias.

Desarrollando en término para  $\Delta_T$ , se obtiene

$$\begin{aligned} \Delta_T &= [p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t)] - p(t)[n_i(t') - n_i(t)] \\ &= p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t) - p(t)n_i(t') + p(t)n_i(t) \\ &= p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t'). \end{aligned} \quad (2.4)$$

Sustituyendo (2.4) en (2.3) y el término asociado a  $\Delta_{B\&H}$ ,  $e_{ij}(t, t')$  toma la forma

$$\begin{aligned} e_{ij}(t, t') &= p(t')n_i(t') - p(t)n_i(t') - p(t')n_i(t) + p(t)n_i(t) \\ &= p(t')[n_i(t') - n_i(t)] + p(t)[n_i(t) - n_i(t')] \\ &= p(t')[n_i(t') - n_i(t)] - p(t)[n_i(t') - n_i(t)] \\ &= [p(t') - p(t)][n_i(t') - n_i(t)], \end{aligned} \quad (2.5)$$

definiendo

$$\Delta p(t, t') = [p(t') - p(t)]$$

y

$$\Delta n_i(t, t') = [n_i(t') - n_i(t)],$$

la expresión final para  $e_{ij}(t, t')$  es

$$e_{ij}(t, t') = \Delta p(t, t')\Delta n_i(t, t'). \quad (2.6)$$

donde  $\Delta n_i(t, t')$  es el cambio en el portafolio debido a la transacción y  $\Delta p(t, t')$  es el cambio en el precio de la emisora entre el momento de la transacción y  $t$ .



Resulta entonces conveniente ver a  $e_{ij}(t, t')$  como una medida del éxito de la estrategia usada por el agente  $i$  perteneciente al grupo  $j$  durante el intervalo de tiempo  $(t, t')$ , con lo cual es posible estudiar la ineficiencia del sistema.

Otras medidas son aquellas relativas al éxito de un grupo de agentes, parecidas a (2.6) y (2.3). La primera se define como la ganancia en exceso de una agente  $i$  en el período  $(t, t')$ , que está dada por

$$E_{ij}(t, t') = \sum_{k=t'+1}^{k=t} e_{ij}(k, k-1), \quad (2.7)$$

que corresponde a la suma de las ganancias netas de todos los intervalos de tiempo que van de  $t$  a  $t'$ . La segunda medida, se trata sobre las ganancias excesivas que caracterizan a un grupo de agentes particular  $j$ , que se define como

$$E_j(t, t') = \frac{1}{N_j} \sum_i E_{ij}(t, t'). \quad (2.8)$$

A este grupo se le puede calcular la varianza de las ganancias excesivas en función del tiempo como

$$\sigma_j^2(t) = \frac{1}{N_j(N_j - 1)} \sum_i (E_{ij}(t) - E_j(t))^2. \quad (2.9)$$

#### 2.4.1 Herramientas para medir la ineficiencia de mercados

Con los grupos identificados y habiendo ya definido las cantidades que describen la evolución de sus agentes representativos, lo siguiente es describir a la ineficiencia como tal. Para ello se emplea una prueba  $t$ -Student la cual permite decidir si dos variables aleatorias normales y con la distinta varianza tienen medidas diferentes y que se utiliza como una razón entre ruido y señal. De este modo, si se tienen dos grupos distintos de agentes,  $i$  y  $j$ , la ineficiencia entre ellos se define como

$$I_{ij}(t, t') = \frac{(E_i(t, t') - E_j(t, t'))}{\left(\frac{\sigma_i^2(t, t')}{N_i} + \frac{\sigma_j^2(t, t')}{N_j}\right)^{\frac{1}{2}}}, \quad (2.10)$$

donde  $E_i(t, t')$  y  $E_j(t, t')$  representan las ganancias excesivas del grupo  $i$  y  $j$  en el período  $(t, t')$ , respectivamente.

Como en el mercado existe un número finito de grupos de agentes, se puede pensar que para decidir si el mercado es ineficiente o no, basta con dar el valor de la ineficiencia entre todos los pares de grupos. Sin embargo, una manera más óptima

de determinar si hay o no ineficiencia global en un mercado, se construye una matriz del sistema, que contiene todos los grupos de agentes posibles con ineficiencia. De este modo, la *Matriz de Ineficiencia* para un mercado  $m$  con  $K$  grupos de agentes tiene la forma

$$\mathbf{I}^m = \begin{pmatrix} 0 & I_{1,2}(t, t') & \cdots & I_{1,K}(t, t') \\ -I_{1,2}(t, t') & \ddots & \cdots & \vdots \\ \vdots & \cdots & \ddots & I_{K-1,K}(t, t') \\ -I_{1,K}(t, t') & \cdots & -I_{K-1,K}(t, t') & 0 \end{pmatrix} \quad (2.11)$$

Dado que la ecuación (2.10) es antisimétrica, entonces la matriz descrita en la ecuación (2.11) compartirá esta propiedad. Esto produce que el cuadrado de la matriz genere una matriz simétrica, cuya traza estará caracterizada por los cuadrados de cada una de las  $I_{ij}(t, t')$ 's de la matriz original.

Como cada elemento de la matriz  $\mathbf{I}^m$  es de tipo estadístico (por el uso de la prueba  $t$ -Student), se puede definir una cota que delimita lo eficiente de lo ineficiente. Para ello, solo basta normalizar la traza del cuadrado de la matriz de ineficiencia, estableciendo así la *ineficiencia del mercado* en el período  $(t, t')$  como

$$\mathcal{I}^m(t, t') = \frac{1}{K'} \left( \frac{1}{2} \text{Tr} (-\mathbf{I}^m)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (2.12)$$

donde  $K' = K(K - 1)/2$ , que es el factor de normalización.

Con estas herramientas ya definidas, podemos pasar al análisis del mercado experimental. Primeramente, se obtendrá la gráfica de ineficiencia la cual nos servirá como indicador para determinar qué tan ganador o perdedor es un grupo de agentes dado. A partir de entonces, se analizará con minería de datos, la “información” oculta dentro de las operaciones que realizan los grupos de agentes durante un período de tiempo determinado, para que posteriormente se puedan aplicar los modelos con los cuales es posible perfilar y predecir qué grupos de tienen una estrategia óptima de operación.

Pero antes de eso, conozcamos cómo ha sido creado el mercado en cuestión para tener una idea completa sobre su funcionamiento en general, así como las herramientas necesarias para perfilar las estrategias.

## Capítulo 3

---

---

### Descripción del Mercado Experimental

---

#### 3.1 Mercados Artificiales Basados en Agentes y Mercados Experimentales

El análisis de mercados financieros a través de mercados financieros artificiales y experimentales ha crecido considerablemente durante los últimos años, en donde áreas como las redes neuronales, algoritmos genéticos y sistemas clasificadores han jugado un papel importante en estos desarrollos.

Como lo mencionan Chan, LeBaron, Lo y Poggio [Chan et. al.], en muchas de las investigaciones sobre la microestructura del mercado, el análisis teórico rápidamente se convierte intratable para todos los modelos estilizados y simples, incluso aquellos en donde haya equilibrio. Ellos mismos mencionan que una alternativa a este acercamiento es uno experimental, en donde los individuos son puestos en un mercado bajo control. Al variar la estructura del mercado, se puede aprender sobre el gran problema del actual comportamiento de los agentes económicos en un ambiente competitivamente simple y cómo los mercados ejecutan sus funciones de manera eficiente. Sin embargo, la aproximación con los mercados experimentales tiene sus limitantes. En particular, aunque la estructura del mercado y el medio económico son controlados por el experimentador, los comportamientos y la habilidad de procesamiento de información de los agentes no pueden ser controlados. Por este motivo, es también difícil evaluar el impacto de la aversión al riesgo, habilidades de aprendizaje y el grado de racionalidad individual en los precios y cantidades de los mercados experimentales. Más allá, no hay formas simples de determinar cómo es el proceso de información de los agentes y derivar sus reglas de operación en un experimento dado.[Chan et. al.].

Por otra parte, los conocidos “modelos basados en agentes” permiten explorar nuevas áreas de la teoría económica, especialmente en mercados dinámicos con información asimétrica, aprendizaje e incertidumbre, una combinación que posee muchos retos desde la perspectiva teórica. De cualquier modo, los modelos basados en agentes también traen consigo nuevos y aun no comprobados algoritmos, parámetros que deben ser calibrados y otras suposiciones *ad hoc* que pueden resultar controversiales.[Chan et. al.]

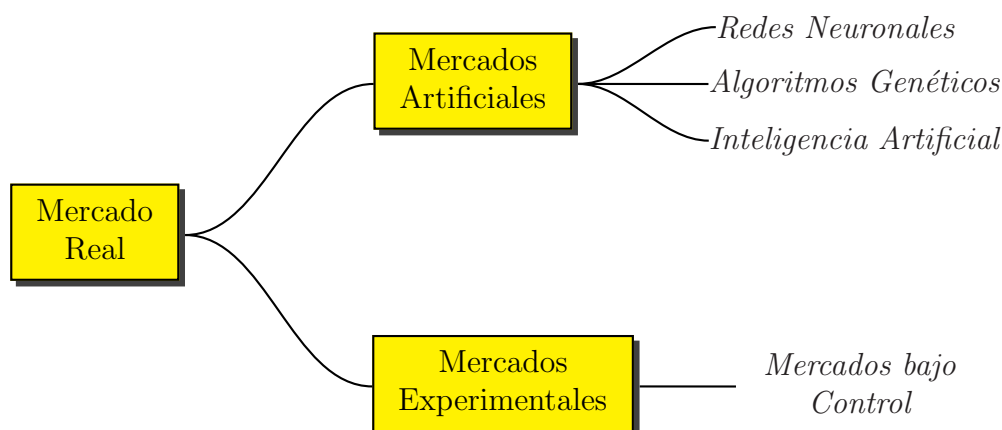


Figura 3.1: Algunas formas de investigación sobre los mercados financieros.

### 3.2 El Mercado Experimental de Estudio

En este trabajo en particular, se emplea un mercado experimental que sigue las líneas propuestas por [Benink et. al.], [Pardo Guerra] y [Stephens, Gordillo y Hauser] sobre medidas de ineficiencia y la incorporación de la minería de datos como herramienta para indagar sobre las estrategias que emplean grupos de agentes. El mercado experimental gira alrededor de las elecciones parlamentarias del estado Alemán de Brandenburgo, en el que las operaciones fueron hechas entre mediados de Agosto y mediados de Septiembre de 2004 y en el que participaron 108 agentes con la libertad de operar en 8 emisoras, las cuales corresponden a los partidos políticos que contendieron.<sup>1</sup> No hay dinero real invertido, el único activo que corre riesgo son las acciones

<sup>1</sup> Estos partidos políticos fueron CDU (Christlich Demokratische Union Deutschlands), DVU (Deutsche Volkunion), FDP (Freie Demokratische Partei), PDS (Partei des Demokratischen Sozialismus), SPD (Sozialdemokratische Partei Deutschlands).

que pagan dividendos. Similar a los mercados accionarios, este mercado experimental está dividido en los mercados primario y secundario. Como se mencionó en el capítulo 1, en los mercados de capitales reales, las nuevas acciones que deseen cotizar son primeramente ofertadas en el mercado primario cuando una compañía incrementa su capital. Una vez que las acciones han sido listadas, estas son adquiridas por los inversionistas y son entonces operadas en el mercado secundario. En el mercado experimental que se emplea, no se puede seguir este concepto porque el número de contratos que se necesitan para asegurar la liquidez del mercado aumentan continuamente al mismo tiempo en que más agentes se unen al mercado. Para regular el número de contratos necesitados en el mercado, se hace uso del hecho de que la suma de los valores intrínsecos de todos los contratos debe ser 100 en todo momento, pues por definición representan el 100 por ciento del voto total. Los agentes pueden entonces comprar y vender portafolios base (lotes o una parte de cada contrato) por un precio de 100 en todo momento, que representa la parte esperada del voto.

Esta medida asegura la liquidez en el mercado secundario y le permite a los agentes beneficiarse a partir de oportunidades de arbitraje. Nótese que cualquier transacción en el mercado primario no afecta la exposición del agente, ya que el precio de liquidación del portafolio base será siempre de 100. Por tanto, nos podemos olvidar de las transacciones hechas en el mercado primario y limitar el análisis a las transacciones hechas en el mercado secundario.

Este mercado secundario está diseñado como un mercado de doble subasta. Le permite a los participantes negociar contratos a precios determinados por una ley de oferta y demanda. Las ventas en corto no son permitidas (el agente puede vender una acción solamente si es poseedor de esta). El libro de órdenes del mercado está parcialmente abierto, en donde los agentes tienen acceso a las tres mejores posturas de compra y de venta para cada emisora. Un punto sumamente importante, es que estas tres posturas mostradas no indican quien las está colocando, es decir, las transacciones son anónimas. Con este diseño, los agentes conocen el *spread* entre los precios de compra y venta, así como el número de contratos ofertados en aquellos precios. Las ejecuciones parciales de las órdenes son permitidas, así como órdenes múltiples, límites de tiempo y cancelaciones. El lote mínimo con que puede operar un agente es de una acción.

Un punto importante sobre la moneda con la cual se ha de considerar el precio de las acciones, así como las ganancias o pérdidas que registren los agentes, es que no se define una en particular. Si bien el mercado experimental fue hecho en Alemania y que por ende, su moneda debería ser el Franco Alemán o el euro, en realidad basta decir que la moneda del mercado está dada en *unidades monetarias (UM)* con el propósito de que el lector ajuste su propia moneda para tener una mejor com-

preensión del problema. Además, esto se justifica con el hecho de que en el mercado experimental se “jugó” con dinero “falso” o en su caso, con una moneda que puede recibir cualquier nombre.

### 3.3 Análisis de Resultados del Mercado Experimental: Minería de Datos

La descripción del mercado experimental mostrada en la sección anterior, muestra a grandes rasgos las características principales con que los agentes operaron dentro del mercado. Para propósitos de este trabajo, es necesario descubrir información relevante sobre el mercado que conduzca a definir los estilos propios con que han operado los agentes y en general grupos de agentes, con los cuales se pueden formar estrategias que permitan obtener en promedio mayores ganancias y menores pérdidas, con lo que se puede construir una estrategia ganadora. Si bien se tiene la base de datos de todas las transacciones ejecutadas en el mercado experimental, no se tiene al alcance información alguna que muestre explícitamente la(s) estrategia(s) con que cada uno de los agentes ha operado, con lo cual, para obtener esta información es necesario el uso de alguna herramienta que permita identificar *fenotípicamente* las estrategias entre agentes y grupos de éstos.<sup>2</sup>

En este contexto, el primer problema que se debe enfrentar es el de cómo se es posible hallar esta información que permita discriminar a los agentes que, de acuerdo a su comportamiento en el mercado, se puedan identificar aquellos que ganan y aquellos que pierden, así como el por qué se tienen estas ganancias y pérdidas. Para resolverlo, se hace uso de una técnica que permite manejar grandes bases de datos y en particular, hallar e interpretar esta información “oculta”. Esta técnica es llamada **Minería de Datos** con la que además es posible encontrar patrones y relaciones de los datos permitiendo la creación de modelos; es decir, representaciones abstractas de la realidad. Pero al descubrir y/o adquirir conocimiento del sistema sobre el cual se trabaja, se es necesario tener una preparación apropiada de los datos así como una interpretación correcta de los resultados obtenidos, los cuales dan un significado a los patrones encontrados.

Kovalerchuk y Vityaev [Kovalerchuk y Vityaev] citan a Friedman, quien ha colectado varias de las definiciones acerca de la Minería de Datos:

---

<sup>2</sup> Esta información a la cual no se tiene acceso es precisamente la información “oculta” que está dentro de la base de datos del mercado experimental, que es de gran importancia para definir los modos de operación de los agentes. Este es el contexto de la palabra “*fenotípicamente*”, se refiere a identificar todas aquellas variables que caracterizan la particular forma de operar de los agentes y/o grupos de agentes.

- ▶ La Minería de Datos es el proceso no trivial de identificar y validar patrones comprensibles en los datos que son potencialmente útiles.
- ▶ La Minería de Datos es el proceso de extracción previamente desconocida, comprensión y utilización de información de grandes bases de datos con el propósito de hacerle uso crucial en decisiones de negocios.
- ▶ La Minería de Datos es el conjunto de métodos usados en el proceso de descubrimiento del conocimiento para distinguir relaciones y patrones previamente desconocidas dentro de los datos.
- ▶ La Minería de Datos es un proceso de decisión de soporte que se busca en grandes bases de para obtener información desconocida y patrones inesperados.

Un esquema que resume la técnica de la minería de datos en el proceso de descubrimiento de conocimiento se muestra en la Figura 3.2.

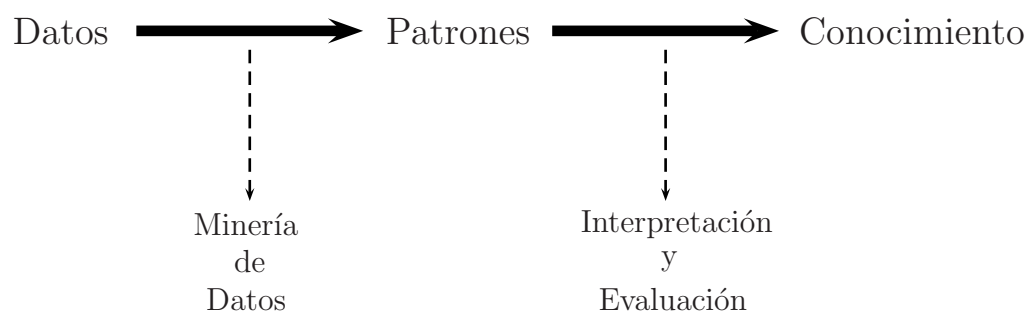


Figura 3.2: Proceso de descubrimiento de conocimiento.

El siguiente reto es definir el esquema en que la minería de datos será empleada para cumplir con el objetivo. Si bien se puede comenzar a aplicar la técnica a todas las variables posibles de las cuales se cree que se puede obtener información, ésta no tendrá gran validez si no se plantea en primera instancia cómo se ha de demostrar que los estilos de operar de cada agente realmente son los apropiados para generar mayores ganancias que pérdidas (por supuesto, considerando solo aquellos agentes que sean ganadores) y cómo lo hacen. Bien se puede aplicar la minería de datos a todo el período en que se realizaron las transacciones del mercado experimental, pero los resultados pueden llegar a considerarse “limitados” puesto que no arrojarían “a gran detalle” los estilos de los agentes.

Una forma de inferir que los agentes de este mercado tienen estilos particulares de operación, de los cuales algunos pueden ser considerados como óptimos para generar grandes ganancias, es el de manejar la minería de datos en distintos períodos de tiempo, cuyos resultados mostrarán que no sólo sí se tienen estilos que caracterizan a los agentes ganadores, sino que también pueden variar en el tiempo de acuerdo a las condiciones del mercado y cómo se desenvuelven los agentes mismos. En este contexto, como en esencia la duración de la actividad de este mercado experimental es de prácticamente un mes, se ha decidido tomar dos períodos llamados la primera y segunda mitad, cuyo propósito será el de caracterizar aquellos agentes y en general, grupos de agentes en la primera mitad que posean un estilo de estrategia ganadora y ver si en efecto, este estilo los conduce a mantenerse como ganadores en la segunda mitad. La selección de los períodos se ha tomado arbitrariamente, dejando a la primera mitad la que transcurre entre el 19 de Agosto de 2004 y el 6 de Septiembre de 2004, mientras que la segunda mitad corresponde al período del 7 de Septiembre de 2004 al 19 de Septiembre del 2004.

De este modo y para el propósito de este trabajo, ya es posible aplicar la minería de datos a todos los agentes que participan en el mercado en cada uno de los períodos definidos. Así, las variables más relevantes que se han de considerar y que componen la minería de datos se enumeran a continuación:

1. Número de transacciones.
2. Número de compras.
3. Porcentaje de compras del total de transacciones.
4. Número de ventas.
5. Porcentaje de ventas del total de transacciones.
6. Número de cambios de signo, definidos como los cambios que hay de compra a venta y viceversa.
7.  $D$ , definida como la tasa de cambios de signo respecto del total de transacciones realizadas.
8. Número de emisoras sobre las que operan.
9. Número de contrapartes totales.
10. Volumen total operado durante el período.
11. Volatilidad del volumen operado.



12. Volumen promedio por transacción.
13. Ganancia total relativa obtenida.
14. Volatilidad de la ganancia.
15. Ganancia promedio por operación.
16. *Sharpe Ratio*.
17. Porcentaje de buenas decisiones sobre las transacciones realizadas en compras y en ventas.
18. Transacciones totales con ganancia, con pérdidas y nulas.

En cada una de las variables anteriores se deberá de considerar una jerarquización (ranking) que describirá el lugar que ocupa cada uno de los agentes dentro del mercado según la variable en cuestión. Más adelante se verá por qué es necesaria esta jerarquización.

Asimismo, por agente se analizarán variables sobre su comportamiento ante los precios en cada una de las emisoras, los cuales podrán ser medidos a partir de dos funciones básicas:  $\Delta P(t)$  y  $\Delta T(t)$ . Ambas toman dos formas:

1.  $\Delta P_1(t)$  significa la diferencia de precio entre la última transacción realizada por un agente particular y la siguiente transacción que hubo en el mercado, siendo este mismo agente el que participó o no. A esta función se le asocia  $\Delta T_1(t)$  que es la diferencia de tiempo entre ambas transacciones antes mencionadas.
2.  $\Delta P_2(t)$  significa la diferencia de precio entre las transacciones que ha realizado cada uno de los agentes. A esta función se le asocia  $\Delta T_2(t)$  que es también la diferencia de tiempo entre las transacciones.

Cada uno de estos cálculos se hace para cada una de las emisoras, por lo que por agente sólo se toman los promedios y volatilidades para cada una de estas funciones.

Al momento de hablar sobre grupos de agentes, se hace referencia a agentes que en común poseen un estilo de estrategia que los perfila como ganadores o perdedores según sea el caso. En este sentido, resulta conveniente entonces tratar a grupos de agentes para comprobar que en efecto todos aquellos agentes ganadores poseen un estilo generalizado, así como todos aquellos agentes perdedores poseen también un estilo en común. Esto permite caracterizar a las variables que definen a cada tipo de grupo existente, de tal modo que una vez que por grupo se haya definido globalmente

una estrategia en común para sus agentes, será más fácil ahora analizar por separado cada uno de los agentes que componen a los grupos.

Sin embargo, este detalle de separar por grupos de agentes el mercado debe tener un sentido lógico; esto es, para definir los estilos de estrategia, qué deben cumplir los grupos de agentes en cada uno de los períodos y aun más importante, qué define o clasifica a los agentes por grupos. La respuesta para ambas cuestiones es simple. En el primer caso, los grupos que se definan en la primera mitad deben cumplir que para la segunda mitad permanezcan los mismos agentes que forman cada uno de los grupos; de este modo, se puede hablar de estilos que por grupo cambian en el tiempo según las condiciones del mercado y por cuestiones de *adaptación* o *aprendizaje* que los agentes van adquiriendo a través del tiempo. La segunda cuestión va a depender del propósito que se requiera satisfacer. Bien se puede implementar un clasificador que divida a los grupos de agentes de acuerdo a las ganancias que obtengan los agentes, o quizá de acuerdo a qué tan volátil es el volumen con que operan, o las compras y ventas que ejecutan, etc. Para este trabajo en particular se empleará el *Sharpe Ratio*<sup>3</sup> pues con este será posible medir el riesgo que asume cada uno de los agentes al momento de colocar posturas.

*La ganancia es un término relativo. Esto se debe a que depende desde qué perspectiva se vea esto: la primera de ellas es que la ganancia se debe a cambios del precio a favor producidos por el mercado, la segunda al cambio relativo del portafolio inicial y la tercera a aquellas obtenidas por transacciones. En este sentido, este análisis se restringirá a las ganancias relativas producidas por transacciones y los siguientes movimientos del precio de la emisora; es decir, a la diferencia de precio entre la transacción realizada por el agente y la siguiente ejecutada en el mercado (para la misma emisora), multiplicada por el cambio en el portafolio del agente, tal y como lo muestra la ecuación (2.6).*

*En cambio, Sharpe Ratio es una medida de las ganancias excesivas por unidad de riesgo en un activo de inversión o estrategia de operación. Es usado para caracterizar hasta qué punto las ganancias sobre un activo o inversión compensan al inversionista por asumir riesgo en su inversión.*

En este contexto, *excesiva* se referirá a las ganancias sujetas al comportamiento del mercado, esto es, se pueden obtener muchas ganancias si el mercado va “a favor”. De este modo, *Sharpe Ratio* está definido como

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{\text{Ganancia relativa total generada}}{\text{Volatilidad de la ganancia}}.$$

---

<sup>3</sup> Ver [http://en.wikipedia.org/wiki/Sharpe\\_ratio](http://en.wikipedia.org/wiki/Sharpe_ratio)

Así, *Sharpe Ratio* clasificará a los grupos de agentes de acuerdo a las características que tengan en común los agentes. En otras palabras, cada una de las características asociadas a los agentes estarán sujetas al parámetro *Sharpe Ratio* que a partir de este momento se le conocerá como la Clase *C* y más adelante se enunciará el por qué se le ha de llamar así. Resumiendo, la clasificación por grupos supone que en común, los agentes pertenecientes a un mismo grupo “comparten” un estilo y por tanto (aunque no necesariamente) una estrategia; en el caso de que los agentes sean ganadores, en promedio el grupo puede ser considerado como ganador y viceversa si los agentes son perdedores.

En conclusión, una vez obtenido el resultado de *Sharpe Ratio*, una jerarquización (ranking) de éste para cada uno de los agentes será el que definirá a los grupos. Dado que el mercado se compone por 108 agentes, la división de grupos se hará de tal modo que en cada uno de ellos haya aproximadamente 11 agentes, aunque va a depender siempre del ranking en *Sharpe Ratio* que cada uno de los agentes obtenga. Esta división de grupos de agentes se muestra en el capítulo 4.

### 3.3.1 *Perfilar y Predecir*

Con los resultados obtenidos para cada una de las variables anteriormente mencionadas, así como el uso del clasificador *Sharpe Ratio* se puede comenzar a analizar detalladamente los comportamientos de los agentes dentro y fuera de su grupo; es decir, observar si en efecto sí se cumplen características que por grupo la mayoría de sus agentes adoptan de tal modo que se puede asegurar que comparten el mismo estilo. Sin embargo, una manera de formalizar este análisis es a través del uso de modelos matemáticos que sustentan no solo lo que previamente se viene suponiendo acerca de que por grupo los agentes tienen estilos en común, sino que pueden llegar a confirmar tal hipótesis.

Estos modelos pueden entonces servir para dos razones muy específicas de acuerdo a la división de períodos que se ha planteado para analizar el mercado experimental. La primera de ellas y como se pronunció en el párrafo anterior, es que sustentan el hecho de que un estilo de operar es el que en promedio se emplea por grupo; esto es, los agentes pertenecientes a un mismo grupo suelen comportarse de la misma manera. Por ejemplo, podemos suponer que para el clasificador *Sharpe Ratio* los grupos formados son de tal forma que al primero de ellos se le puede identificar como el “más ganador” y el último como el “más perdedor”. En este sentido, los modelos mostrarán que para el grupo con mayores ganancias sus agentes prefieren ejecutar una gran cantidad de transacciones con una distribución semejante de compras y ventas; mientras que el grupo más perdedor puede ser que tienda más hacia compras

o quizá hacia ventas con igual o incluso mayor número de transacciones ejecutadas. El punto esencial es que estos grupos se pueden diferenciar de aquellos grupos “intermedios” los cuales quizá, en promedio prefieran ejecutar pocas transacciones con poco volumen para no estar sujetos al riesgo que conlleva el ejecutar una transacción.

La segunda razón y que está directamente relacionada con la división de períodos, es el hecho de que los modelos pueden *predecir* comportamientos de los grupos de agentes. Esto se explica de la siguiente manera. En la primera mitad, después de aplicar la técnica de minería de datos, comenzar a observar los comportamientos por grupos de agentes y aplicar los modelos, se puede tener un *perfil* sobre dichos comportamientos. Este perfil es precisamente lo que se mencionó anteriormente: caracteriza a los grupos de acuerdo a las variables que más influyen en su comportamiento. Por ejemplo, que ejecutan una gran cantidad de transacciones y por tanto de compras y/o ventas, con alto volumen, con muchas contrapartes, etc. Esto conduce a presuponer que para la segunda mitad, para aquel o aquellos grupos ganadores o perdedores según sea el caso, siguiendo el mismo comportamiento continuarán con una cantidad de ganancias o pérdidas similares, lo cual, al aplicar nuevamente los modelos para los resultados de la segunda mitad, se verificará que en efecto esto se cumple. Sin embargo, si se da el caso de que los grupos ganadores disminuyen sus ganancias, mientras que los perdedores disminuyen las pérdidas, lo que revelarán los modelos serán resultados que muestran el por qué ha sucedido tal cambio de ganancias-pérdidas para los grupos de acuerdo a las variables mismas sobre las cuales se apliquen los modelos.

Con esta breve discusión se presentan los modelos a continuación. El primero de ellos se identificará como  $\varepsilon(C|X_i)$ , que se aplicará sobre los rankings de las variables  $X_i$  que cada agente obtenga según el clasificador (Clase)  $C$ , que como se ha venido discutiendo, se referirá al *Sharpe Ratio*. El segundo modelo se identificará como  $\varepsilon'$ , el cual se aplicará sobre los valores de cada una de las variables. Estos modelos están descritos de la siguiente forma

$$\varepsilon(C|X_i) = \frac{N_{X_i}(\mathbf{P}(C|X_i) - \mathbf{P}(C))}{(N_{X_i} \mathbf{P}(C)(1 - \mathbf{P}(C)))^{1/2}} \quad (3.1)$$

y

$$\varepsilon' = \frac{(\langle x_i \rangle_C - \langle x_i \rangle_{\bar{C}})}{\left( \frac{\sigma_{i_C}^2}{n_C} + \frac{\sigma_{i_{\bar{C}}}^2}{n_{\bar{C}}} \right)^{1/2}} \quad (3.2)$$

La función  $\varepsilon$  para un conjunto de datos dado  $\mathcal{S}$ , depende en  $\mathbf{P}(C|X_i)$ , la probabilidad de que una observación asociada con la variable característica  $X_i$  (las variables) esté en la Clase  $C$ . Los datos asociados con los registros descritos por  $X_i$  son un subconjunto,  $\mathcal{S}_{X_i}$ , de  $\mathcal{S}$ , que consiste de  $N_{X_i}$  observaciones. También depende

en  $P(C)$ , que es la probabilidad correspondiente para una muestra tomada al azar de tamaño  $N_{X_i}$  tomada de toda  $\mathcal{S}$ . Esta función puede ser usada tanto para variables métricas o no métricas, de tal modo que sean discretas. Por tanto, la función  $\varepsilon$  efectivamente mide la confiabilidad estadística como resultado de un conjunto de observaciones, siendo diferentes a aquellas que podrían ser obtenidas de una distribución al azar. En este contexto,  $\varepsilon$  puede ser usada como una medida para identificar variables o características que pueden ser predecibles (predictores) para los grupos de agentes.[Stephens y Sukumar]

Por ejemplo, sea  $X_i$  la variable número de transacciones y la Clase  $C$  el *Sharpe Ratio* y supongamos además que se trata de obtener  $\varepsilon$  para los agentes del grupo “más ganador” formado por 11 agentes, de entre los cuales, sólo 7 de ellos están rankeados dentro de los primeras posiciones de la variable en cuestión (en este caso, el Top 11<sup>4</sup> mejor rankeado en número de transacciones). Así,  $N_{X_i}$  es 11,  $P(C|X_i)$  es 7/11 y  $P(C)$  es 11/108 (puesto que la probabilidad de encontrar este grupo de agentes particular para esta Clase y esta variable es de 11 entre los 108 agentes que forman el mercado), de tal modo que al aplicar la ecuación (3.1), el resultado es  $\varepsilon = 5.86$ , lo cual muestra que esta variable (número de transacciones) para este grupo en particular, es altamente predictiva y da señal sobre el comportamiento del grupo. De este modo, a un conjunto de variables a las cuales se les aplica la ecuación (3.1) muestran un “estilo” de operar diferente entre cada uno de los grupos. Este ejemplo da una visión amplia sobre esta función y es de gran importancia destacar que en cada uno de los cálculos que se muestran en los capítulos 4 y 5, siempre se toman en cuenta únicamente los Top 11 mejor rankeados para cada una de las variables analizadas.

En el caso de  $\varepsilon'$ ,  $\langle x_i \rangle_C$  es el promedio de la variable  $x_i$  de la Clase  $C$  y  $\langle x_i \rangle_{\bar{C}}$  es el promedio del complemento de la Clase  $C$ , o cualquier otra Clase  $C'$ .  $\sigma_{iC}^2$  y  $\sigma_{i\bar{C}}^2$  son las correspondientes varianzas,  $n_C$  y  $n_{\bar{C}}$  son el número de observaciones en  $C$  y su complemento, u otra Clase. Naturalmente, para darle sentido a la diferencia de los promedios, es necesario que la variable  $x_i$  sea métrica, es decir, que tenga una noción de qué es “grande” o “pequeño”. Con variables métricas, se puede pensar que una variable es discriminante.

El papel que juega  $\varepsilon'$ , es el de determinar qué variables métricas son predecibles para los miembros de la clase. Si  $(\langle x_i \rangle_C - \langle x_i \rangle_{\bar{C}})$  es significativamente diferente de cero y positivo, entonces varios valores de  $x_i$  son predecibles como miembros de la Clase, pero si es significativamente negativo, entonces pocos valores son predecibles.

---

<sup>4</sup> El Top 11 es debido a que se desea encontrar las primeras 11 posiciones mejor rankeadas ya que se tiene un grupo de 11 agentes.

Con  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , se puede determinar cuáles son las variables importantes para perfilar y predecir, es decir, aquellas variables con valores estadísticamente significativos de  $\varepsilon'$  y aquellas variables con valores estadísticamente significativos de  $\varepsilon$ .

### 3.3.2 Formación de Estrategias de los Agentes

Con  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  se han ya caracterizado fenotípicamente las variables que identifican los estilos de operar de los grupos de agentes. Para finalizar el análisis formal de los resultados, se introduce una nueva herramienta muy confiable y que es una buena manera para incorporar nuevas “creencias” o predicciones dados datos o resultados anteriores.

Se trata entonces del análisis *Bayesiano* que es un tipo de inferencia estadística en la que las evidencias u observaciones se emplean para actualizar o inferir la probabilidad de que una hipótesis sea cierta.<sup>5</sup> Recordemos en primera instancia que no se tiene al alcance información alguna sobre las estrategias que ha empleado cada agente durante la vida del mercado, con lo cual se ha tenido la necesidad de emplear la minería de datos como herramienta para descubrir esta información oculta dentro de la base de datos del mercado. Una vez aplicada la minería de datos se pueden hacer las primeras observaciones sobre los resultados que se han obtenido para cada agente y por tanto, se puede aplicar el clasificador *Sharpe Ratio* para asociar a los agentes en grupos de tal modo que se puedan identificar estilos en común entre los agentes pertenecientes a un mismo grupo. Con los grupos formados se puede entonces hacer ya una demostración que indique un estilo de operar, pero para formalizar estos resultados se hace uso de los modelos (3.1) y (3.2) con los cuales se tienen finalmente identificadas las características fenotípicas que definen a cada uno de los grupos.

De este modo, cuando se aplique el análisis Bayesiano, lo que se observará serán las propiedades que se deben “satisfacer” para considerar a un grupo o agente como ganador. Esto no contradice lo que las funciones (3.1) y (3.2) describen, sino que las complementa. Dicho de otra forma, el análisis Bayesiano servirá para observar cómo la nueva información dada a partir de los resultados que obtenga cada uno de los agentes en cada uno de los períodos, afecta su estilo de operar; en otras palabras, servirá para supervisar el aprendizaje de los agentes.

En este contexto, el objeto es construir las probabilidades posteriores  $P(C|\mathbf{X})$  de las características que son estadísticamente más confiables. Para ello, se comienza a

---

<sup>5</sup> Ver [http://es.wikipedia.org/wiki/Inferencia\\_bayesiana](http://es.wikipedia.org/wiki/Inferencia_bayesiana)

partir de la definición de la regla de Bayes dada por

$$P(C|\mathbf{X}) = \frac{P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X})}, \quad (3.3)$$

que relaciona probabilidad *a posteriori*  $P(C|\mathbf{X})$  con la probabilidad *a priori*  $P(C)$  para la Clase  $C$ , y la función de probabilidad condicional,  $P(\mathbf{X}|C)$ .

No obstante,  $P(\mathbf{X})$  es la probabilidad sobre todo un conjunto de características, puesto que  $\mathbf{X}$  es un vector de características; es decir,  $\mathbf{X} = X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ , por lo que que regla de Bayes se transforma en

$$P(C|\mathbf{X}) = \frac{P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n|C)P(C)}{P(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)}, \quad (3.4)$$

la cual es difícilmente tratable si las  $X_i$  son dependientes entre sí. El problema entonces se reduce a tratar de encontrar una forma alterna de la regla de Bayes en la que  $P(\mathbf{X})$  no aparezca pero que aun se puedan manejar las  $X_i$ .

Una forma de hacerlo, es aplicando la regla de Bayes a los complementos de la Clase  $C$ ,<sup>6</sup> esto es

$$P(\bar{C}|\mathbf{X}) = \frac{P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}{P(\mathbf{X})}. \quad (3.5)$$

De este modo, dividiendo la ecuación (3.3) entre la ecuación (3.5), se obtiene

$$\begin{aligned} \frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})} &= \frac{\frac{P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X})}}{\frac{P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}{P(\mathbf{X})}} \\ &= \frac{P(\mathbf{X})P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X})P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}. \end{aligned} \quad (3.6)$$

Como el término  $P(\mathbf{X})/P(\mathbf{X}) = 1$  puesto que es el mismo valor en el numerador como en el denominador, entonces la ecuación (3.6) se transforma en

$$\frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})} = \frac{P(\mathbf{X}|C)P(C)}{P(\mathbf{X}|\bar{C})P(\bar{C})}. \quad (3.7)$$

En el caso donde las caracterizaciones  $X_i$  sean independientes,  $P(\mathbf{X}|C)$  se puede escribir como

$$P(\mathbf{X}|C) = \prod_{i=1}^N P(X_i|C), \quad (3.8)$$

---

<sup>6</sup> Para este caso, el complemento de la Clase  $C$  serán el resto de los grupos de agentes ajenos al grupo “más ganador”.

donde  $P(X_i|C)$  es la probabilidad marginal de encontrar el valor  $X_i$  de la característica  $i$  dada la Clase  $C$ , sucediendo lo mismo para los complementos

$$P(\mathbf{X}|\bar{C}) = \prod_{i=1}^N P(X_i|\bar{C}). \quad (3.9)$$

Al aplicar a la ecuación (3.7) las igualdades (3.8) y (3.9) se obtiene

$$\frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})} = \frac{\prod_{i=1}^N P(X_i|C)}{\prod_{i=1}^N P(X_i|\bar{C})} \left( \frac{P(C)}{P(\bar{C})} \right). \quad (3.10)$$

Aplicando logaritmos en ambos lados de la ecuación (3.10) y definiendo  $S(\mathbf{X}) = \ln \left[ \frac{P(C|\mathbf{X})}{P(\bar{C}|\mathbf{X})} \right]$ , se obtiene

$$S(\mathbf{X}) = \ln \left[ \frac{\prod_{i=1}^N P(X_i|C)}{\prod_{i=1}^N P(X_i|\bar{C})} \right] + \ln \left[ \frac{P(C)}{P(\bar{C})} \right]. \quad (3.11)$$

Dado que el logaritmo de un producto es igual a la suma de los logaritmos, la ecuación (3.11) se transforma en

$$S(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^N \ln \left[ \frac{P(X_i|C)}{P(X_i|\bar{C})} \right] + \ln \left[ \frac{P(C)}{P(\bar{C})} \right]. \quad (3.12)$$

Como el término  $\ln \left[ \frac{P(C)}{P(\bar{C})} \right]$  es un número que no depende de la características asociadas a la clase  $C$ , despreciamos este valor. De este modo, al identificar  $score = S(\mathbf{X})$  se obtiene finalmente

$$score = S(\mathbf{X}) = \sum_{i=1}^N \ln \left[ \frac{P(X_i|C)}{P(X_i|\bar{C})} \right]. \quad (3.13)$$

La interpretación general de la aplicación del análisis Bayesiano se resume de la siguiente manera. En la primera mitad, después de aplicar las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , se tendrán identificadas todas las variables fenotípicas que identifican a cada uno de los grupos de agentes y se puede entonces hacer el análisis Bayesiano para confirmar que cada uno de los grupos de agente tienen un estilo propio en común. Esto es lo que resultará como “hipótesis” de partida, es decir, si en la primera mitad aquel grupo considerado como el “más ganador” que ha obtenido los mejores resultados en la mayoría de las variables analizadas, y por tanto, altos valores en el  $score$ , se supondrá que en la segunda mitad, con el uso del mismo estilo empleado que en la primera mitad, se continuará con ganancias similares. Sin embargo, si el valor del



*score* disminuye para los resultados de la segunda mitad, se habrá de inferir que el estilo y en su caso, la estrategia empleada en la segunda mitad ya no es la misma que la empleada en la primera mitad, y se dará paso a investigar el por qué se han dado tales cambios.

De este modo, con la comprensión de la dinámica del mercado y las herramientas anteriormente definidas, así como la ineficiencia descrita en el capítulo 2, se puede entonces comenzar a identificar las estrategias que diferencian a los grupos: entre los más ganadores y los más perdedores. Como se ha venido explicando, la primera mitad de transacciones servirá como un conjunto de entrenamiento o experimentación para identificar las variables fenotípicas que caracterizan los diferentes estilos que los grupos de agentes esta implementando, de tal modo que una vez perfilados los grupos en cuestión, los datos de la segunda mitad servirán para observar si los grupos de agentes conservan la misma estrategia, ya sean grupos ganadores o perdedores, o en su caso, la cambian debido a condiciones del mercado mismo o por cuestiones de aprendizaje o adaptación en el caso de que el *score* de los agentes haya cambiado.

## Capítulo 4

---

---

### Resultados del Mercado Experimental en la Primera Mitad

---

#### 4.1 Estructura del Mercado Sin Dinero: División de los Grupos de Agentes

Con la minería de datos aplicada a los agentes durante la primera mitad de transacciones, se ha registrado que de los 108 agentes participantes, 30 de ellos han decidido no hacer operaciones en este primer período, dejando a los 78 agentes restantes efectuar operaciones entre ellos. Esto conduce a tomar la decisión de dividir a los grupos de agentes de la siguiente forma:

1. 6 grupos con 11 agentes cada uno de ellos.
2. 1 grupo con 12 agentes.
3. 3 grupos con 10 agentes cada uno de ellos que corresponden a los agentes que no han participado en este primer período.

Con la Clase identificada *Sharpe Ratio*, los grupos quedan definidos de acuerdo a como lo muestra el Cuadro 4.1.

#### 4.2 Ineficiencia

Con los grupos mostrados en el Cuadro 4.1, la gráfica de ineficiencia para la primera mitad se muestra en la Figura 4.1. En ella se grafica la ineficiencia que hay entre el grupo 1 y el resto de los agentes, empleando la ecuación (2.10).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Es necesario hacer énfasis que el grupo 1 no necesariamente es el grupo de agentes con mayores ganancias, puesto que la función de *Sharpe Ratio* depende de la volatilidad misma de la ganancia.

Cuadro 4.1: Grupos de Agentes ordenados de acuerdo al ranking de la Clase Sharpe Ratio.

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en Sharpe Ratio
1	mammutfam	1	5	gustav	34	9	marcellom	86
	hanni1982	2		Ingmar	34		manuber	87
	famfan	3		jester	34		mammut	88
	saladin	4		junkiel	34		Peter	89
	gruener	5		KarlMarx	34		vienu	90
	zigzag	6		Larapuzzi	34		Mahlow	91
	Wahlaal	7		luckz	34		Wiego	92
	rapper	8		Makler1	34		login	93
	kaufunger	9		manfred	34		NZ1968	94
	truck676	10		Nobody	34		Sabine	95
	cezanne	11					cocosnussi	96
2	Freudoll	12	6	plutos	34	10	Traurig	97
	Lupulus	13		Sanjuro	34		Geoman	98
	oseidel	14		schtriker	34		Tishimdorf	99
	sealord	15		sjura	34		Progno	100
	alledrei	16		skeptiker	34		briutt	101
	wtd3010	17		socket	34		Tob11	102
	Kaule	18		tobiedl	34		Camporesi	103
	tmirke	19		volkert	34		fischmob	104
	Ramses	20		Vollsepp	34		Rodrigues	105
	Zicklein	21		wiland	34		Mauritius	106
	lancer	22					BAYERNP	107
3	online	23	7	Silrem	64	Angelo	108	
	henning	24		hanslu	65			
	mc0050	25		Bruder	66			
	Golph74	26		REBELL	67			
	adrian	27		Napoleon	68			
	sabiene	28		Feuerstein	69			
	bastein	29		terra	70			
	Michael47	30		Sunshine	71			
	weleda	31		moritzbal	72			
	tobias	32		felixs	73			
	wert12	33		famfam	74			
4	Agentur	34	8	Familie	75			
	annelie	34		rawi2k	76			
	Antosu	34		szumbusch	77			
	Armin139	34		Boersomat	78			
	Baobao	34		Schwuchtel	79			
	berliner	34		hamannm	80			
	Bott54	34		eisbaerli	81			
	Echelon	34		Patziwb	82			
	eumel72	34		tototo	83			
	gudrun1	34		andrewo	84			
				Teddy	85			

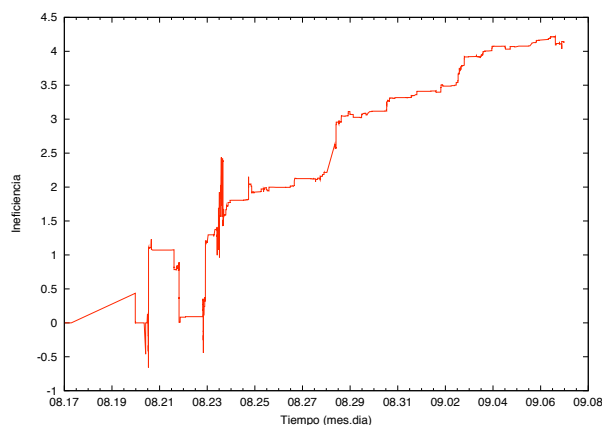


Figura 4.1: Gráfica de Ineficiencia del grupo 1 en la primera mitad.

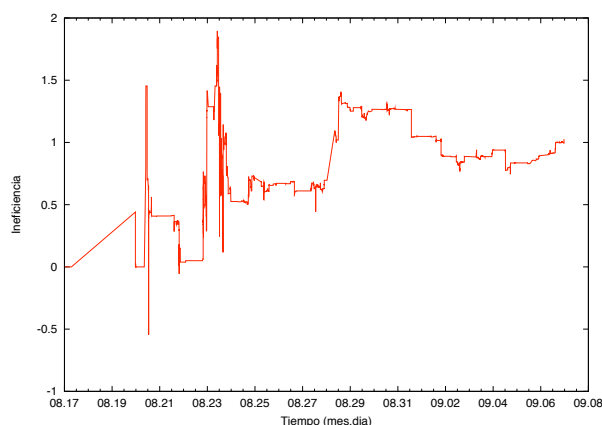
Básicamente, lo que se puede interpretar de esta gráfica, es que al parecer, los agentes del grupo 1 tienen una estrategia que les permitirá seguir ganando durante la segunda mitad.

Sin embargo, a medida que pasa el tiempo -y consecuentemente, las operaciones en el mercado crecen- se empieza a ver una tendencia que indica que el grupo 1 de agentes está ejecutando cada vez una estrategia que lo ha mantenido como el grupo más ganador, al menos entre aquellos que participan durante esta primera mitad. Hasta el día 23 de Agosto, se observa que no hay una definición clara de lo que va a pasar con este grupo. Esto puede ser causado porque el número total de operaciones realizado por todo el mercado es aun poco para determinar realmente quién es ganador respecto a quien, refiriéndose por supuesto entre los grupos de agentes.

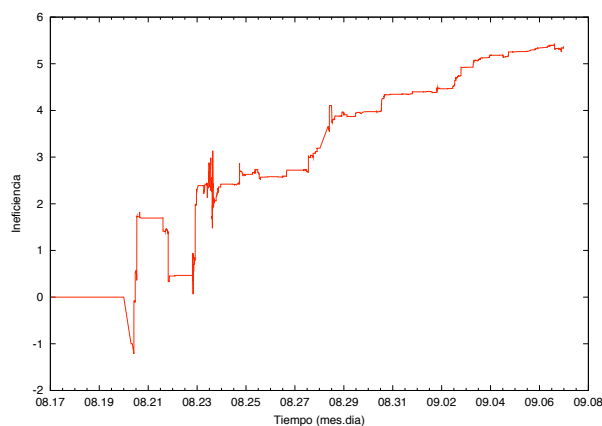
No obstante, no hay que olvidar que la gráfica de ineficiencia tiene este comportamiento porque los grupos no fueron seleccionados al azar, sino que representa claramente la distinción entre el grupo más ganador y el resto de los agentes; en otras palabras, representa un sesgo de selección. Si se hubieran tomado al azar los grupos de agentes, posiblemente esta gráfica mostraría una menor ineficiencia debido a que los estilos de cada agente estarían distribuidos de forma homogénea y no habría forma de distinguir entre los más ganadores y los más perdedores.

Esto se observa con mayor claridad si sólo se grafica la ineficiencia entre dos

grupos aleatorios (Figura 4.2a). La gráfica de ineficiencia muestra que no existe sesgo entre ambos grupos, es decir, no se puede diferenciar entre los estilos que los agentes emplean y por tanto se puede pensar que el mercado se encuentra en un “equilibrio eficiente”; es decir, que los agentes conservan una estrategia similar.



(a) Ineficiencia de dos grupos formados aleatoriamente.



(b) Ineficiencia entre el grupo 1 y 10.

Figura 4.2: Comparación de las gráficas de ineficiencia para dos grupos formados aleatoriamente y la ineficiencia entre el grupo 1 y el grupo 10. Ambas gráficas hechas con datos de la primera mitad.

En cambio, si se grafica solo la ineficiencia que hay entre los grupos 1 y 10,

el sesgo es notorio (Figura 4.2b). Ahora resulta evidente cómo el grupo 1 es quien está empleando un estilo y por tanto, una estrategia que los conduce a obtener una gran cantidad de ganancias; mientras que el grupo 10 por su parte, está llevando a cabo un estilo que no le generan ganancias y que posiblemente puede ser provechoso para el grupo 1.

Por otra parte, la matriz de ineficiencia para este período se muestra en el arreglo (4.1). Desde el punto de vista del grupo 1, se tiene ineficiencias contra cada uno de los grupos, haciendo especial énfasis contra los grupos 9 y 10. Esto muestra que en efecto, la estrategia empleada por los agentes del grupo 1 les ha generado la mayor cantidad de ganancias respecto al resto de grupos participantes. Por supuesto, desde el punto de vista de los grupos contra quienes gana el grupo 1, la ineficiencia es con signo negativo, que no es más que la muestra de que en efecto estos grupos están perdiendo contra los agentes del grupo 1.

Con esto en mente, lo que importa ahora, es responder la pregunta del por qué este grupo de agentes está ganando con respecto al resto de grupos de agentes. En otras palabras, hay que encontrar aquellas variables que son las que permiten al grupo 1 obtener ganancias respecto a sus competidores de los demás grupos de agentes, tomando siempre el cuenta el sesgo que se existe según lo mostrado por las gráficas de ineficiencia anteriores.

$$\mathbf{I}^m(t) = \begin{pmatrix} 0 & 2.90 & 3.53 & 3.75 & 3.75 & 3.75 & 3.84 & 3.99 & 4.49 & 5.37 \\ -2.90 & 0 & 2.60 & 3.72 & 3.72 & 3.72 & 4.10 & 4.66 & 3.89 & 4.82 \\ -3.53 & -2.60 & 0 & 3.27 & 3.27 & 3.27 & 4.31 & 5.03 & 3.01 & 4.22 \\ -3.75 & -3.72 & -3.27 & 0 & 0 & 0 & 3.55 & 3.84 & 2.58 & 3.95 \\ -3.75 & -3.72 & -3.27 & 0 & 0 & 0 & 3.55 & 3.84 & 2.58 & 3.95 \\ -3.75 & -3.72 & -3.27 & 0 & 0 & 0 & 3.55 & 3.84 & 2.58 & 3.95 \\ -3.84 & -4.10 & -4.31 & -3.55 & -3.55 & -3.55 & 0 & 2.31 & 2.39 & 3.83 \\ -3.99 & -4.66 & -5.03 & -3.84 & -3.84 & -3.84 & -2.31 & 0 & 2.04 & 3.61 \\ -4.49 & -3.89 & -3.01 & -2.58 & -2.58 & -2.58 & -2.39 & -2.04 & 0 & 1.98 \\ -5.37 & -4.82 & -4.22 & -3.95 & -3.95 & -3.95 & -3.83 & -3.61 & -1.98 & 0 \end{pmatrix}, \quad (4.1)$$

$t$  = fecha final de la primera mitad (hasta la última transacción ejecutada en el día 6 de Agosto).

## 4.3 Minería de Datos

### 4.3.1 Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes

Para describir el comportamiento de los grupos de agentes, veamos inicialmente cómo han sido las ganancias y pérdidas que tuvieron entre sí los grupos de agentes. Dado

que los grupos 4, 5 y 6 no participaron en esta primera mitad, se omitirá su análisis hasta llegar a la segunda mitad en el siguiente capítulo. La Figura 4.3 muestra la distribución de ganancias de cada uno de los grupos participantes durante la primera mitad. Se observa inmediatamente que las ganancias obtenidas por el grupo 1 son “simétricas” a las pérdidas obtenidas por el grupo 10.

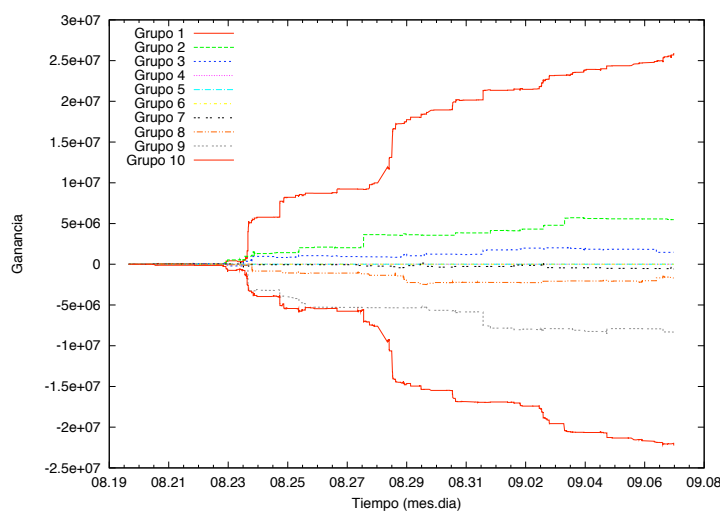


Figura 4.3: Distribución de ganancias de cada grupo durante la primera mitad.

El Cuadro 4.2 muestra las ganancias y pérdidas que han tenido los grupos entre sí. Se trata de una matriz antisimétrica, lo cual quiere decir que aquellos valores que sean negativos representan pérdidas. La suma de cada renglón representa la ganancia (pérdida) para cada grupo renglón.

Inmediatamente se aprecia que por parte del grupo 1, es el grupo 10 contra quienes han obtenido la mayor parte de sus ganancias, representando el 63.52% del total, seguido del 28.30% de ganancias obtenidas contra el grupo 9; mientras que el restante 8.18% de ganancias se distribuye en los grupos restantes. Nuevamente aquí se da evidencia del sesgo mostrado en la Figura 4.1, el grupo 1, que no es un grupo formado al azar sino ha sido formado a través del clasificador *Sharpe Ratio* al igual que el resto de los grupos, muestra una gran ventaja en cuanto a su estilo pues contra todos los grupos ha generado ganancias, enfatizándose aun más aquellas que obtuvo contra el grupo 10, lo cual supone que en efecto, la ineficiencia entre estos dos grupos (el 1 y 10) se debe a que el grupo 1 está obteniendo grandes ganancias contra el grupo 10 (Figura 4.2b); esto es, el grupo 1 aprovecha las oportunidades en

Cuadro 4.2: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la primera mitad.

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	0	54,302	856,681	61,050	1,144,854	7,331,621	16,455,449
2	-54,302	0	-42,693	354,637	33,090	720,937	4,460,211
3	-856,681	42,693	0	724,048	670,675	562,297	325,689
7	-610,50	-354,637	-724,048	0	-161,977	474,854	228,272
8	-1,144,854	-33,090	-670,675	161,977	0	54,499	-52,437
9	-7,331,621	-720,937	-562,297	-474,854	-54,499	0	825,994
10	-16,455,449	-4,460,211	-325,689	-228,272	52,437	-825,994	0

que es posible obtener grandes ganancias.

El grupo 2 ha tenido ganancias mucho menores que el grupo 1, incluso ha tenido pérdidas contra los grupos 1 y 3, pero a pesar de ello, el grupo 10 es también contra quienes han obtenido la mayor parte de sus ganancias, representando el 81.51 % del total. El grupo 3 aunque también es un grupo ganador, tiene también cada vez menores ganancias, pues tiene una pérdida contra el grupo 1 que representa el 58.33 % del total de las ganancias generadas, y a diferencia de los dos grupos anteriores, las mayores ganancias ya no son contra el grupo 10.

Por su parte, el grupo 7 es un grupo perdedor, teniendo las mayores pérdidas contra el grupo 3, aunque obtuvo algunas ganancias contra los grupos 9 y 10. El grupo 8, también perdedor, registra mayores pérdidas que el grupo 7, siendo el grupo 1 contra quienes han obtenido las mayores pérdidas, representando el 67.96 % del total, aunque obtuvo ganancias contra los grupos 7 y 9 que no fueron lo suficiente para contrarrestar las pérdidas.

Los grupos 9 y 10 son también grupos perdedores. El grupo 9 por lo general ha perdido contra todos los grupos (excepto el 10), siendo el grupo 1 contra quienes mayormente han perdido, pues el porcentaje neto de las pérdidas contra este grupo fue del 88.14 %. Del mismo modo, el grupo 10 ha perdido con la mayoría de los grupos, siguiendo la misma tendencia contra el grupo 1, con quienes han tenido una pérdida representativa del 73.98 % del total de pérdidas.

En este contexto, ya se tiene identificado al grupo 1 como el grupo más ganador durante esta primera mitad y está tomando gran ventaja contra aquellos agentes pertenecientes al grupo 10 y seguidos por los agentes del grupo 9.<sup>2</sup> Se puede comen-

<sup>2</sup> Obviamente, durante la creación del mercado los agentes no se encontraban divididos por



zar a especular entonces que los agentes del grupo 1 tienen una estrategia que los ha llevado a obtener grandes ganancias; que por supuesto, esto ya se había notado desde la gráfica de ineficiencia mostrada en la Figura 4.1, pero hasta este punto observamos por qué ha sido así: al parecer los agentes del grupo 10 son grandes perdedores que no tienen mucho conocimiento del mercado o simplemente operan por ver “qué sucede si lo hacen”.

El paso siguiente es determinar cómo el grupo 1 obtiene estas ganancias a costas de los grupos perdedores, es decir, caracterizar la estrategia del grupo 1 y, en general, para el resto de los grupos usando criterios fenotípicos, como pueden caracterizaciones dadas por transacciones, volúmenes, precios, etc. Para ello veamos matrices semejantes a (4.2), en donde se aprecia el comportamiento de todos los grupos participantes entre sí.

Primeramente, observemos el total de transacciones de cada uno de los grupos, así como el total de volumen operado durante la primera mitad. Estos datos se muestran en el Cuadro 4.3.

**Cuadro 4.3: Total de transacciones y volumen operado por cada grupo durante la primera mitad.**

Grupo	Total de Transacciones	Total de Compras	Total de Ventas	Volumen Total (acciones)
1	1,928	1,100	828	640,928
2	356	195	161	134,338
3	595	336	259	176,655
7	263	142	121	133,089
8	477	234	243	210,216
9	674	379	295	245,816
10	2,517	1,019	1,498	637,752

Lo inmediato que se aprecia, es que los grupos 1 y 10 son quienes prácticamente realizan en mayor número de transacciones, llevándose consigo mismos la mayoría de compras y ventas hechas en el mercado. Del mismo modo, el volumen total operado por cada uno de estos dos grupos supera en gran cantidad al resto de los grupos, llegando a tener incluso una diferencia de 3,176 acciones operadas entre ellos dos.

Veamos entonces cómo han sido las distribuciones de transacciones y volúmenes entre los grupos, para ello, hay dos modos de representarlo. El primero de estos

---

grupos, sino simplemente comenzaron a colocar posturas de acuerdo a sus propias observaciones o condiciones mismas del mercado.

modos (modo 1) es un arreglo en el que la suma del grupo-renglón  $i$  representa el 100 % de la variable en cuestión, lo que indica que el porcentaje mostrado en el par  $ij$  (grupo-renglón  $i$  vs. grupo-columna  $j$ ) es la correspondiente contribución al 100 %. El segundo modo (modo 2) es aquel en el que el porcentaje representado en el par  $ij$  ya no depende de la suma del grupo-renglón  $i$ , sino depende intrínsecamente del valor con que el grupo-renglón  $i$  “ha hecho” contra el grupo-columna  $j$ ; por ejemplo, un dato real es que el grupo 1 hizo 939 transacciones contra el grupo 10, de las cuales 306 fueron con ganancias, 151 fueron con pérdidas y 482 fueron nulas,<sup>3</sup> por lo que en términos de porcentaje serían 32.59 %, 16.08 % y 51.33 % respectivamente, de tal modo que los tres porcentajes suman el 100 % pero se encuentran distribuidos en distintos arreglos.

### 4.3.2 Arreglos de Porcentaje de Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Modo 1 de Representación

Analicemos primeramente los arreglos de porcentaje para el total de transacciones, total de volumen, transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas que los grupos han hecho entre sí, que son los Cuadros 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8, respectivamente, y que se encuentran presentados en el modo 1 anteriormente mencionado.

**Cuadro 4.4: Porcentaje de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.**

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	17.12	4.36	9.96	3.42	5.81	10.63	48.70
2	23.60	4.49	16.01	4.78	6.18	11.52	33.43
3	32.27	9.58	9.75	7.23	6.72	5.38	29.08
7	25.10	6.46	16.35	3.04	7.22	11.41	30.42
8	23.48	4.61	8.39	3.98	10.06	6.92	42.56
9	30.42	6.08	4.75	4.45	4.90	7.42	41.99
10	37.31	4.73	6.87	3.18	8.07	11.24	28.61

Para el caso del arreglo de porcentaje total de transacciones mostrado en el Cua-

---

<sup>3</sup> Las transacciones nulas son aquellas en las que el precio de la emisora sobre la cual se ejecutó, es el mismo. En otras palabras, entre dos transacciones consecutivas ejecutadas sobre la misma emisora, el precio de ejecución es el mismo, por lo que la ecuación (2.6) tiene un factor igual a cero; en este caso  $\Delta p(t, t')$  y por tanto la ganancia relativa es cero. De aquí que se defina como transacción nula.

dro 4.4, el grupo 1 tiene una tendencia clara de operar mayoritariamente contra los agentes del grupo 10, teniendo un porcentaje del 48.70 % de transacciones hechas contra este grupo. Esto concuerda con el arreglo mostrado en el Cuadro 4.2, donde el alto porcentaje de ganancias del grupo 1 contra el grupo 10 supera en gran parte a las ganancias obtenidas contra el resto de los grupos. De este modo, se puede justificar el por qué la “simetría” de ganancias-pérdidas mostradas en la Figura 4.3, en donde los grupos 1 y 10 denotan las fronteras de ganancias y pérdidas respectivamente, siendo literalmente un espejo una de la otra.

No obstante, se observa también que el segundo grupo contra quienes operan los agentes del grupo 1 son ellos mismos. Por supuesto, esto no ha resultado ser un dato con demasiada relevancia, ya que como veremos más adelante, y tal y como lo ha mostrado el arreglo de ganancias, por definición no puede haber ganancias ni pérdidas netas entre los agentes pertenecientes a un mismo grupo, ya que unas contrarrestan a las otras.

Por parte del grupo 10, que se le ha identificado como el grupo más perdedor, se observa que ahora el grupo contra quienes realiza el mayor porcentaje de transacciones es contra el grupo 1, lo cual refuerza aun más la idea del sesgo existente entre el grupo 1 y 10 y en general, contra el resto de los grupos. Sin embargo, esto no significa que este porcentaje de transacciones indica que todas las transacciones fueron exitosas, sino que aun dentro de este porcentaje hay transacciones que fueron perdedoras y nulas.

Lo anterior se aplica también al grupo 1 y al resto de grupos participantes durante esta primera mitad, por lo que es necesario ver en efecto, cuáles han sido los porcentajes de transacciones con ganancias, pérdidas y transacciones nulas de total hechas contra cada uno de los grupos, razón por la cual se tiene el modo 2 de representación de arreglos.

Antes de pasar a esto, observemos como han sido las distribuciones de transacciones en el resto de los grupos. El grupo 2, el segundo grupo más ganador, tiene el mayor porcentaje de transacciones hechas contra el grupo 10 y seguido por transacciones hechas contra el grupo 1. Esto indica que las ganancias producidas por el grupo 2 han sido con el porcentaje de transacciones contra el grupo 10, en donde al parecer también están tomando ventaja sobre su mal modo de operar; no obstante, estos porcentajes muestran que para las transacciones hechas contra el grupo 1 no fueron lo suficientemente viables como para obtener ganancias, sino pérdidas. Bien puede ser entonces que el grupo 1 tiene un conocimiento pleno sobre el funcionamiento del mercado, ya que ni el grupo 2 ha sido capaz de obtener ganancias contra él, aunque las pérdidas son relativamente pequeñas. No obstante, hay que tomar en cuenta el

sesgo que se ha impuesto y por tanto, es de suponerse que es el grupo 1 quien tiene la mejor estrategia.

Por supuesto, esto no significa necesariamente que entre más transacciones tenga un grupo contra otro implica necesariamente mayores ganancias o pérdidas en su caso. Si observamos nuevamente al grupo 2, se tiene que el porcentaje de transacciones hecha contra el grupo 7 fue de sólo 4.78 % y contra el grupo 8 fue de 6.18 %, pero las ganancias producidas contra el grupo 7 fueron 10.72 veces mayores que las hechas contra el grupo 8 (ver Cuadro 4.2), lo que muestra que en este tipo de casos, las ganancias vistas desde el punto de vista del ganador, son producto de transacciones en las que el volumen y el precio son factor importante.

Casos como este ocurren en los grupos 7, 8 y 9, en donde tienen registros de mayores porcentajes de transacciones contra el grupo 10 y levemente inferior contra el grupo 1. Los porcentajes contra el grupo 10 representan ganancias para los grupos 7 y 9 y pérdidas para el grupo 8, pero con un porcentaje menor de transacciones contra el grupo 1 revela que las pérdidas contra el grupo 1 fueron incrementando considerablemente (nuevamente, ver Cuadro 4.2). Una vez más, al parecer el grupo 1 obtiene sus ganancias en transacciones en las que el precio es a su favor.

*En resumen, los grupos 1 y 10 poseen entre ellos los mayores porcentajes de transacciones ejecutadas en el mercado. En primer lugar, 1 opera mayoritariamente contra 10 y viceversa, 10 opera mayoritariamente contra 1, de aquí la simetría en la Figura 4.3. Del mismo modo, todos los demás grupos han operado en mayor porcentaje contra los grupos 1 y 10. Lo anterior hace suponer que 1 y 10 generan un efecto de liquidez en el mercado, sin ser necesariamente liquidez.*

Observando ahora el arreglo para los porcentajes de volumen en el Cuadro 4.5, se tiene una tendencia similar al arreglo de porcentaje de transacciones del Cuadro 4.4. El grupo 1 opera el mayor porcentaje de su volumen contra el grupo 10, representando el 38.89 % del total de volumen operado. El grupo 2 operó porcentajes semejantes con los grupos 1 y 10, pero como ya vimos anteriormente, es contra el grupo 10 contra quien ganó y el grupo 1 contra quien perdió. Esto muestra que aunque fueron porcentajes similares de volumen, los precios hicieron papel fundamental para estas ganancias y pérdidas, esto es, contra el grupo 1 operó cuando los precios fueron poco desfavorables, mientras que contra el grupo 10 los precios fueron muy a favor del grupo 2.

Ejemplos como este en el que el precio ha sido favorable, es el del grupo 3. Aunque ha operado mayoritariamente contra el grupo 1 en cuanto a volumen, del cual ha

Cuadro 4.5: Porcentaje de volumen que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	13.95	6.19	8.36	5.97	9.77	16.88	38.89
2	29.54	5.81	12.79	6.29	5.25	12.54	27.79
3	30.31	9.72	9.68	13.39	8.97	6.59	21.34
7	28.75	6.35	17.77	3.62	9.63	15.55	18.34
8	29.79	3.35	7.54	6.10	11.97	7.76	33.49
9	44.01	6.85	4.73	8.42	6.64	8.80	20.56
10	39.08	5.85	5.91	3.83	11.04	7.92	26.37

resultado perdedor (ver arreglo 4.2), seguido por volumen operado contra el grupo 10 que resultó en ganancias, un porcentaje menor de volumen lo hizo contra el grupo 7, del cual ha obtenido ganancias que contrarrestan el 84.52 % de las pérdidas contra el grupo 1; en otras palabras, también el efecto del precio ha resultado benefactorio para el grupo 3.

Los grupos 7, 9 y 10 también tienden a operar mayoritariamente en términos de porcentaje de volumen contra el grupo 1 y seguidos por volumen operado contra el grupo 10, mientras que el grupo 8 tiene porcentajes similares entre los mismos grupos. En el caso particular de los grupos 8 y 9, se observa que el primero de ellos opera en volumen el 29.79 % contra el grupo 1, del cual hay una pérdida de -\$1,144,854 tal y como lo muestra el arreglo del Cuadro 4.2, mientras que el grupo 9 opera en términos de porcentaje el 44.01 % contra el grupo 1, del cual hay una pérdida neta de -\$7,331,621. Esto indica que viendo los datos del Cuadro 4.3, en el que entre ambos grupos solo hay una diferencia de 35,600 acciones, lo que se esperaría con tales porcentajes de volumen operado contra el grupo 1, es que el grupo 9 tuviera una pérdida menor contra el grupo 1, ya que la diferencia de porcentajes entre los grupos 8 y 9 en contra del grupo 1 es de 14.22 %, lo cual tendría lógica hasta cierto punto decir que la pérdida del grupo 9 contra el grupo 1 sería de este mismo 14.22 % mayor a la pérdida que tuvo el grupo 8 contra el grupo 1. En pocas palabras, las pérdidas del grupo 9 contra el grupo 1 fueron producto de transacciones en las que el precio fue en su contra, aun más de lo que pudieron haber sido las transacciones que el grupo 8 ejecutó contra el grupo 1.

*En resumen, al igual que el arreglo para transacciones en el modo 1, las distribuciones de volúmenes siguen las mismas tendencias. Los*

*grupos 1 y 10 intercambian el mayor porcentaje de acciones entre ellos mismos: 1 cambia el mayor número de acciones contra 10 y viceversa. Asimismo, el resto de grupos también intercambia el mayor porcentaje de acciones contra estos dos grupos.*

Veamos ahora los arreglos para los porcentajes de transacciones con ganancias, porcentajes de transacciones con pérdidas y porcentaje de transacciones nulas. El arreglo del Cuadro 4.6 muestra el porcentaje de transacciones con ganancias en donde prácticamente se siguen las mismas tendencias que el arreglo mostrado en el Cuadro 4.4, en donde el grupo 1 obtiene el mayor porcentaje de transacciones con ganancias contra el grupo 10, ocurriendo lo mismo para los grupos 2, 3, 8 y 9. El grupo 10 por su parte, obtiene sus ganancias a partir de transacciones contra el grupo 1 y con el resto de grupos tiene una distribución más homogénea.

**Cuadro 4.6: Porcentaje de transacciones con ganancias que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.**

<b>Grupo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	15.28	4.55	9.92	2.93	4.88	12.68	49.76
<b>2</b>	24.11	2.68	11.61	7.14	4.46	8.04	41.96
<b>3</b>	32.02	6.74	6.74	6.18	7.30	5.06	35.96
<b>7</b>	29.35	6.52	15.22	4.35	6.52	11.96	26.09
<b>8</b>	21.62	4.73	8.11	5.41	10.14	8.11	41.89
<b>9</b>	19.43	6.64	4.74	4.27	4.74	11.37	48.82
<b>10</b>	25.29	7.20	9.21	3.69	9.55	9.72	35.34

En cuanto a los porcentajes de transacciones con pérdidas mostradas en el arreglo del Cuadro 4.7, se sigue conservando la misma tendencia que el arreglo anterior en donde el grupo 1 tiene el mayor porcentaje de transacciones con pérdidas contra el grupo 10, ocurriendo lo mismo para los grupos 2, 7 y 8; mientras que el grupo 3 tiene porcentajes de transacciones con pérdidas similares entre los grupos 1 y 10 y finalmente para el grupo 9 el mayor porcentaje de transacciones con pérdidas es contra el grupo 1, seguido con un 9.95 % menor contra el grupo 10. El grupo 10 por su parte, ahora cambia la tendencia, en donde el porcentaje de transacciones con pérdidas aumenta en contra del grupo 1, pues pasó del 25.29 % en porcentaje de transacciones de transacciones ganadoras a 37.45 % en porcentaje de transacciones con pérdidas.

Por supuesto, esta comparación no es completamente válida en el sentido de que por grupo, no se tiene la misma cantidad de transacciones con ganancias y transacciones con pérdidas, pero da una idea superficial para inferir sobre el comportamiento de ambos grupos.

**Cuadro 4.7: Porcentaje de transacciones con pérdidas que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.**

<b>Grupo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	21.91	6.29	13.29	6.29	7.46	9.56	35.20
<b>2</b>	24.78	2.65	10.62	5.31	6.19	12.39	38.05
<b>3</b>	34.46	7.34	6.78	7.91	6.78	5.65	31.07
<b>7</b>	22.50	10.00	13.75	5.00	10.00	11.25	27.50
<b>8</b>	22.06	3.68	9.56	4.41	11.03	7.35	41.91
<b>9</b>	38.81	4.48	4.48	5.47	5.97	11.94	28.86
<b>10</b>	37.45	5.75	7.83	2.94	7.59	12.61	25.83

Finalmente veamos la matriz de porcentaje de transacciones nulas mostradas en el Cuadro 4.8, en donde el grupo 1 tiene el mayor porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 10, en donde una vez más, se sigue la misma tendencia que en los dos arreglos anteriores. El grupo 2 tiene los mismos porcentajes de transacciones nulas contra los grupos 1 y 10, mientras que el grupo 3 tiene mayor porcentaje de transacciones nulas con el grupo 1, ocurriendo lo mismo para el grupo 10. Los grupos 7, 8 y 9 tienen mayor porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 10.

*Al igual que en los arreglos para transacciones y volumen en el modo 1, los arreglos para transacciones con ganancias, con pérdidas y transacciones nulas continúan con la misma secuencia. La mayoría de los grupos tienen una mayor cantidad porcentual en cada uno de este tipo de transacciones con los grupos 1 y 10, lo cual era de esperarse puesto que estos mismos grupos son los que han sido contra quienes se han ejecutado la mayor cantidad de transacciones.*

Hasta este punto hemos visto que en los grupos existe la cuestión de que sus ganancias pudieron haber sido producto de transacciones en las que el precio resultó favorable, si fueron compras, el precio fue bajo y lo contrario para ventas. Esto significa entonces que hay que analizar cómo han sido las distribuciones de transacciones que resultaron ganadoras, perdedoras y nulas, para saber cómo cada uno de

Cuadro 4.8: Porcentaje de transacciones nulas que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	16.06	3.28	8.37	2.38	5.66	9.73	54.52
2	22.14	7.63	24.43	2.29	7.63	13.74	22.14
3	30.83	13.33	14.17	7.50	6.25	5.42	22.50
7	23.08	3.30	19.78	0.00	5.49	10.99	37.36
8	25.91	5.18	7.77	2.59	9.33	5.70	43.52
9	32.82	6.87	4.96	3.82	4.20	0.76	46.56
10	43.70	2.63	4.90	3.08	7.62	11.06	27.02

estos tipos están correspondidas con las transacciones totales hechas contra cada uno de los grupos. En otras palabras, descubrir finalmente si en efecto las ganancias que se han comentado en párrafos anteriores son producto de transacciones en las que el precio ha sido factor importante, por lo que se ha de observar que solo un porcentaje menor del total de transacciones son las que han producido las ganancias para cada uno de los grupos participantes.

### 4.3.3 Arreglos de Porcentaje de Transacciones con Ganancias, Transacciones con Pérdidas y Transacciones Nulas en el Modo 2 de Representación

El arreglo mostrado en el Cuadro 4.9 se refiere a las transacciones con ganancias, mientras que el Cuadro 4.10 representa al arreglo para los porcentajes de transacciones con pérdidas y finalmente el Cuadro 4.11 es el arreglo de porcentajes de transacciones nulas. Recordemos que estos arreglos están representados en el modo 2, así que la suma de estas tres matrices resulta en una matriz cuadrada llena de unos, multiplicada por un factor de 100.

Lo primeramente notable de estos arreglos es que en efecto, los porcentajes de transacciones con ganancias se contrarrestan con los porcentajes de transacciones con pérdidas, ya que ambos porcentajes son los mismos para cada uno de los grupos consigo mismo, lo que finalmente demuestra que en efecto, del total de transacciones que realiza un grupo consigo mismo, las ganancias y pérdidas se anulan entre sí.

Sin embargo, regresando al análisis previo para el grupo 1, encontramos que ha sido mucho mayor el porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 10, represen-



Cuadro 4.9: **Porcentaje de transacciones con ganancias en el modo 2 de representación.** El valor representa el porcentaje de transacciones con ganancias que el grupo renglón  $i$  ejecutó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	28.48	33.33	31.77	27.27	26.79	38.05	32.59
2	32.14	18.75	22.81	47.06	22.73	21.95	39.50
3	29.69	21.05	20.69	25.58	32.50	28.13	36.99
7	40.91	35.29	32.56	50.00	31.58	36.67	30.00
8	28.57	31.82	30.00	42.11	31.25	36.36	30.54
9	20.00	34.15	31.25	30.00	30.30	48.00	36.40
10	16.08	36.13	31.79	27.50	28.08	20.49	29.31

Cuadro 4.10: **Porcentaje de transacciones con pérdidas en el modo 2 de representación.** El valor representa el porcentaje de transacciones con pérdidas que el grupo renglón  $i$  ejecutó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	28.48	32.14	29.69	40.91	28.57	20.00	16.08
2	33.33	18.75	21.05	35.29	31.82	34.15	36.13
3	31.77	22.81	20.69	32.56	30.00	31.25	31.79
7	27.27	47.06	25.58	50.00	42.11	30.00	27.50
8	26.79	22.73	32.50	31.58	31.25	30.30	28.08
9	38.05	21.95	28.13	36.67	36.36	48.00	20.49
10	32.59	39.50	36.99	30.00	30.54	36.40	29.31

tando el 51.33% del total y dejando sólo el 32.59% de porcentaje en transacciones con ganancias y 16.08% en transacciones con pérdidas. En principio, esto refuerza la hipótesis de que son transacciones con precio favorable las que generan las ganancias, haciendo alusión al uso de *Market Timing* para aprovechar las situaciones de alza o baja en el mercado.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> *Market Timing* es una estrategia que los agentes emplean que consiste en tomar decisiones de compra o venta de los activos (acciones) con el propósito de predecir movimientos futuros del precio de dichos activos. Para tener una idea más profunda sobre dicha estrategia, consultar [Anderson].

**Cuadro 4.11: Porcentaje de transacciones nulas en el modo 2 de representación. El valor representa el porcentaje de transacciones nulas que el grupo renglón  $i$  ejecutó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .**

Grupo	1	2	3	7	8	9	10
1	43.03	34.52	38.54	31.82	44.64	41.95	51.33
2	34.52	62.50	56.14	17.65	45.45	43.90	24.37
3	38.54	56.14	58.62	41.86	37.50	40.63	31.21
7	31.82	17.65	41.86	0.00	26.32	33.33	42.50
8	44.64	45.45	37.50	26.32	37.50	33.33	41.38
9	41.95	43.90	40.63	33.33	33.33	4.00	43.11
10	51.33	24.37	31.21	42.50	41.38	43.11	41.39

En promedio, el grupo 1 sigue una tendencia que del total de transacciones hechas contra cada uno de los grupos, el 30 % resultan ser transacciones ganadoras, o dicho en otras palabras, 1 de cada 3 transacciones que realiza el grupo 1, resulta con ganancias, repitiéndose en algunos casos para las transacciones con pérdidas. Por el contrario, en promedio el 40 % de sus transacciones resultan ser nulas, o del mismo modo, 2 de cada 5 operaciones son nulas.

Las transacciones del grupo 1 contra el grupo 10 no siguen esta tendencia por completo. En cuanto al porcentaje de transacciones con ganancias, en efecto, 1 de cada 3 resulta con ganancias, pero aproximadamente 1 de cada 5 resulta con pérdidas y 1 de cada 2 es nula. Esto implica que por cada 30 transacciones realizadas por el grupo 1 contra el grupo 10, aproximadamente 10 resultan con ganancias, 6 con pérdidas y entre 14 y 15 son nulas, lo que produce finalmente sus ganancias. Por supuesto, aunque las transacciones ganadoras resultan ser mayor en número, las perdedoras resultan con poca pérdida que contrarresta mínimamente la ganancia neta producida por el grupo 1, aunque es de gran énfasis el notar que aun es mayor la cantidad de transacciones nulas que las transacciones ganadoras, con lo cual el grupo 1 emplea una estrategia tipo *Market Timing* o en su caso, resulta ser mera suerte.

Esto conduce inmediatamente a pronunciar que son relativamente pocas las transacciones que generan la mayoría de las ganancias del grupo 1 y el caso particular de aquellas obtenidas contra el grupo 10, ya que contra este se obtuvo el mayor porcentaje de ganancias. Vemos entonces que existe una gran heterogeneidad en cuanto a las transacciones del grupo 1, en el sentido de que sus ganancias no se distribuyen uniformemente en cada una de las transacciones ejecutadas, sino que

con pocas son capaces de obtener una gran fortuna sin necesidad de influenciar en la dinámica del mercado, siendo de forma similar para las transacciones con pérdidas.

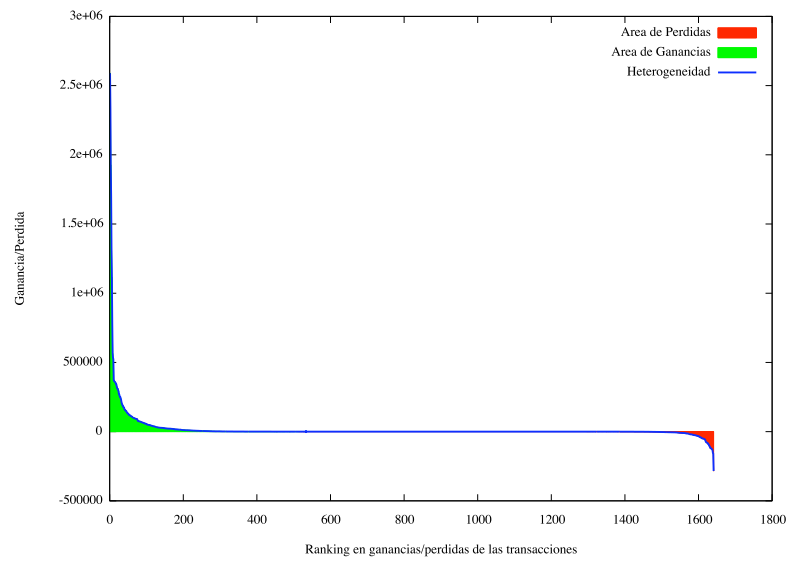
Ahora, para las ganancias obtenidas del grupo 1 contra el grupo 9, por cada 5 transacciones que realiza el primero contra el segundo, 2 resultan con ganancias, 1 con pérdidas y 2 son nulas, o que ahora muestra que existe menor heterogeneidad en relación a aquellas hechas contra el grupo 10, pero de igual forma, las transacciones nulas siguen siendo un factor importante que posiblemente sean producto de la misma estrategia del grupo 1.

Desde el punto del vista del grupo 10, el fenómeno de heterogeneidad es igualmente observado: de acuerdo a las transacciones hechas contra el grupo 1, en promedio, de cada 5 transacciones 2 resultan con ganancias, 3 con pérdidas y 5 nulas, lo cual muestra que son pocas las transacciones en las cuales este grupo obtiene sus mayores pérdidas.

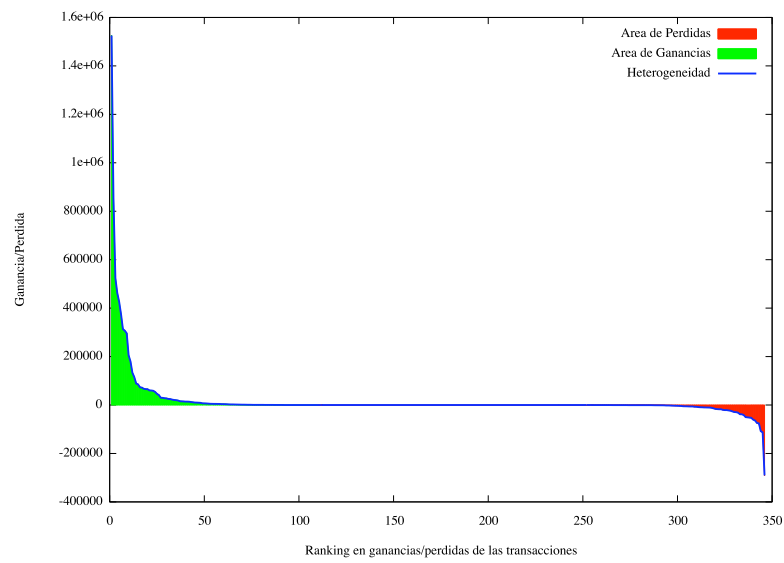
Para tener una imagen de heterogeneidad, veamos las gráficas de la Figura 4.4, donde se observa la heterogeneidad de las transacciones con ganancias y pérdidas de los grupos 1 (Figura 4.4a), 2 (Figura 4.4b), 3 (Figura 4.4c), 7 (Figura 4.4d), 8 (Figura 4.4e), 9 (Figura 4.4f) y 10 (Figura 4.4g). Este tipo de gráficas se obtiene a partir del ranking en ganancias que tiene cada transacción o conjunto de estas, en cada instante en que el grupo en cuestión participa en el mercado.

En esta figura se observa cómo prácticamente las pérdidas del grupo 10 son una reflexión de las ganancias del grupo 1, ocurriendo lo mismo con las ganancias. Aunque ambas gráficas son para todas las transacciones realizadas por cada grupo contra cada uno de los grupos con los que participó, se identifica inmediatamente la dependencia de una con la otra (el área de ganancias del grupo 1 es en esencia, la misma área de pérdidas del grupo 10, y el área de ganancias del grupo 10 es similar al área de pérdidas del grupo 1).

Del mismo modo, aunque de medida diferente, la heterogeneidad se observa en los grupos restantes, donde sus ganancias y pérdidas son producto de pocas transacciones. Por supuesto, la medida de la heterogeneidad depende directamente de las transacciones hechas por cada uno de los grupos, así como las ganancias o pérdidas obtenidas en cada una de ellas. Esto se observa en gran parte con las transacciones hechas por el grupo 7, en donde a pesar de que las ganancias son producto de un número similar de transacciones con pérdidas y estas a su vez, de una cantidad similar de transacciones nulas, la mayor parte de ganancias y pérdidas se ve reflejada en pocas transacciones.

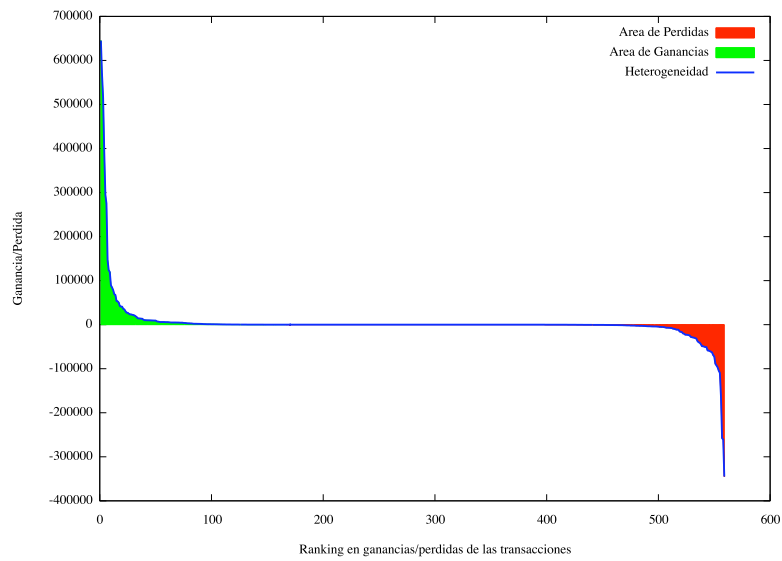


(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.

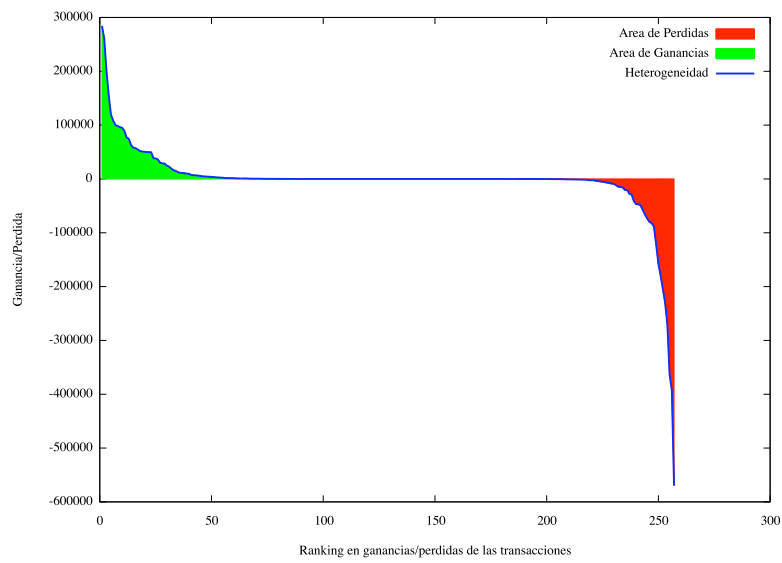


(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 2.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

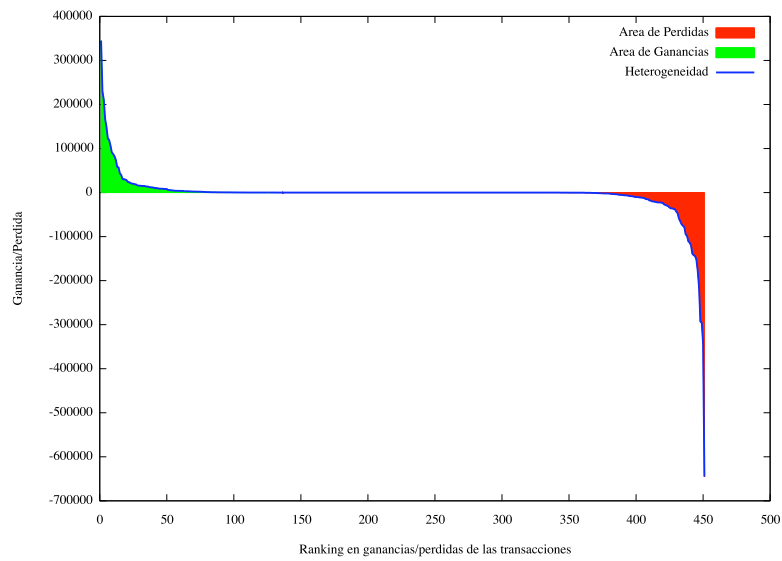


(c) Heterogeneidad de transacciones del grupo 3.

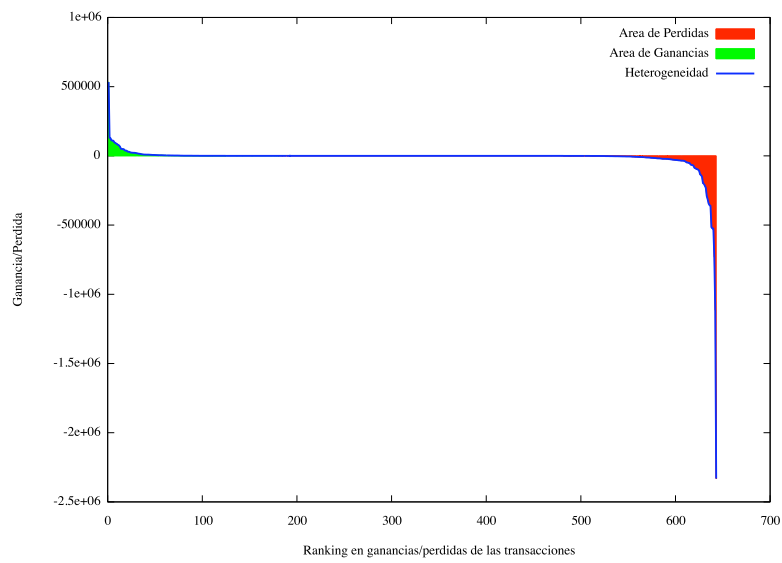


(d) Heterogeneidad de transacciones del grupo 7.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

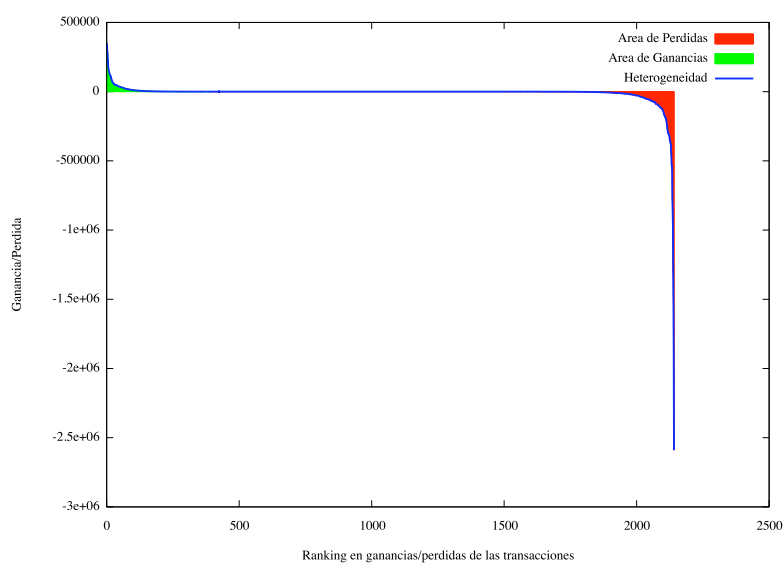


(e) Heterogeneidad de transacciones del grupo 8.



(f) Heterogeneidad de transacciones del grupo 9.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.



(g) Heterogeneidad de transacciones del grupo 10.

Figura 4.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

Lo mismo ocurre con las transacciones del grupo 9, donde el número de transacciones ganadoras es poco mayor que el número de transacciones perdedoras, pero que para fines prácticos representan el mismo sesgo. Esto conduce a pensar que en estos dos grupos (7 y 9) se está empleando una estrategia tipo *Market Maker*,<sup>5</sup> donde sus integrantes (agentes) buscan obtener ganancias tras el cambio continuo de posturas de compra y venta. Por supuesto, aunque los grupos 7 y 9 tienen una menor cantidad de transacciones con respecto a los grupos 1 y 10 (ver Cuadro 4.3), la cantidad de cambios de signo (de compra a venta y viceversa) es mayor en proporción al total de transacciones ejecutadas. Más adelante se observa esto con mayor detenimiento.

Para el resto de los grupos, el 2, 3 y 8, aunque también tienen cada uno de ellos un sesgo similar entre transacciones ganadoras y transacciones perdedoras, la cantidad de transacciones nulas contrarresta la posibilidad de que estos grupos también empleen una estrategia tipo *Market Maker*. Aunque el grupo 9 también posee esta propiedad, este grupo realizó mayor cantidad de transacciones que cada uno de los tres grupos mencionados.

<sup>5</sup> El *Market Maker* es un agente que cotiza en precios de compra y venta y está dispuesto a comprar o vender a los precios estipulados de compra y venta, con lo cual se proporciona liquidez sobre los activos que cotiza, manteniendo constantemente la oferta y demanda sobre los valores que estén bajo su control.

Si este es el caso, no se puede descartar el que también los grupos 1 y 10 estén empleando una estrategia tipo *Market Maker*, ya que ambos grupos son los que realizan la mayor cantidad de transacciones en el mercado y hasta cierto punto, proporcionan la liquidez al mismo. En este sentido, para estos grupos la liquidez que proporcionan resulta ser más bien un efecto secundario y no directamente del modo en que cada uno de ellos opera.

Por supuesto, hay que tomar en cuenta que no siempre se va a satisfacer una postura de compra o venta en el mercado a pesar de que se tenga perfectamente estructurada una estrategia para operar. En otras palabras, una estrategia óptima no resulta ser óptima si las condiciones del mercado no propician las medidas suficientes para que el intercambio de activos pueda suceder al precio, volumen y contraparte o contrapartes contra las cuales se puede obtener beneficio.

#### 4.3.4 Perfilando y Prediciendo Comportamientos de los Grupos de Agentes

Hasta este punto se ha visto de forma global cómo opera cada uno de los grupos participantes durante esta primera mitad, haciendo especial énfasis en el grupo 1, que resulta de mayor interés pues posee la estrategia que mayores ganancias en promedio obtiene. El paso siguiente es adentrarse aun más en esta estrategia en el sentido de descubrir patrones, señales o características más concretas que identifican a este grupo como el más ganador y en su caso, que lo diferencian del resto de los grupos más allá de las observaciones hechas en las distribuciones de transacciones. Para este análisis, las ecuaciones (3.1) y (3.2) descritas en el capítulo 3, nos servirán para identificar tales patrones y discriminar al grupo de agentes 1 y el resto.

Para los resultados de  $\varepsilon(C|\mathbf{X})$  mostrados en el Cuadro 4.12 se observa que hay una fuerte correspondencia entre el modo de operar de los grupos 1 y 10, tal y como ya se ha venido discutiendo desde párrafos anteriores. Esta correspondencia se refuta, puesto que en las características No. de Transacciones, No. de Compras, No. de Ventas, No. de Contrapartes y Volumen Total, los valores de  $\varepsilon$  son los máximos dentro de todo el conjunto de resultados para dichas características. En el caso de la variable D, aunque no representan los valores máximos, el valor de  $\varepsilon$  es positivo para estos dos grupos; sin embargo, los grupos 7 y 9 son los que ahora representan los máximos valores, refutando finalmente, que son estos grupos (7 y 9) quienes realizan el mayor número de cambios de signo (de compra a venta y viceversa) relativo a sus transacciones totales, con lo que en efecto, en promedio los agentes que pertenecen a estos grupos ejecutan un estilo de tipo *Market Maker*.



**Cuadro 4.12: Valores de  $\varepsilon(C|X)$  por grupo.**

Grupo 1	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Operación
1	3.8675	4.8644	3.8675	0.8769	3.8675	3.8675	-0.1200	-0.1200
2	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-0.1200	-1.1169	-1.1169	1.8738	0.8769
3	-0.1200	-0.1200	0.8769	-0.1200	0.8769	-0.1200	-1.1169	0.8769
7	-1.1169	-1.1169	-1.1169	2.8707	-1.1169	-1.1169	1.8738	1.8738
8	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-0.1200	-0.1200	-1.1169	-1.1169
9	-0.1200	-0.1200	-1.1169	2.8707	-1.1169	-1.1169	1.8738	1.8738
10	2.4495	1.5307	2.4495	1.5309	3.3680	2.4495	-0.3062	-1.2247

Por su parte, la variable Volatilidad del Volumen indica que son los grupos 2, 7 y 9 los que tienden a fluctuar con mayor frecuencia los volúmenes ejecutados en sus operaciones. Los agentes del resto de grupos tienden a operar con volúmenes menos volátiles. Mientras que en la variable Volumen Promedio por Operación, son los grupos 7 y 9 quienes en promedio, ejecutan un volumen similar en las transacciones que ejecutan.

Veamos ahora qué sucede para las relaciones que hay entre el grupo 1 y el resto de los grupos. Para ello, los resultados mostrados en el Cuadro 4.13 dan ya una idea más completa de lo que sucede entre los modos de operar.<sup>6</sup>

**Cuadro 4.13: Valores de  $\varepsilon'$  por grupo.**

Grupo 1 vs. Grupo:	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Operación
2	3.6000	3.7221	3.1881	1.7642	3.6859	4.2544	-0.1574	-0.4988
3	2.6868	2.6003	2.6061	3.3528	3.0880	3.5091	1.6446	-0.3917
7	3.8325	3.9210	3.4962	0.6290	4.6404	4.0471	0.2002	-0.4755
8	3.2454	3.4171	2.7815	2.0923	3.0932	2.9451	1.5010	0.8266
9	2.6242	2.4027	2.5596	0.7635	2.7663	2.9776	-0.2102	-0.5060
10	-0.4409	0.4677	-0.7511	-0.3667	-0.3864	0.3237	0.9987	0.5306

Se observa que las variables Número de Transacciones, Número de Compras, Número de Ventas, Número de Contrapartes y Volumen Total, son las que dan señal para diferenciar al grupo 1 de los grupos 2, 3, 7, 8 y 9, pero no así del grupo 10. En cambio, para la variable D, hay señal de que el grupo 1 se puede diferenciar de los

---

<sup>6</sup> En este caso se tomará como  $\bar{C}$  en la ecuación (3.2) cada uno de los grupos distintos al grupo 1 y no como en conjunto, el total de agentes ajenos al grupos 1.

grupos 3 y 8, lo cual quiere decir que son estos dos últimos grupos quienes permanecen con mayor frecuencia en la misma postura tal y como lo muestran los resultados del Cuadro 4.12.

En cuanto a Volatilidad del Volumen, no se muestra una señal fuerte que diferencie al grupo 1 del resto de los grupos, sucediendo lo mismo para la variable Volumen Promedio por Operación.

Observamos entonces que existe una estrecha relación entre los grupos 1 y 10, aun más allá de lo que se había analizado anteriormente, y esta relación es tan fuerte que no ha resultado trivial discriminar con caracterizaciones entre uno y otro grupo; al menos con respecto a las variables discutidas en los párrafos anteriores. Sin embargo, las señales son fuertes para caracterizar por lo menos con cinco variables a los grupos 1 y 10 (con la función  $\varepsilon$ ), pero con las mismas variables no es posible diferenciar a un grupo del otro (con la función  $\varepsilon'$ ), aunque se sigue conservando la señal. Por supuesto, esto se pudo haber anticipado desde el momento en que se observa el Cuadro 4.3, en donde estos grupos dominan el mercado en el sentido de transacciones y volumen; sin embargo estos resultados muestran formalmente lo que se pudo haber supuesto.

Regresando a la diferenciación entre los grupos 1 y 10, se puede inferir por una parte que ambos grupos emplean una estrategia similar; pero la ventaja que tiene el grupo 1 sobre el grupo 10, es precisamente en aquellas transacciones en las que la estrategia de *Market Timing* resulta fructífera para el grupo 1. Aunque la mayoría de ganancias del grupo 1 se obtienen a partir de pocas transacciones (ver Figura 4.4a), a largo plazo el resto de transacciones ganadoras acumulan ganancias superiores al resto de grupos ganadores, por lo que para este grupo, entre mayor sea el número de transacciones hechas mayores serán las ganancias, y, acompañado a esto, una estrategia de *Market Timing* en transacciones “pequeñas en volumen” también acumularán grandes ganancias.

En este contexto, la estrategia *Market Timing* es constituida a su vez por un conjunto de variables. Si bien los agentes del grupo 1 si emplean esta estrategia, las variables anteriormente mencionadas que caracterizan a este grupo y al 10 deben dar una señal adicional. Esto se puede explicar de la siguiente manera: los grupos 1 y 10 son los que generan la mayor cantidad de transacciones en el mercado y con ellos, el resto de los grupos ejecutan la mayor cantidad de transacciones posibles, así como el volumen. Sin embargo, de éstas la gran mayoría resultan ser transacciones nulas, en donde no hay ganancias ni pérdidas. Esto conduce a pensar que el grupo 1, un grupo que genera gran cantidad de transacciones, ha sido un grupo inteligente pues ha identificado las malas posturas que se forman en el libro y por tanto, puede generar

una gran cantidad de ganancias a partir de ellas.

Este proceso de identificación conduce a que los agentes del grupo 1 deben esperar a que aparezcan estas malas posturas. En este sentido, lo que hacen los agentes del grupo 1 es operar a precios de Mercado, en los que su postura es continua, puesto que aunque en algunas de estas transacciones generen pérdidas, saben que el algún momento llegará la mala postura y se podrán aprovechar de ella modificando el precio de sus posturas. Por supuesto, el cambio de postura del grupo 1 puede ser influenciado por la mala postura que se forme: si los agentes del grupo 1 están comprando y la mala postura es también una mala compra, entonces los agentes del grupo 1 deben de cambiarse a la postura de venta y continuar así hasta que llegue la mala postura de compra.<sup>7</sup> De este modo, se completa el argumento: los agentes del grupo 1 ejecutan la mayor cantidad de transacciones posibles, compras y ventas a precios de Mercado hasta que se coloque la mala postura. En este proceso de compra-venta, los agentes del grupo 1 sin saberlo, operan con la mayor cantidad posible de contrapartes, a volúmenes diferenciados esperando quizá a tomar alguna mala postura “pequeña” que alguien llegue a colocar. Con esto se puede explicar el por qué gran parte de las transacciones que ejecutan los grupos 2, 3, 7, 8 y 9 son contra los grupos 1 y 10.

Sin embargo, el argumento se aplica para el grupo 1 y parcialmente para el grupo 10. Para completarlo, solo es necesario decir que las malas posturas fueron colocadas por agentes del grupo 10 y además, que éstos nunca se dieron cuenta del tipo de posturas que colocaban, al menos no en precio. De aquí que la señal ya es completa: ambos grupos generan la mayor cantidad de transacciones, tanto compras como ventas, con la mayor cantidad de volumen posible y contrapartes que sin conocerlas, estaban formadas en el libro.

Este estilo de *Market Timing* empleada por el grupo 1, ha generado grandes ganancias en pocas operaciones. Veamos por ejemplo algunas de ellas presentadas en el Cuadro 4.14. En total son 27 transacciones que representan solo el 1.4% del total hechas por este grupo, del mismo modo, el volumen representa el 7.08% del total y finalmente la ganancia representa el 62.54% del total, aunque por supuesto, no se han considerado las pérdidas obtenidas.

Este mismo cuadro nos ayuda a visualizar en forma más completa las contrapartes que resultaron perdedoras por las transacciones, en donde sobresalen aquellas que son parte del grupo 10, así como también aquellas que pertenecen al grupo 9 y por supuesto, una transacción contra un agente del grupo 8. Particularmente refiriéndose al grupo 10, las ganancias presentadas contra este grupo en este cuadro son

---

<sup>7</sup> De aquí que se puede tener el efecto secundario de liquidez, y además, sustenta el resultado de que el grupo 1 no emplea una estrategia tipo *Market Maker*.

Cuadro 4.14: **Transacciones de algunos agentes del grupo 1 con estrategia tipo *Market Timing*.**

Agente	Fecha de la Transacción (día-mes-hora)	Volumen (acciones)	Ganancia (\$)	Postura	Contraparte - Grupo	Emisora
hanni1982	23-08-16:30	2,375	356,250	compra	Mahlow - 9	FP
	23-08-16:30	912	360,240	compra	Mahlow - 9	ROF
	26-08-15:45	1,100	374,000	compra	Prognó - 10	SPD
	27-08-17:57	1,824	364,800	compra	Camporesi - 10	CDU
	28-08-15:01	1,373	343,250	venta	tototo - 8	SPD
	29-08-11:35	1,412	353,000	compra	Prognó - 10	CDU
	30-08-12:51	300	74,700	venta	Mauritius - 10	CDU
	30-08-12:54	400	100,000	venta	Mauritius - 10	CDU
	30-08-13:03	300	75,000	compra	Mauritius - 10	CDU
	30-08-13:05	100	25,000	venta	Mauritius - 10	CDU
	30-08-13:06	100	25,000	venta	Mauritius - 10	CDU
	30-08-13:06	200	50,000	compra	Mauritius - 10	CDU
	30-08-13:10	1,000	250,000	compra	Rodrigues - 10	CDU
	31-08-13:38	3,858	1,114,962	compra	Peter - 9	CDU
	saladin	28-08-09:50	2,413	1,307,846	compra	BAYERNP - 10
28-08-12:39		2,774	188,632	compra	BAYERNP - 10	DVU
28-08-15:14		982	297,546	compra	BAYERNP - 10	FP
02-09-10:55		3,693	269,589	compra	Angelo - 10	ROF
04-09-17:19		2,587	344,071	compra	Peter - 9	GRUEN
Wahlaal	23-08-15:13	746	783,300	compra	Prognó - 10	CDU
	23-08-15:51	1,943	2,331,600	venta	Mahlow - 9	CDU
	23-08-16:10	1,884	565,200	compra	Prognó - 10	CDU
	24-08-17:38	1,644	731,580	venta	Mahlow - 9	CDU
	24-08-20:52	883	533,332	compra	Camporesi - 10	CDU
	06-09-14:50	2,426	524,016	venta	Sabine - 9	ROF
zigzag	28-08-08:26	4,340	1,926,960	compra	briutt - 10	FP
	28-08-12:27	3,786	2,530,727	venta	briutt - 10	FP

de \$10,094,632, que representan el 61.35 % del total obtenidas contra este grupo (ver Cuadro 4.2), lo que implica que el restante 38.65 % o \$6,360,817 estuvieron distribuidas en transacciones con poca ganancia en momentos en los cuales las variaciones del precio de las emisoras no fueron relativamente tan fuertes como para producir ganancias como las presentadas anteriormente, aunque si lo suficiente para generar ganancias que a largo plazo se acumularon en la gran fortuna obtenida por el grupo 1.

Es importante rescatar también que las emisoras sobre las cuales se está obteniendo esta gran ganancia fueron principalmente CDU y FP, dejando a las restantes con menores ganancias. Esto se debe en gran medida a la volatilidad de cada emisora,

ya que aun operado volúmenes relativamente grandes en emisoras poco volátiles que en emisoras muy volátiles, la ganancia o pérdida será menor. Para comprender mejor esta idea, el Cuadro 4.15 muestra algunas de las propiedades de las emisoras durante esta primera mitad.

Cuadro 4.15: **Propiedades de las emisoras en la primera mitad.**

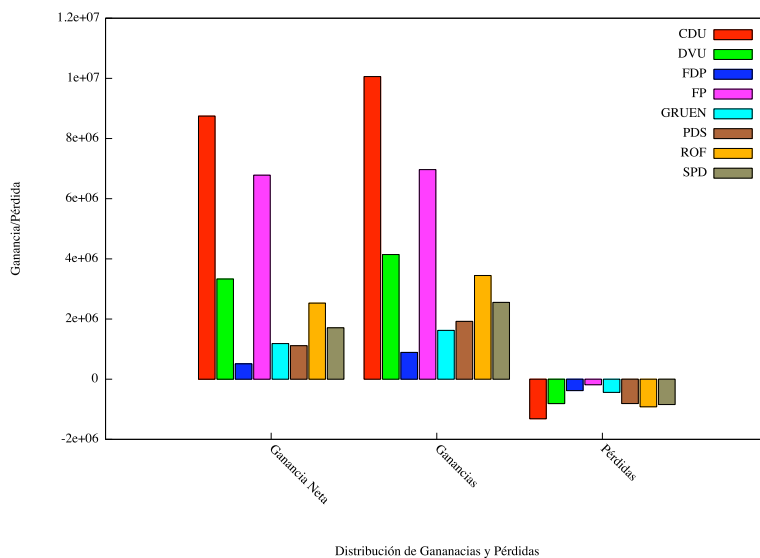
Emisora	Total de Transacciones	Total de Volumen	Precio Promedio	Volatilidad del Precio	Precio Máximo	Precio Mínimo	Precio Inicial	Precio Final
CDU	409	147,547	2,410.55	308.059	3,100	1,900	2,900	2144
DVU	543	162,461	449.90	132.562	977	105	389	549
FDP	368	101,526	474.17	87.099	950	202	500	458
FP	570	163,818	630.88	421.613	3,000	77	200	501
GRUEN	362	150,823	536.69	82.131	998	350	500	502
PDS	285	59,722	2,663.37	180.164	3,100	1,905	2,500	2,683
ROF	437	209,711	416.83	132.739	991	101	500	451
SPD	431	93,789	2,312.41	184.997	3,290	2,100	2,800	2,255

En efecto, estas dos emisoras, CDU y FP resultan ser en términos absolutos,<sup>8</sup> las más volátiles de entre las 8 que se cotizan, razón por la cual el grupo 1 genera grandes ganancias. En este sentido ya se puede argumentar que estos agentes particulares del grupo 1 presentados en el Cuadro 4.14, tienden a ser muy “riesgosos” ya que apuestan su inversión a los movimientos del mercado mismo, razón por la cual se fundamenta más la tendencia a emplear una estrategia tipo *Market Timing* pues esperan que los cambios sean a su favor. Por supuesto, hasta cierto punto esto no es necesariamente cierto, pues la siguiente razón lógica para justificar estas ganancias generadas por el grupo 1 es que en realidad, estos agentes tuvieron no más que suerte.

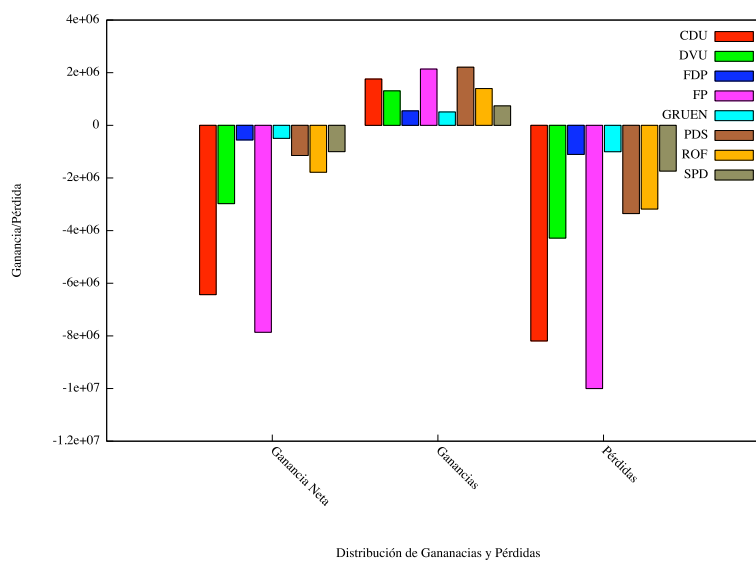
Para las restantes 6 emisoras se tiene una distribución menor en ganancias, destacando entre ellas la emisora DVU que resultó la tercera en cuanto a ganancias producidas para el grupo 1. La Figura 4.4 ilustra la distribución de ganancias de los grupos 1 (4.5a) y 10 (4.4b) en cada una de las emisoras sobre las que participaron. Se aprecia nuevamente la simetría entre ganancias y pérdidas de los grupos 1 y 10: en la emisora CDU, el grupo 1 obtiene mayor ganancia que la pérdida representada por el grupo 10, en donde esta diferencia es producto de ganancias que obtiene el grupo 1 contra el resto de los grupos; en DVU, la ganancia del grupo 1 es en esencia, la pérdida que obtuvo el grupo 10, mientras que en la emisora FP, al igual que en CDU, la pérdida por parte del grupo 10 supera a la ganancia del grupo 1, por lo cual

<sup>8</sup> Están dadas en términos absolutos, ya que la volatilidad presentada no depende de alguno de los precios, como el inicial, final o promedio, sino del conjunto de datos que representan precisamente la evolución del precio para cada una de las emisoras.

el resto de pérdidas de agentes del grupo 10 las obtuvieron con el resto de los grupos.



(a) Distribución de ganancia neta relativa del grupo 1.



(b) Distribución de ganancia neta relativa del grupo 10.

Figura 4.4: Distribución de ganancia neta relativa (suma de ganancias y pérdidas), ganancias y pérdidas en cada emisora para los grupos 1 y 10.

En este sentido, veamos entonces cómo ha sido el comportamiento promedio de

estos dos grupos en estas tres emisoras (CDU, DVU y FP), con la ayuda de las funciones  $\Delta P(t)$  y  $\Delta T(t)$  (Ver capítulo 3, sección 3.3, donde se hace una breve descripción sobre éstas funciones).

#### 4.3.5 Comportamiento de los Grupos 1 y 10 en las Emisoras CDU, DVU y FP

##### Emisora CDU

Para el caso de la emisora CDU, la evolución de su precio durante la primera mitad fue en caída, es decir, inicialmente su precio estuvo a la alza, pero conforme pasaba el tiempo su precio disminuía, a veces con pequeñas alzas o bajas pero en general la tendencia fue a la baja.

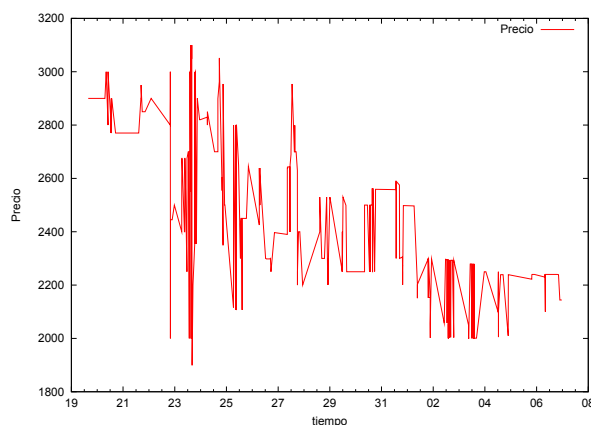


Figura 4.5: Evolución del precio de la emisora CDU durante la primera mitad.

Los resultados para  $\Delta P_1$  y  $\Delta T_1$  (Cuadro 4.16) muestran que en promedio, para el grupo 1 los precios en esta emisora disminuían; esto es, después de una transacción ejecutada por agentes pertenecientes al grupo 1, los siguientes movimientos en precio para la misma emisora bajaban y en promedio se realizaban tales movimientos cada hora con tres minutos. En cambio, para el grupo 10, se observa lo contrario, los precios subían después de ejecutar transacciones y el período entre tales movimientos fue en promedio cada 47 minutos.

Sin embargo, no hay señal inmediata sobre si los agentes en ambos grupos aprovechaban las oportunidades de cambios en el precio. Para ello, observando el Cuadro 4.16,  $\Delta P_2$  en compras muestra que en promedio el grupo 1 compraba cada vez que el precio bajaba, esto es, sobre las trayectorias de la Figura 4.5 en descenso del precio, sucediendo lo mismo con las ventas con una diferencia de precio aun mayor. De igual forma, el grupo 10 sigue este mismo comportamiento.

Pero lo anterior es una gran señal: el grupo 1 va comprando y vendiendo cada vez que baja el precio. Si bien las compras se pueden interpretar como una mala decisión (porque se va comprando a precios altos a pesar de que el precio vaya disminuyendo), las ventas son lo contrario, pues se vende cada vez que el precio alcanza valores “localmente máximos”, lo cual es lo apropiado para obtener ganancias: **vender caro**. Esto que también se aplica para el grupo 10, tiene mayor relevancia en las ventas, pues aunque también venden caro, la diferencia de precio no es de la misma magnitud a como lo ha obtenido el grupo 1.

Cuadro 4.16: **Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora CDU.**

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	-11.85	1:03	-23.74	17:46	-97.54	16:19
10	42.31	0:47	-27.09	13:46	-18.26	0:46

Un punto también importante, es que las ventas del grupo 1 se realizaron en promedio cada 16 horas con 19 minutos, mientras que las compras de los agentes del grupo 10 fueron en promedio cada 13 horas con 46 minutos. Esta diferencia de tiempo de poco menos de tres horas, es la que probablemente los agentes del grupo 1 tuvieron que esperar para que llegara la mala compra por parte de agentes del grupo 10. Sin embargo, las ventas del grupo 10 fueron más continuas que las compras del grupo 1, con lo cual se puede inferir que los agentes del grupo 10 tuvieron períodos en los que sus malas posturas de venta hicieron evidente su mal comportamiento, por lo cual los agentes del grupo 1 supieron aprovecharlo.

Por supuesto, esto también proporciona mayor fundamento a los resultados del Cuadro 4.14, en donde la mayor cantidad de transacciones que produjeron ganancias para agentes del grupo 1 en la emisora CDU, fueron compras y en menor cantidad ventas. De aquí que se observe las diferencias de tiempo  $\Delta T_2$  de ventas del grupo 10 a compras del grupo 1 y de compras del grupo 10 a ventas del grupo 1.



### Emisora DVU

Para la emisora DVU, no se sigue una tendencia alcista o bajista en su totalidad, sino sólo hay cambios bruscos en su precio.

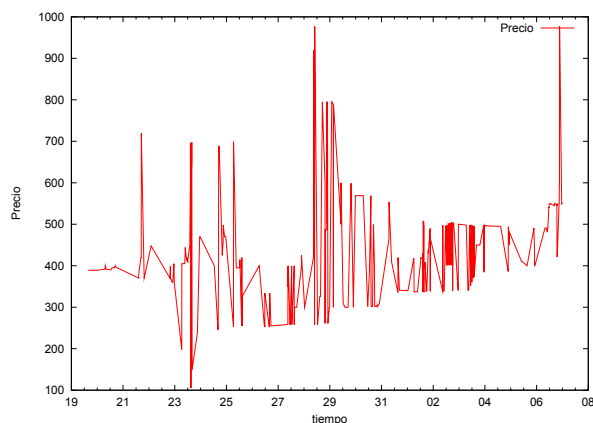


Figura 4.6: Evolución del precio de la emisora DVU durante la primera mitad.

Para esta emisora, los resultados en  $\Delta P_1$  y  $\Delta T_1$  mostrados en el Cuadro 4.17, indican que en promedio los siguientes movimientos en precio de la emisora aumentaban para el grupo 1 y disminuían para el grupo 10, y tales movimientos para ambos grupos estaban desfasados en promedio por sólo 24 minutos. Sin embargo tampoco se observa una señal que indique si los agentes de ambos grupos aprovechaban oportunidades de precio.

Cuadro 4.17: Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora DVU.

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	27.13	1:18	-1.21	8:04	-5.79	0:08
10	-5.65	0:54	2.92	9:01	11.04	1:50

No obstante, los resultados para  $\Delta P_2$  en compras para el grupo 1 muestran que se hacían en promedio a un precio cada vez menor, pero en términos del precio pro-

medio para esta emisora (ver Cuadro 4.15), es en términos prácticos, mínimo. Lo mismo sucede con las ventas de este mismo grupo, en donde también se aprecia que las ventas fueron hechas en promedio cada vez que el precio bajaba. El grupo 10 en cambio, sus compras las realizaba cuando en promedio el precio subía, lo mismo con las ventas.

Nuevamente aquí se encuentra una señal: el grupo 1 compra cada vez que el precio baja y vende en la misma dirección, esto es, vende cada vez que el precio de la emisora alcanza “máximos locales” con lo cual va generando sus ganancias. Si bien las posturas de compra del grupo 1 y de venta del grupo 10 no “se cruzan”, sí lo hacen las ventas del grupo 1 y las compras del grupo 10: el grupo 1 vende cada vez que el precio baja y el grupo 10 compra cada vez que el precio sube, con lo cual al cruzarse una mala postura por parte de agentes del grupo 10, se obtiene la ganancia en venta para el grupo 1.

### Emisora FP

La emisora FP inicialmente tiene un comportamiento regular en el precio, a excepción de un cambio brusco el día 23 de Agosto; aunque posteriormente se volvió a estabilizar hasta llegar al día 1 de Septiembre, en donde las fluctuaciones son más bruscas.

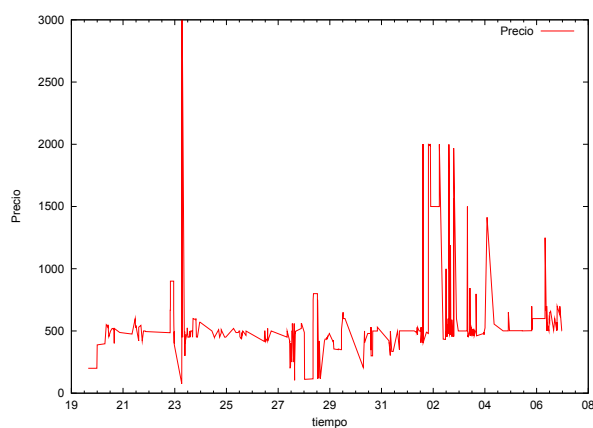


Figura 4.7: Evolución del precio de la emisora FP durante la primera mitad.

El cambio brusco en el precio que se presenta en la Figura 4.7, se debió a dos transacciones realizadas entre dos agentes del grupo 10 el día 23 de Agosto: en la

primera Mauritius le vende a Rodrigues 1 acción aun precio de \$3,000 a las 06:51 horas, y en la segunda hecha cuatro minutos después (06:55), la transacción tiene el sentido contrario, donde ahora Mauritius le compra a Rodrigues la misma acción al mismo precio.

Al igual que en las dos emisoras anteriormente analizadas, tampoco hay una señal concreta que muestren los valores  $\Delta P_1$  para los grupos 1 y 10 (Cuadro 4.18). En ambos grupos, los siguientes movimientos del mercado muestran que el precio de la emisora subía, sobre todo en transacciones que ejecutó el grupo 1.

Pero para la función  $\Delta P_2$  aunque para el grupo 1 en promedio compra cada vez que el precio disminuye y vende cada vez que el precio aumenta; sin embargo, la señal que en las dos emisoras anteriores había mostrado buenos resultados para el grupo 1 no lo fue en este caso para el grupo 10. El grupo 10 está comprando y vendiendo cada vez que el precio de la emisora disminuye, pero aunque ambos valores de  $\Delta P_2$  son pequeños en comparación del precio promedio para esta emisora (ver Cuadro 4.15) al parecer las pérdidas que ha obtenido además de aquellas mostradas en el Cuadro 4.14 también han sido por toma de oportunidades de malas posturas en otros grupos de agentes.

**Cuadro 4.18: Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora FP.**

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	40.37	0:38	-5.61	8:13	30.33	21:51
10	5.88	1:00	-2.75	14:00	-3.05	21:51

### 4.3.6 Porcentaje de Buenas Decisiones de los Grupos

Hemos visto entonces cómo han sido los comportamientos promedio de los grupos 1 y 10 en tres emisoras en las que particularmente el grupo 1 ha generado gran parte de sus ganancias. No obstante, como se ha venido discutiendo a lo largo de este capítulo, estos dos grupos realizan la mayor cantidad de transacciones y por lo visto en sus gráficas de heterogeneidad, y al igual que el resto de los grupos participantes, son pocas las transacciones que generan ganancias y del mismo modo, pérdidas, dejando un gran porcentaje de transacciones nulas. En este contexto veamos en última instancia cómo han sido las distribuciones de la toma de decisiones entre una y otra

transacción, es decir, si las compras y ventas ejecutadas seguían una tendencia respecto a cómo evolucionaba el precio de las emisoras.

Por supuesto, los siguientes resultados no contradicen lo que ya se ha discutido en subsecciones anteriores respecto a las ganancias y pérdidas de cada uno de los grupos, ya que la medición de buena o mala decisión está tomada respecto a transacciones, mientras que la ganancia en si se produce por movimientos del mercado tal y como lo expresa la ecuación (2.6). En estricto sentido, las ganancias se pueden generar tanto de este modo como por transacciones, es decir, comparar posturas y precios de ejecución, aunque en realidad este modo de generar ganancias depende precisamente de la evolución del mercado.

Antes de ver la distribución de decisiones de los grupos, definamos qué se entiende por una buena decisión. Para el caso de las compras, la buena decisión es aquella en la que entre dos compras consecutivas hechas por un agente dado, el precio de la segunda es mayor respecto al precio de la primera. En otras palabras, se está comprando más barato que los movimientos futuros del precio de la emisora. Lo contrario es por supuesto, una mala decisión. Sin embargo, en aquellas operaciones consecutivas en las que el precio es el mismo, no se considera ni buena ni mala compra.

En el caso de la venta sucede lo contrario, una buena decisión es aquella en la que entre dos ventas consecutivas hechas por un agente en particular, el precio de la segunda es menor respecto al de la primera. Esto es, se vende más caro que los movimientos futuros del precio de la emisora. Al igual que en las compras, aquellas ventas consecutivas en las que el precio es el mismo, no se considerará ni buena ni mala venta.

A partir de los resultados de los Cuadros 4.19 y 4.22, se observan inmediatamente dos cosas: la primera de ellas es que los porcentajes para cada emisora son relativamente bajos, esperando al menos que el grupo de agentes 1 tuviera resultados aun más altos de los que se presentan de acuerdo a su posición de ser en promedio el grupo más exitoso. La segunda observación, es que en ambos Cuadros, el grupo 10 está colocado junto al grupo 1 entre los que tuvieron mayor porcentaje de buenas decisiones, cuando en realidad se esperaría que el grupo 10 tuviera los peores resultados. Nuevamente, esto no es contradicción, ya que en gran medida estos resultados que arrojan los grupos 1 y 10 es debido a que ambos producen la mayoría de transacciones ejecutadas en el mercado.

El punto más interesante a destacar de estos resultados, es que los porcentajes de buenas decisiones (Cuadro 4.19) y malas decisiones (Cuadro 4.20) en las compras son muy parecidos en la mayoría de las emisoras y mayoría de grupos. A diferencia

**Cuadro 4.19: Porcentaje de buenas decisiones del total de compras ejecutadas en cada emisora.**

Grupo	Emisoras							
	CDU	DVU	FDP	FP	GRUEN	PDS	ROF	SPD
1	15.93	17.32	13.64	27.03	16.57	19.29	21.75	18.78
2	5.00	35.98	0.00	38.15	12.50	54.79	0.00	35.19
3	16.67	26.74	27.27	38.30	44.94	26.92	29.27	18.49
7	33.33	28.17	0.00	51.94	0.00	12.05	43.75	27.24
8	38.46	18.97	35.09	18.65	17.78	23.98	33.33	1.81
9	30.94	10.71	1.08	34.64	43.56	21.70	23.40	39.62
10	16.56	28.10	17.07	37.22	27.19	38.31	27.80	27.89

de los grupos 2 y 7 cuyo porcentaje de buenas decisiones en la emisora FDP fue cero, teniendo en general solo malas decisiones; caso parecido sucede con el grupo 9.

**Cuadro 4.20: Porcentaje de malas decisiones del total de compras ejecutadas en cada emisora.**

Grupo	Emisoras							
	CDU	DVU	FDP	FP	GRUEN	PDS	ROF	SPD
1	14.22	15.44	13.64	20.46	14.24	24.37	12.15	14.29
2	35.00	37.20	0.00	23.69	23.21	29.45	0.00	37.04
3	33.33	24.42	21.21	31.21	22.47	26.92	19.51	26.71
7	66.67	50.70	100.00	26.36	0.00	27.71	18.75	5.60
8	61.54	39.66	19.30	11.35	17.78	34.18	42.28	6.56
9	33.09	4.08	65.59	42.81	31.68	34.91	8.51	35.85
10	23.15	24.96	28.23	32.11	32.96	34.70	27.64	27.66

Un punto más a destacar es que en la emisora GRUEN, el grupo 7 tiene porcentaje igual a cero en buenas y malas decisiones, incluso en el porcentaje de decisiones nulas (Cuadro 4.21). Esto muestra simplemente que el grupo 7 no participó en esta emisora.

Haciendo especial énfasis en las emisoras con mayor volatilidad absoluta analizadas en la subsección anterior, se observa que para el grupo 1 se tienen porcentajes mayores en decisiones buenas que en malas decisiones, sobre todo en la emisora FP. En cambio, para el grupo 10 se tienen mayores porcentajes de decisiones malas en

**Cuadro 4.21: Porcentaje de decisiones nulas del total de compras ejecutadas en cada emisora.**

Grupo	Emisoras							
	CDU	DVU	FDP	FP	GRUEN	PDS	ROF	SPD
1	69.85	67.24	72.73	52.51	69.19	56.35	66.10	66.93
2	60.00	26.83	100.00	38.15	64.29	15.75	100.00	27.78
3	50.00	48.84	51.52	30.50	32.58	46.15	51.22	54.79
7	0.00	21.13	0.00	21.71	0.00	60.24	37.50	67.16
8	0.00	41.38	45.61	70.00	64.44	41.84	24.39	91.63
9	35.97	85.20	33.33	22.55	24.75	43.40	68.09	24.53
10	60.29	46.95	54.70	30.67	39.85	26.99	44.55	44.44

las emisoras CDU y DVU, mientras que en la emisora FP es ligeramente mayor el porcentaje de buenas decisiones.

En cuanto a los porcentajes de decisiones en ventas, en el caso de la emisora CDU, el grupo 1 obtiene un mayor porcentaje en buenas decisiones (Cuadro 4.22) que en las malas decisiones (Cuadro 4.23), pero en las emisoras DVU y FP sus porcentajes son mayores para las malas decisiones. Algo similar ocurre para el grupo 10, pero para la emisora FP, el porcentaje de buenas decisiones en ventas es ligeramente mayor que el porcentaje de malas decisiones en la misma postura.

**Cuadro 4.22: Porcentaje de buenas decisiones del total de ventas ejecutadas en cada emisora.**

Grupo	Emisoras							
	CDU	DVU	FDP	FP	GRUEN	PDS	ROF	SPD
1	23.67	21.40	22.30	26.50	17.39	27.98	17.32	32.03
2	37.60	2.11	32.31	33.08	46.03	0.00	50.00	33.33
3	44.00	27.52	36.84	20.00	47.67	46.58	7.80	12.90
7	61.54	14.60	46.59	21.58	33.61	24.14	35.23	38.78
8	51.65	36.80	14.04	20.68	23.00	18.18	21.19	42.03
9	36.65	17.33	27.04	24.84	56.98	38.78	35.48	44.74
10	22.14	20.00	31.88	39.42	26.19	13.46	24.28	35.91

En general, para el caso de las decisiones en las compras se cumple aun que el mayor porcentaje de decisiones se concentra en las decisiones nulas, dejando a las

**Cuadro 4.23: Porcentaje de malas decisiones del total de ventas ejecutadas en cada emisora.**

Grupo	Emisoras							
	CDU	DVU	FDP	FP	GRUEN	PDS	ROF	SPD
1	9.00	34.24	9.29	48.63	7.45	25.60	18.18	6.54
2	24.00	97.89	64.62	30.42	28.57	0.00	48.70	0.00
3	20.00	49.54	35.53	40.00	24.42	10.96	30.50	30.11
7	0.00	69.34	27.27	42.45	6.72	16.48	55.68	38.10
8	26.37	37.23	31.06	30.38	43.19	9.09	31.13	14.49
9	19.90	30.00	31.63	39.22	23.84	16.33	31.18	19.30
10	16.73	41.67	33.52	35.06	26.44	26.06	40.87	25.17

**Cuadro 4.24: Porcentaje de decisiones nulas del total de ventas ejecutadas en cada emisora.**

Grupo	Emisoras							
	CDU	DVU	FDP	FP	GRUEN	PDS	ROF	SPD
1	67.33	44.36	68.40	24.86	75.16	46.43	64.50	61.44
2	38.40	0.00	3.08	36.50	25.40	100.00	1.30	66.67
3	36.00	22.94	27.63	40.00	27.91	42.47	61.70	56.99
7	38.46	16.06	26.14	35.97	59.66	59.39	9.09	23.13
8	21.98	25.97	54.89	48.95	33.80	72.73	47.68	43.48
9	43.46	52.67	41.33	35.95	19.19	44.90	33.33	35.96
10	61.12	38.33	34.61	25.52	47.37	60.48	34.84	38.93

buenas y malas decisiones con porcentajes similares, aunque en algunos casos la regla no se cumple por completo. Para las ventas por su parte, aun hay grupos en los que se sigue cumpliendo la regla, aunque pareciera que los porcentajes de malas decisiones y decisiones nulas son más homogéneos entre sí.

#### 4.4 *SCORE* de los Agentes y Predicciones para la Segunda Mitad

Para finalizar la discusión sobre los resultados de la primera mitad de este MFA, analicemos realmente qué tanto es lo que las caracterizaciones anteriormente vistas influyen para decir si son “buenas” o en su caso, “malas” para conducir al éxito. Para ello se emplea la ecuación (3.13) descrita en el capítulo 3, en donde cada una

de las caracterizaciones es elemento vector característico. En adición a las ocho caracterizaciones analizadas en los cuadros de  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  (Cuadros 4.12 y 4.13) se tomarán 4 más para ver finalmente cuál es la proporción de contribución de cada una de ellas y en conjunto.

En este sentido, la clase  $C$  seguirá siendo el *Sharpe Ratio*, mientras que las caracterizaciones  $X_i$  serán las siguientes

1.  $X_1$  - Ranking en número de transacciones.
2.  $X_2$  - Ranking en número de compras.
3.  $X_3$  - Ranking en número de ventas.
4.  $X_4$  - Ranking en D.
5.  $X_5$  - Ranking en número de contrapartes.
6.  $X_6$  - Ranking en volumen total operado.
7.  $X_7$  - Ranking en volatilidad del volumen operado.
8.  $X_8$  - Ranking en volumen promedio por operación.
9.  $X_9$  - Ranking en promedio de buenas decisiones en compras.
10.  $X_{10}$  - Ranking en promedio de buenas decisiones en ventas.
11.  $X_{11}$  - Ranking en compras con ganancia.
12.  $X_{12}$  - Ranking en ventas con ganancia.

En el Cuadro 4.25 se muestra el ranking del *score* que cada uno de los agentes obtuvo en la primera mitad de acuerdo a la estrategia empleada. Dado que los grupos 4, 5 y 6 no participan en esta primera mitad, sus rankings mantienen un valor constante.

Para los agentes rankeados en el Top 11 en *score* en el grupo 1, que son los de mayor interés debido a que su estrategia ha sido la más óptima en el sentido de que por grupo han generado la mayor cantidad de ganancias, se observa que en general la característica que mayor contribución tuvo fue  $X_2$ , que corresponde al número de compras. Otras caracterizaciones como  $X_1$ ,  $X_3$ ,  $X_5$ ,  $X_6$ ,  $X_9$ ,  $X_{11}$  y  $X_{12}$  han contribuido con la misma frecuencia al *score* pero menores a  $X_2$ , y aun con menor contribución han sido  $X_7$ ,  $X_4$ ,  $X_8$  y  $X_{10}$ , pero a pesar de ello, todas las caracterizaciones han resultado positivas, excepto para el caso de *saladin*, en donde  $X_8$  ha resultado con valor



Cuadro 4.25: Ranking en *score* para cada uno de los agentes durante la primera mitad.

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	mammutfam	1	5	gustav	71	9	marcellom	47
	hanni1982	5		Ingmar	71		manuber	103
	famfan	6		jester	71		mammut	69
	saladin	4		junkiel	71		Peter	38
	gruener	3		KarlMarx	71		vienu	28
	zigzag	7		Larapuzzi	71		Mahlow	34
	Wahlaal	22		luckz	71		Wiego	31
	rapper	20		Makler1	71		login	15
	kaufunger	16		manfred	71		NZ1968	45
	truck676	30		Nobody	71		Sabine	32
2	cezanne	23	6			10	cocosnussi	37
	Freudoll	25		plutos	71		Traurig	26
	Lupulus	48		Sanjuro	71		Geoman	41
	oseidel	62		schtriker	71		Tishimdorf	21
	sealord	69		sjura	71		Progno	19
	alledrei	29		skeptiker	71		briutt	18
	wtd3010	102		socket	71		Tob11	43
	Kaule	33		tobiedl	71		Camporesi	14
	tmirke	64		volkert	71		fischmob	8
	Ramses	42		Vollsepp	71		Rodrigues	17
3	Zicklein	57	7	wiland	71	Mauritius	11	
	lancer	103				BAYERNP	2	
	online	107		Silrem	63	Angelo	12	
	henning	13		hanslu	44			
	mc0050	27		Bruder	36			
	Golph74	53		REBELL	103			
	adrian	50		Napoleon	55			
	sabiene	51		Feuerstein	55			
	bastein	54		terra	68			
	Michael47	107		Sunshine	39			
4	weleda	59	8	moritzbal	61			
	tobias	106		felixs	65			
	wert12	9		famfam	35			
	Agentur	71		Familie	40			
	annelie	71		rawi2k	66			
	Antosu	71		szumbusch	101			
	Armin139	71		Boersomat	49			
	Baobao	71		Schwuchtel	67			
	berliner	71		hamannm	46			
	Bott54	71		eisbaerli	58			
Echelon	71	Patziwb	51					
eumel72	71	tototo	24					
gudrun1	71	andrewo	10					
			Teddy	50				

negativo.

No obstante, un punto inmediatamente apreciable en los resultados del Cuadro 4.25, es que dentro del mismo grupo 1 solo 6 agentes pertenecen al Top 11 en *score*, mientras que otros 3 están dentro del grupo 10, uno más en el grupo 3 y el restante se encuentra en el grupo 8. Esto era de esperarse debido a que los comportamientos de los grupos 1 y 10 no se pudieron discriminar tal y como lo muestran los resultados del Cuadro 4.13.

Esta distribución del Top 11 en *score* muestra una particularidad muy grande de los agentes en los grupos 1 y 10, dejando de lado a los que se encuentran en los grupos 3 y 8. Esta particularidad es que en ambos grupos, los agentes rankeados en este Top 11 de *score* son los más representativos de su respectivo grupo, esto es, el comportamiento promedio o general del grupo 1, es debido a los agentes *mammutfam*, *hanni1982*, *famfan*, *saladin*, *gruener* y *zigzag*, mientras que para el grupo 10 son *fischmob*, *Mauritius*, *BAYERNP*. Por supuesto, en ambos grupos también hay agentes que pertenecen al segundo Top 11 de *score* (es decir, aquellos rankeados en los puestos 12 a 22) que hasta cierto punto también contribuyen al comportamiento promedio de sus respectivos grupos, que sin embargo, resultan ser menos representativos ante aquellos rankeados en el Top 11.

De este modo, lo que se puede esperar para la segunda mitad, es que por lo menos los agentes representativos del grupo 1 sean los que continúen obteniendo las mayores ganancias promedio respecto al resto de los agentes, por supuesto, siempre y cuando sigan empleando la misma estrategia o mejor aun, que esta se optimice. Mientras tanto, para los agentes representativos del grupo 10, lo que se puede esperar es que continúen con pérdidas en la segunda mitad, de no ser así entonces se deberá a procesos de aprendizaje y adaptación al mercado, con lo cual el *score* al término de la segunda mitad se verá disminuido respecto a lo que han obtenido en esta primera mitad.

En el resto de los grupos, la distribución de ranking en *score* es más heterogénea, es decir, no se pueden diferenciar con gran facilidad si por grupo, la mayoría de los agentes pertenecen a un Top 11 en particular. En muchos de los casos, las contribuciones de algunas características han resultado ser en realidad ser negativas, es decir, contrarrestan el valor final del *score*, lo que produce que por grupo no se defina una estrategia ganadora. Por supuesto, esto es justificado por el hecho de que el *score* está caracterizado como ganador, ya que la Clase  $C$  está sujeta siempre a aquellos agentes que satisfagan la condición  $C = 1$ , es decir, en la Clase *Sharpe Ratio* que estén rankeados dentro del Top 11 (primer grupo).

Del mismo modo, las predicciones para estos grupos son en esencia las mismas: para aquellos grupos ganadores en esta primera mitad que resulten con cambio en *score* en la segunda mitad, se deberá a un cambio de estrategia, lo mismo para aquellos grupos perdedores. El punto interesante a tratar, es que si esto sucede será necesario identificar las cuestiones que producen estos cambios de *score*, tal y como lo serían el aprendizaje y adaptación, así como las condiciones mismas del mercado.

Para ver si en efecto esto sucede o no, nos fijaremos directamente en el *score* de la segunda mitad para cada uno de los agentes en sus respectivos grupos tal y como se han mostrado desde el Cuadro 4.1. Nuevamente, con el uso de la minería de datos de la segunda mitad se podrá analizar el comportamiento de los grupos y observar así si existen fenómenos que producen cambios de estrategia en cada uno de los grupos participantes.

## Capítulo 5

---

# Resultados del Mercado Experimental en la Segunda Mitad

---

### 5.1 Ineficiencia

Comencemos entonces con la gráfica de ineficiencia de la segunda mitad. La Figura 5.1 muestra el comportamiento de la ineficiencia del grupo 1 de agentes contra el resto.

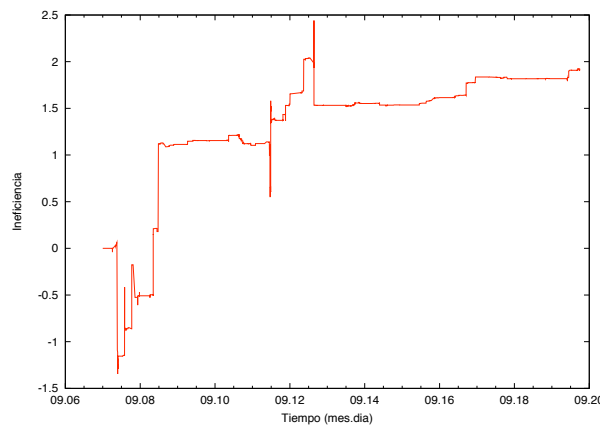


Figura 5.1: Gráfica de Ineficiencia del grupo 1 en la segunda mitad.

Observamos inmediatamente que a diferencia de la Figura 4.1, en esta nueva gráfica la ineficiencia ha disminuido para este período; en general, es una gráfica creciente aunque con algunos descensos, y lo que pudiera señalarse como una indi-

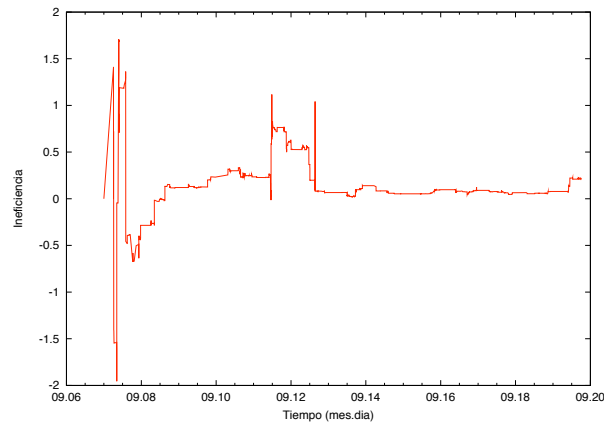
cación de que los agentes del grupo 1 ya no están empleando hasta cierto punto la misma estrategia que emplearon en la primera mitad, en realidad puede representar también un cambio de estrategia por parte de los agentes del grupo 10. En ambos casos, siempre se ha de considerar el sesgo de selección que se tomó desde el inicio en el capítulo 4. En tal caso, esto se puede deber a que algunos agentes del grupo 1 han preferido dejar de operar o han comenzado a aumentar sus pérdidas.

En particular, analizando la ineficiencia entre los grupos 1 y 10 para esta segunda mitad, el sesgo aun se conserva pero en menor magnitud (Figura 5.2b) si se compara con la gráfica de ineficiencia entre los mismos grupos en la primera mitad (Figura 4.2b). Con esto se sustenta la idea de que el grupo 1 ya no emplea la misma estrategia, con lo cual se habrá de descubrir el por qué ha sido así.

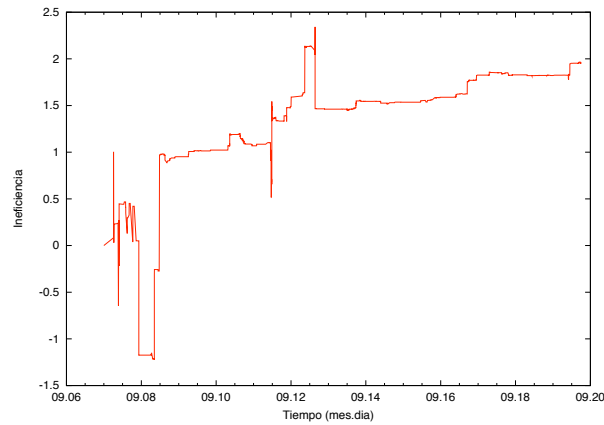
También hay un hecho interesante en cuanto a la ineficiencia de los grupos aleatorios. La ineficiencia para estos grupos en la primera mitad se observa en la Figura 4.2a, que si se compara con la ineficiencia para la segunda mitad, la gráfica cambia radicalmente (Figura 5.2a). No se puede decir con exactitud si hay ineficiencia o no, simplemente no hay señal al respecto.

En cuanto a la matriz de ineficiencia para la segunda mitad (arreglo (5.1)), de nuevo se observa que las ineficiencias del grupo 1 con el resto de los grupos también han disminuido en relación a las que obtuvo en la primera mitad (ver arreglo (4.1)). El grupo con el que mantiene la mayor ineficiencia es contra el grupo 10, aunque contra el grupo 4 también se observa que existe ineficiencia; no obstante, es de enfatizar que estos valores no son lo suficientemente confiables como para comenzar a sugerir cambios de estrategia en específico por parte del grupo 1. Al igual que estos datos para el grupo 1, resultan también interesantes los resultados para el grupo 10, en donde los niveles de ineficiencia han disminuido en gran magnitud con respecto a los que obtuvo en la primera mitad, lo cual muestra el primer indicio que el grupo 10 ha cambiado hasta cierto punto el estilo con que había operado hasta el término de la primera mitad.

$$\mathbf{I}^m(t) = \begin{pmatrix} 0 & 1.72 & 1.76 & 1.94 & 1.91 & 1.75 & 1.93 & 1.63 & 1.91 & 1.97 \\ -1.72 & 0 & 1.11 & 1.04 & 1.47 & 0.30 & 1.25 & -0.73 & 1.32 & 1.99 \\ -1.76 & -1.11 & 0 & 1.00 & 1.17 & 0.10 & 1.04 & -1.06 & 1.06 & 1.67 \\ -1.94 & -1.04 & -1.00 & 0 & -0.83 & -0.96 & -0.79 & -1.11 & -0.82 & -0.78 \\ -1.91 & -1.47 & -1.17 & 0.83 & 0 & -0.59 & 0.17 & -1.62 & 0.04 & 0.32 \\ -1.75 & -0.30 & -0.10 & 0.96 & 0.59 & 0 & 0.66 & -0.63 & 0.59 & 0.85 \\ -1.93 & -1.25 & -1.04 & 0.79 & -0.17 & -0.66 & 0 & -1.46 & -0.13 & 0.08 \\ -1.63 & 0.73 & 1.06 & 1.11 & 1.62 & 0.63 & 1.46 & 0 & 1.52 & 2.00 \\ -1.91 & -1.32 & -1.06 & 0.82 & -0.04 & -0.59 & 0.13 & -1.52 & 0 & 0.25 \\ -1.97 & -1.99 & -1.67 & 0.78 & -0.32 & -0.85 & -0.08 & -2.00 & -0.25 & 0 \end{pmatrix}, \quad (5.1)$$



(a) Ineficiencia de dos grupos formados aleatoriamente.



(b) Ineficiencia entre el grupo 1 y 10.

Figura 5.2: Comparación de las gráficas de ineficiencia para dos grupos formados aleatoriamente y la ineficiencia entre el grupo 1 y el grupo 10. Ambas gráficas hechas con datos de la segunda mitad.

$t$  = fecha final de la segunda mitad (hasta la última transacción ejecutada en el día 19 de Septiembre).

El punto crucial en este momento, es descubrir qué ha sucedido con estos dos grupos particulares, aun más allá de saber de antemano que en el grupo 1 ya no

participa un agente que no es parte de los agentes representantes del grupo. Veamos entonces la Minería de Datos en esta segunda mitad para descubrir las características fenotípicas que identifican a cada uno de los grupos y argumentar con ellas los posibles cambios de estilo de operación por parte de los grupos.

## 5.2 Resultados de *SCORE* para la Segunda Mitad

Para el cálculo del *score* de la segunda mitad, se emplearon las mismas caracterizaciones en que se analizaron los grupos durante la primera mitad. El Cuadro 5.1 muestra los rankings del *score* para cada agente, de acuerdo a los rankings que hayan obtenido en cada una de las caracterizaciones.

A partir de los resultados mostrados, se observa que en el grupo 1, un agente ya no ha participado en la segunda mitad, del grupo 2, 6 agentes los que no han participado; del grupo 3, son 4 agentes que no ya participaron; los agentes de los grupos 4, 5 y 6 ya han participado en la segunda mitad. Del grupo 7, son 4 los agentes los que han dejado de participar y del grupo 8, solo 1; por su parte, los agentes de los grupos 9 y 10 siguieron participando todos.

Del mismo modo, se observa que a diferencia de los rankings en *score* obtenidos en la primera mitad, el grupo 1 ha empeorado sus rankings, al menos en 5 de los 6 agentes representantes en la primera mitad. Los agentes *mammutfam*, *hanni1982*, *famfan*, *gruener* y *zigzag* disminuyeron sus rankings en *score* para esta segunda mitad, mientras que *saladin* mejoró su ranking, con lo cual ahora sólo la mitad de los agentes representantes en la primera mitad, aun se conservan dentro del Top 11 en ranking en *score*, con lo cual ya se observa un cambio de estrategia para esta segunda mitad.

Por su parte, los agentes del grupo 10 en general han “empeorado” su *score*, pero a pesar de ello, es mejor de aquellos que obtuvieron grupos como el 2 y 7, lo cual puede dar indicios de aprendizaje en la segunda mitad. Los agentes representativos del grupo 10, *fischmob* y *BAYERNP* aun se mantienen del del Top 11, mientras que *Mauritius* elevó en 4 puestos su ranking que obtuvo en la primera mitad.

Los grupos 2 y 3 tienen una particularidad interesante, ya que en ambos algunos de sus miembros han dejado de operar. Veremos entonces si esto repercute directamente en su modo general de operar de cada uno de los grupos, de tal modo que ambos se sigan posicionando como los grupos segundo y tercero respectivamente en términos de ganancias.

Cuadro 5.1: Ranking en *score* para cada agente durante la segunda mitad. Los agentes en **negrita** son los que en esta segunda mitad no han participado.

Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE	Grupo	Elementos (Agentes)	Ranking en SCORE
1	mammutfam	4	5	gustav	59	9	marcellom	59
	hanni1982	16		Ingmar	76		manuber	66
	famfan	34		jester	76		mammut	106
	saladin	1		junkiel	45		Peter	107
	gruener	12		KarlMarx	52		vienu	72
	zigzag	10		Larapuzzi	87		Mahlow	26
	Wahlaal	75		luckz	54		Wiego	50
	<b>rapp</b>	88		Makler1	5		login	56
	kaufunger	40		manfred	32		NZ1968	84
	truck676	18		Nobody	36		Sabine	68
cezanne	56			cocosnussi	83			
2	Freudoll	54	6	plutos	76	10	Traurig	37
	<b>Lupulus</b>	88		Sanjuro	52		Geoman	107
	<b>oseidel</b>	88		schriker	23		Tishimdorf	19
	sealord	49		sjura	42		Progno	38
	alldrei	59		skeptiker	42		briutt	45
	wtd3010	76		socke	17		Tob11	56
	Kaule	84		tobiedl	62		Camporesi	65
	<b>tmirke</b>	88		volkert	6		fischmob	9
	<b>Ramses</b>	88		Vollsepp	13		Rodrigues	24
	<b>Zicklein</b>	88		wiland	41		Mauritius	15
<b>lancer</b>	88			BAYERNP	11			
				Angelo	105			
3	online	50	7	<b>Silrem</b>	88			
	henning	70		hanslu	30			
	mc0050	2		Bruder	20			
	<b>Golph74</b>	88		REBELL	8			
	<b>adrian</b>	88		Napoleon	21			
	sabiene	71		<b>Feuerstein</b>	88			
	bastein	35		terra	31			
	<b>Michael47</b>	88		Sunshine	39			
	weleda	28		moritzbal	33			
	tobias	25		<b>felixs</b>	88			
<b>wert12</b>	88	<b>famfam</b>	8					
4	Agentur	76	8	Familie	27			
	annelie	69		rawi2k	48			
	Antosu	62		<b>szumbusch</b>	88			
	Armin139	2		Boersomat	62			
	Baobao	76		Schwuchtel	29			
	berliner	84		hamannm	72			
	Bott54	44		eisbaerli	14			
	Echelon	88		Patziwb	72			
	eumel72	76		tototo	45			
	gudrun1	22		andrewo	7			
		Teddy	67					



### 5.3 Minería de Datos

Veamos entonces cuáles han sido las razones por las cuales se ha optado por un cambio de estrategia en la segunda mitad. Bien puede ser que en efecto, haya sido decisión de los agentes mismos, o que en realidad el mercado en general ya no se comporta del mismo modo a como fue en la primera mitad.

#### 5.3.1 Ganancias y Pérdidas de los Grupos de Agentes

La Figura 5.3 muestra la distribución de ganancias de cada uno de los grupos durante la segunda mitad. Aunque el grupo 1 sigue obteniendo grandes ganancias respecto al resto de los grupos, esto se debe a una transacción que alguno de los agentes realizó contra algún otro del grupo 4, que resultó para uno en una gran ganancia y para el otro en una gran pérdida. Más adelante veremos cómo esta transacción ha beneficiado en gran medida al grupo 1.

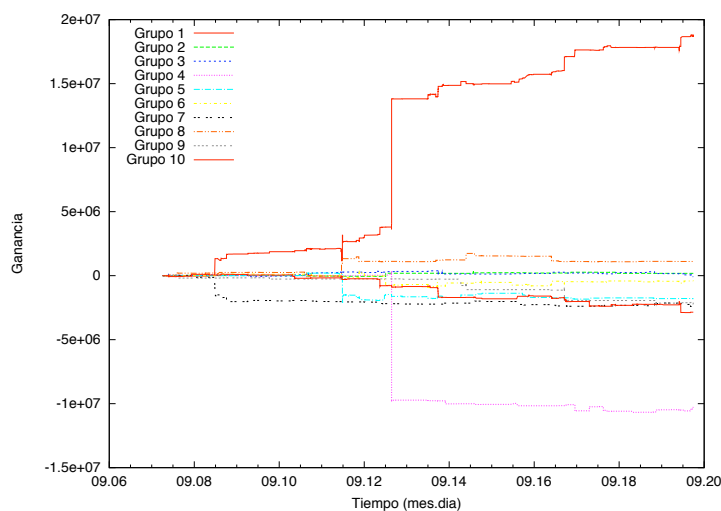


Figura 5.3: Distribución de ganancias de cada grupo durante la segunda mitad.

Se aprecia también que aunque el grupo 10 ya no ha resultado ser el grupo más perdedor tal y como lo fue en la primera mitad (razón por la cual el ranking en *score* de sus agentes ha mejorado). Sin embargo, las pérdidas que obtiene ya han disminuido en gran porcentaje y ya no siguen la simetría respecto al grupo 1 de acuerdo a

como se mostraba en la primera mitad (Figura 4.3), lo cual da los primeros indicios de adaptación y aprendizaje en el mercado.

Si comparamos la afirmación de que el grupo 1 ha cambiado su estrategia con las señales de aprendizaje y adaptación del grupo 10, la interrogante planteada en la sección anterior queda contestada. El hecho de que el grupo 10 haya aprendido que ejecutar demasiadas transacciones en la primera mitad produce en su caso muchas pérdidas, es razonable que para la segunda mitad una disminución de transacciones producirá menores pérdidas siempre y cuando el precio de las emisoras no esté demasiado en contra.

Esto lleva a su vez, que para el grupo 1 ya no sea “fácil” ejecutar sus transacciones, ya que no hay quien esté formado (cotizando) en el “libro” a la postura que el grupo 1 desea. En otras palabras, aunque la estrategia del grupo 1 durante la primera mitad haya resultado ser la más óptima para generar sus ganancias, esta ya no se puede satisfacer para la segunda mitad ya que las condiciones del mercado no son las apropiadas, al menos no en las contrapartes. En resumen, una cosa es poseer la estrategia óptima y otra es que las condiciones del mercado sean las apropiadas para que esta estrategia pueda ejecutarse, de no cumplirse esta segunda condición, entonces la primera deja de ser válida y tiene que generarse una nueva estrategia en la que se consideren las nuevas condiciones del mercado. En este sentido, la mejor estrategia es una idea contextual debido a que depende del “ambiente”; hay quienes pudieran llamar una buena estrategia a aquella que produce las menores pérdidas posibles cuando las condiciones del mercado son desfavorables, etc.

El Cuadro 5.2 muestra el comportamiento general de los grupos durante la segunda mitad. Ya se observa claramente que el grupo 1 ha disminuido sus transacciones con respecto al total que ejecutó en la primera mitad, y con ello, el volumen neto operado. Del mismo modo, el grupo 10 redujó en gran porcentaje sus transacciones netas y con ello, sus compras y ventas, así como su volumen.

Al igual que los grupos 1 y 10, los grupos 2 y 9 redujeron el total de transacciones y volumen. Por su parte, los grupos 3 y 7 aumentaron su actividad en cuanto a transacciones y con ello, el volumen operado. El grupo 8, aunque aumentó el número de transacciones ejecutadas, en volumen no lo hizo, sino que la cantidad de acciones operadas en la segunda mitad fue menor que aquellas operadas en la primera mitad. Los grupos 4, 5 y 6 comenzaron a participar, pero veamos cómo influyó su participación con el resto de los grupos.

El Cuadro 5.3 muestra las ganancias y pérdidas que tuvieron los grupos entre sí. En efecto, tal y como ya se había visto en la gráfica de distribución de ganancias en

**Cuadro 5.2: Total de transacciones y volumen operado por cada grupo durante la segunda mitad. Los valores entre paréntesis corresponden a los obtenidos en la primera mitad, presentados en el Cuadro 4.3.**

Grupo	Total de Transacciones	Total de Compras	Total de Ventas	Volumen Total (acciones)
1	1,581 (1,928)	987 (1,100)	594 (828)	498,979 (640,928)
2	171 (356)	25 (195)	146 (161)	38,939 (134,338)
3	712 (595)	394 (336)	318 (259)	202,976 (176,655)
4	396 (0)	214 (0)	182 (0)	131,346 (0)
5	595 (0)	221 (0)	374 (0)	196,240 (0)
6	664 (0)	242 (0)	422 (0)	216,539 (0)
7	610 (263)	372 (142)	238 (121)	167,911 (133,089)
8	653 (477)	211 (234)	442 (243)	175,670 (210,216)
9	264 (674)	76 (379)	188 (295)	121,622 (245,816)
10	930 (2,517)	546 (1,019)	384 (1,498)	246,138 (637,752)

la segunda mitad (Figura 5.3) el grupo 10 ha dejado de ser en gran parte el mayor contribuyente a las ganancias generadas del grupo 1, ocupando ahora este sitio el grupo 4.

El grupo 2 se ha conservado como ganador pero su nivel de ganancias ha disminuido en la segunda mitad respecto al obtenido en la primera mitad, sobre todo contra el grupo 10, contra quien en la primera mitad había obtenido una gran ganancia pero para la segunda mitad se han convertido en pérdidas, debido quizá al retiro de 5 agentes que forman el grupo 2.<sup>1</sup> El grupo 3 cambió de grupo ganador a grupo perdedor en la segunda mitad, quizá también debido a que en este grupo 4 agentes son los que han dejado de participar en esta segunda mitad.

Los grupos 4, 5 y 6, que no habían participado en la primera mitad, se perfilaron como grupos perdedores, sobre todo el grupo 4 quien perdió una gran fortuna contra el grupo 1, y del mismo modo, aunque mucho menor la pérdida, el grupo 5. El grupo 6 por su parte aunque también tuvo una gran pérdida contra el grupo 1, pero menor que en los dos grupos anteriores, se recuperó con ganancias obtenidas contra los grupos 3, 4, 7 y 8, que contrarrestaron en gran medida esta pérdida y las acumuladas con los grupos 2, 5, 9 y 10. Resulta importante resaltar la idea de que los agentes de los grupos 4, 5 y 6, que no participaron en la primera mitad, no aprendieron sobre cómo participar en el mercado, razón por la cual obtuvieron pérdidas en la segunda mitad.

<sup>1</sup> Posiblemente el retiro de estos agentes fue por aversión al riesgo, donde prefirieron conservar las ganancias obtenidas en vez de continuar participando en el mercado.

Cuadro 5.3: Ganancias y pérdidas entre grupos durante la segunda mitad.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	-67,663	543,762	10,616,422	1,736,525	1,042,418	2,280,621	-1,020,492	1,430,167	2,235,906
2	67,663	0	7,959	-493	61,701	172,864	-100,038	-19,399	5,142	-17,474
3	-543,762	-7,959	0	53,057	116,677	-96,864	180,879	6,571	-88,875	299,691
4	-10,616,422	493	-53,057	0	173,153	-294,626	142,657	26,670	107,037	229,498
5	-1,736,525	-61,701	-116,677	-173,153	0	156,356	15,607	-227,451	193,143	148,086
6	-1,042,418	-172,864	96,864	294,626	-156,356	0	138,832	616,353	-151,425	-44,913
7	-2,280,621	100,038	-180,879	-142,657	-15,607	-138,832	0	272,399	39,739	-58,620
8	1,020,492	19,399	-6,571	-26,670	227,451	-616,353	-272,399	0	676,824	82,547
9	-1,430,167	-5,142	88,875	-107,037	-193,143	151,425	-39,739	-676,824	0	-22,037
10	-2,235,906	17,474	-299,691	-229,498	-148,086	44,913	58,620	-82,547	22,037	0

El grupo 7 continuó con el perfil de grupo perdedor, acentuando aún más sus pérdidas que en la primera mitad, sobre todo contra el grupo 1 con quien aumentaron sus pérdidas. Para el grupo 8 sucedió lo contrario, pues pasó de ser un grupo perdedor en la primera mitad a un grupo ganador en la segunda mitad, obteniendo incluso el mayor porcentaje de sus ganancias contra el grupo 1 y contribuyendo también aquellas obtenidas contra el grupo 9, contrarrestándose a su vez con las pérdidas obtenidas contra el grupo 6.

El grupo 9 al igual que el grupo 10, permanecieron como grupos perdedores, pero como ya se había comentado antes, sus pérdidas se han reducido considerablemente respecto a las obtenidas en la primera mitad. Ambos grupos, aunque obtuvieron el mayor porcentaje de pérdidas contra el grupo 1, se han reducido de forma sorprendente, en donde el punto importante en este momento es hallar cómo ha sucedido esto.

### **5.3.2 Arreglos de Porcentaje de Transacciones y Volúmenes entre Grupos en el Modo 1**

Al igual que el capítulo anterior, analicemos por partes los comportamientos de los grupos de acuerdo al modo en que se representen los resultados para esta segunda mitad. Los arreglos de los Cuadros 5.4 y 5.5 representan los arreglos de porcentaje de transacciones y volumen respectivamente, en el modo 1, mientras que los arreglos en los Cuadros 5.6, 5.7 y 5.8, también representados en el modo 1, corresponden a los arreglos de porcentaje de transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas, respectivamente.

En cuanto al arreglo de porcentaje de transacciones mostrado en el Cuadro 5.4, el grupo 1 ya no tiene una tendencia clara de operar contra el grupo 10 tal y como lo había hecho en la primera mitad. Esto se debe ya que en gran medida el porcentaje de transacciones hechas contra el grupo 10 ha disminuido considerablemente.

Veamos esto con más detalle. En la segunda mitad, el grupo 1 realiza 1581 operaciones, de las cuales, ahora sólo el 15.50% las hace con el grupo 10 y sorprendentemente, el grupo con quien más hace operaciones es consigo mismo, teniendo un porcentaje de 18.47% del total, con lo cual se puede pensar que las ganancias en efecto se reducen debido a que los agentes “inteligentes” están operando mayoritariamente contra otros agentes “inteligentes” sin darse cuenta de ello pues las posturas en el libro son anónimas. Esta vez, la distribución de porcentajes ha sido más homogénea, pues ha operado con frecuencias similares con los grupos 3, 5, 6, 7 y 8, en tanto que con los grupos 2 y 9 son menores.

Cuadro 5.4: Porcentaje de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1</b>	18.47	3.54	9.36	5.57	10.94	9.93	10.94	9.87	5.88	15.50
<b>2</b>	32.75	1.17	11.11	2.92	5.26	9.94	8.77	8.19	2.34	17.54
<b>3</b>	20.76	2.66	14.59	4.77	10.66	8.70	8.56	11.08	4.49	13.74
<b>4</b>	22.22	1.26	8.59	7.58	8.08	9.34	13.13	7.58	6.06	16.16
<b>5</b>	29.08	1.51	12.77	5.38	6.05	13.11	5.04	11.93	1.85	13.28
<b>6</b>	23.64	2.56	9.34	5.57	11.75	13.25	9.04	8.58	3.16	13.10
<b>7</b>	28.36	2.46	10.00	8.52	4.92	9.84	3.28	14.10	3.44	15.08
<b>8</b>	23.89	2.14	12.10	4.59	10.87	8.73	13.17	5.51	2.60	16.39
<b>9</b>	35.09	1.51	12.08	9.06	4.15	7.92	7.92	6.42	3.02	12.83
<b>10</b>	26.34	3.23	10.54	6.88	8.49	9.35	9.89	11.51	3.66	10.11

Para ambos grupos, el 1 y 10, la baja porcentual de transacciones entre ellos fue del 73.91 %, pues pasaron de 939 transacciones a sólo 245; es decir, en la segunda mitad sólo operaron entre sí poco menos de la tercera parte de lo que habían operado en la primera mitad, razón por la cual ya no existe simetría en la gráfica de ganancias de cada grupo. Del mismo modo, para el grupo 10 el porcentaje de transacciones ha disminuido entre sus propios agentes, pues pasó de un 28.61 % en la primera mitad a un 10.11 % en la segunda, que en términos reales significa una reducción del 86.94 % pues pasan de 720 transacciones a sólo 94. Por supuesto, si los agentes del grupo 10 ya no cotizan lo suficiente para satisfacer la demanda del grupo 1, entonces tampoco satisfacen la suya misma, y en este caso, en apariencia los agentes “tontos” en la primera mitad aprendieron a ya no operar contra ellos mismos sin darse realmente cuenta de ello.

Para el grupo 2, sucede lo mismo que para el grupo 1, su contraparte mayoritaria ha dejado de ser el grupo 10, en adición de que 6 de sus miembros han dejado de participar. Sin embargo, han aumentado su actividad contra el grupo 1, pues pasaron de 23.60 % en la primera mitad a 32.75 % en la segunda mitad, aunque el dato resulta engañoso, ya que en realidad hubo una disminución 33.33 % con respecto al total de transacciones ejecutadas en la primera mitad (ver Cuadros 4.3 y 5.2), pero a pesar de ello, con las transacciones hechas en la segunda mitad se muestra que poco menos de la tercera parte de ellas se hicieron contra el grupo 1.

Para el grupo 3, se repite el caso, pues ahora ambos grupos, el 1 y 10 han disminuido los porcentajes de transacciones con respecto a aquellos que tuvieron en

la primera mitad. Para los grupos 7 y 9, los porcentajes de transacciones contra el grupo 1 han aumentado, mientras que para el grupo 10 han disminuido. Las cifras reales de estos aumentos son para el caso del grupo 7, del 25.10 % al 35.09 % que representan en total el 161.85 % de aumento, pues pasaron de 66 a 173 transacciones ejecutadas contra el grupo 1. Para el grupo 9 nuevamente se presenta un engaño en el sentido de que aunque el porcentaje haya aumentando respecto al total de transacciones ejecutadas en cada período, en realidad hubo un descenso, pues pasaron de 205 transacciones ejecutadas contra el grupo 1 en la primera mitad, a solo 93 en la segunda mitad.

Para el grupo 8, en términos de porcentaje respecto del total ejecutadas en cada período, se mantiene constante para el grupo 1 y baja para el grupo 10. Los grupos 4, 5 y 6 que no habían participado en la primera mitad, tienen una tendencia clara de participar con mayor frecuencia contra el grupo 1, ya que contra este se tiene en los tres casos, los máximos porcentajes de transacciones.

*Para esta segunda mitad, el grupo 10 ha dejado de operar en gran magnitud. Esto reduce por completo las probabilidades de ganar del grupo 1 puesto que ya no hay de quién se pueda aprovechar. En este sentido, el grupo 1 sólo puede estar a la espera de que algunos agentes que no pertenezcan al grupo 10 coloquen una mala postura, por lo cual el porcentaje de transacciones que cada grupo realiza se concentra más contra el grupo 1 que con alguno otro.*

*En tanto, para el grupo 10 esto es una señal de aprendizaje: si dejas de operar, es posible dejar de tener pérdidas.*

En términos de volumen (Cuadro 5.5), se tiene una tendencia similar de acuerdo a como lo muestra el arreglo de transacciones, al igual a como ocurrió en la primera mitad. Nuevamente se observa que la distribución de volumen del grupo 1 es más “homegénea” entre los grupos, que aun siendo los grupos 5 y 10 contra quienes ha operado los mayores porcentajes, estos valores no son lo suficientemente altos que el resto de porcentajes como para establecer una tendencia general del grupo 1. Sin embargo, al igual que el arreglo de porcentaje de transacciones, en algunos casos los porcentajes de volumen han disminuido respecto a los resultados obtenidos en la primera mitad, observándose principalmente contra los grupos 2, 9 y 10. En el caso particular del grupo 10, que pasó del 38.39 % de volumen operado en la primera mitad a sólo el 15.59 % en la segunda mitad, corresponde en realidad al 68.79 % de disminución, pues de las 249,234 acciones operadas en la primera mitad, solo hubo intercambio de 77,779 acciones en la segunda mitad.

Cuadro 5.5: Porcentaje de volumen que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11.88	2.65	8.33	6.63	14.77	7.52	11.54	9.94	11.16	15.59
2	34.02	0.01	11.55	3.96	4.20	14.09	8.77	10.39	0.54	12.46
3	20.47	2.22	17.69	4.72	11.78	10.67	7.22	9.07	4.93	11.22
4	25.20	1.17	7.30	12.11	3.30	15.74	11.54	3.08	9.72	10.84
5	37.56	0.83	12.18	2.21	4.41	13.52	3.06	13.02	3.26	9.94
6	17.32	2.53	10.01	9.55	12.25	16.57	4.47	8.51	6.18	12.61
7	34.29	2.03	8.73	9.03	3.57	5.76	2.84	12.02	6.21	15.52
8	28.23	2.30	10.48	2.30	14.55	10.49	11.49	3.27	2.83	14.05
9	45.63	0.17	8.52	10.46	5.24	10.97	8.55	4.08	1.17	5.21
10	31.60	1.97	9.25	5.78	7.93	11.10	10.59	10.03	2.58	9.18

En este mismo contexto para el grupo 1 y el porcentaje de volumen que intercambió contra el grupo 2 es sorprendente, pues en la primera mitad en donde hubo mayor intercambio resultó ganador el grupo 1, mientras que en la segunda mitad, con menor intercambio de acciones fue el grupo 2 quien resultó ganador. Esto conduce a pensar en tres posibilidades por las cuales esto ocurrió: la primera de ellas es que fue errores del grupo 1 al momento de colocar sus posturas, la segunda de ellas es que fue un uso adecuado de la estrategia del grupo 2, y la tercer, que fue mera suerte del grupo 2. Esto mismo sucedió contra el grupo 8, que si bien, en términos de porcentaje se mantuvo constante en ambos períodos, el grupo 1 pasó de ganador contra el grupo 8 en la primera mitad a perdedor contra el mismo grupo en la segunda mitad, lo cual muestra la posibilidad de adaptación y aprendizaje por parte del grupo 8.

En el grupo 2 se sigue la misma tendencia respecto al arreglo de porcentaje de transacciones. Aunque es mayor el porcentaje operado contra el grupo 1 respecto al porcentaje operado contra el grupo 6, las ganancias generadas contra el segundo son dos y media veces mayores que las ganancias producidas contra el primero (ver arreglo 5.3), lo cual muestra que posiblemente los pocos agentes que participaron de este grupo aprovecharon oportunidades en las que el precio fue a su favor, aunque también cabe la posibilidad de ahora grupos como el 6, que no participaron en la primera mitad, hayan tomado el papel que tuvo el grupo 10 en la primera mitad como grupo perdedor.

Para el grupo 3 ocurre una particularidad interesante, pues como ya se mencionó anteriormente, pasó de ser un grupo ganador en la primera mitad a un grupo



perdedor en la segunda. La particularidad consiste en que en la segunda mitad su volumen neto con el que operó aumentó en un 15.12 % respecto a lo operado en la primera mitad, y aunque el porcentaje operado contra el grupo 1 también aumentó, las pérdidas se redujeron, lo cual hasta cierto punto indica que los agentes de este grupo 3 decidieron apostar mayores cantidades de volúmenes en transacciones en las que esperaban que el precio fuera a su favor; en otras palabras, se convirtieron en agentes más riesgosos.

Los grupo 4, 5 y 6 que solo han participado en este período, tienen distribuciones de porcentaje de volumen que al igual que las distribuciones de porcentaje de transacciones, apuntan a operar mayoritariamente contra el grupo 1. Para el grupo 4, que ha operado prácticamente una cuarta parte de su volumen contra el grupo 1, las pérdidas que tuvo contra este fueron las que más ganancias produjeron al grupo 1. Esta pérdida se debe en realidad a una sola transacción realizada entre los agentes *saladin* (grupo 1) contra el agente *gudrun1* (grupo 4), en donde *saladin* le compra a *gudrun1* una cantidad de 5,459 acciones a un precio de \$428 en la emisora DVU, que en el siguiente movimiento del mercado la emisora subió de precio llegando a \$2,222; la transacción le generó a *saladin* una ganancia de \$9,793,446. En este caso, se tienen cuatro posibles razones: la primera de ellas fue que *gudrun1* tuvo un error al momento de colocar su postura de venta (error humano o coloquialmente llamado “error de dedo”), la segunda fue que *gudrun1* no tenía idea de lo que estaba haciendo, la tercera, fue que *saladin* continuó empleando la estrategia *Market Timing* en la que acertó de algún modo el precio al que se iba a elevar la emisora y la cuarta, que en realidad el agente *gudrun1* es el propio *saladin*, pero con distinta cuenta.

El grupo 7 que aumentó sus pérdidas en este segundo período, fue por causas probables del también aumento del volumen operado. Contra el grupo 1 el porcentaje de volumen aumentó y del mismo modo sus pérdidas: el aumento de volumen fue del 50.51 % y las pérdidas ascendieron a 37.36 veces más que en la primera mitad, con lo que es altamente probable que el grupo 1 ahora está empleando una estrategia *Market Timing* contra el grupo 7.

Como ya se había comentado en párrafos anteriores, el grupo 8 obtuvo una gran ganancia en contra del grupo 1, que contrarresta en gran parte la pérdida que tuvo contra el mismo grupo en la primera mitad. Desde el punto de vista del grupo 8, hubo un aumento de porcentaje operado contra el grupo 1 respecto de la primera mitad, aunque en términos reales, se disminuyó el volumen en un 20.82 %, pues pasó de operar 62,631 acciones en la primera mitad a solo 49,589 en la segunda, con lo cual, además del posible aprendizaje y adaptación del grupo 8, la estrategia de *Market Timing* del grupo 1 empleada contra el grupo 8 no resultó a su favor.

Para el grupo 9, aunque la nueva distribución de volumen muestra que hubo un aumento de porcentaje operado contra el grupo 1, en números reales se tiene este porcentaje representa realmente una baja, ya que en la primera mitad estos dos grupos operaron entre sí un total de 108,173 acciones y en la segunda pasaron a solo 55,667, es decir, una reducción del 48.54%. Hay que tener en cuenta que en casos como este mencionados con anterioridad, no se contradicen de manera alguna, ya que en este tipo de arreglos se está empleando el modo de representación 2, con lo cual sólo se indica una tendencia o distribución del volumen (y en su caso, transacciones) respecto a lo operado en la segunda mitad y ya no de la primera; en este sentido, los arreglos en ambos períodos sirven para tener una visualización inmediata de como han preferido los grupos operar entre sí en cada uno de los períodos.

De este modo, para el caso particular del grupo 9, lo que resta argumentar es que aunque prefiere operar mayoritariamente su volumen contra el grupo 1, el nivel de descenso real respecto a la primera mitad muestra que los agentes del grupo 9 han preferido ya no ser tan riesgosos al momento de colocar posturas; pueden quizá colocarlas con precios altamente volátiles, pero con poco volumen para no resentir las fuertes pérdidas que puedan llegar a tener. Así como posiblemente ha ocurrido para el grupo 8 y al igual que el grupo 10, los agentes del grupo 9 han aprendido de la dinámica del mercado, adaptándose en apariencia cada vez mejor a los fenómenos que pueden llevarlos a convertirse en grandes ganadores, o en su caso, menos perdedores.

*Del mismo modo que en las transacciones, el mayor porcentaje de volumen que operaron los grupos en la segunda mitad fue en contra de los agentes pertenecientes al grupo 1. Un efecto más de la disminución en la participación del grupo 10.*

Veamos ahora los arreglos de porcentaje de transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas (arreglos de los Cuadros 5.6, 5.7 y 5.8, respectivamente). En cuanto a los porcentajes de transacciones con ganancias se tiene que para el grupo 1 aun conserva el mayor porcentaje contra el grupo 10, pero a diferencia de la primera mitad, el porcentaje ha disminuido fuertemente y se ha distribuido de forma más homogénea con los grupos restantes, como lo son los grupos 7 y 8, en los que los porcentajes aun aumentado respecto a aquellos registrados en la primera mitad.

Para los grupos 2, 3, 7, 8 y 9, que en la primera mitad era clara la tendencia en cuanto a que obtenían el mayor porcentaje de transacciones con ganancias contra el grupo 10, en esta segunda mitad eso ha cambiado, pues los porcentajes de transacciones con ganancias contra este grupo han disminuido y ahora, para los grupos 2 y 9 los porcentajes han aumentado en transacciones ejecutadas contra el grupo 1. Los

grupos 3 y 7, disminuyeron sus porcentajes de transacciones con ganancias contra el grupo 1 mientras que los grupos 8 y 10 continuaron con el mismo porcentaje contra el grupo 1 relativo al total de transacciones con ganancias obtenidas en la segunda mitad.

**Cuadro 5.6: Porcentaje de transacciones con ganancias que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.**

<b>Grupo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	11.45	2.59	6.26	7.78	12.10	11.88	12.96	12.74	4.97	17.28
<b>2</b>	31.75	1.59	7.94	4.76	4.76	11.11	11.11	9.52	3.17	14.29
<b>3</b>	15.59	0.54	11.29	6.99	10.22	9.14	10.22	16.67	2.69	16.67
<b>4</b>	20.29	0.72	9.42	7.97	9.42	7.25	18.12	7.25	3.62	15.94
<b>5</b>	24.43	0.57	8.52	6.25	5.68	14.77	6.82	15.91	1.14	15.91
<b>6</b>	21.28	2.55	8.94	7.23	11.06	13.62	7.23	10.64	2.13	15.32
<b>7</b>	14.96	1.57	13.39	9.45	3.94	9.45	3.94	16.54	3.15	23.62
<b>8</b>	22.17	2.46	12.32	4.43	7.88	8.37	14.78	5.42	2.96	19.21
<b>9</b>	28.75	0.00	20.00	11.25	2.50	7.50	10.00	0.00	2.50	17.50
<b>10</b>	24.38	3.31	6.61	5.79	10.33	9.50	11.16	12.81	4.13	11.98

Los grupos 4, 5 y 6, aunque tienen los mayores porcentajes de transacciones con ganancias contra el grupo 1, también tienen porcentajes semejantes contra otros grupos. Para el grupo 4, un porcentaje similar al del grupo 1 es contra el grupo 7; irónicamente aunque el porcentaje contra el grupo 1 haya sido alto pues esto es indicador de que no siempre van a ganar. Si la transacción entre *saladin* y *gudrun1* no hubiera sido ejecutada, las pérdidas totales del grupo 4 descenderían en un 95.22 %, que aun estando perfilado como un grupo perdedor, sus pérdidas ya no serían tan fuertes.

En el arreglo de porcentaje de transacciones con pérdidas del Cuadro 5.7, el grupo 1 ha disminuido su porcentaje contra el grupo 10 respecto a la primera mitad, sucediendo lo mismo contra los grupos 2, 3, 7 y 9; mientras que contra el grupo 8 el porcentaje aumentó. Para el grupo 2 el porcentaje de este tipo de transacciones aumentó para aquellas ejecutadas contra el grupo 1 pero disminuyó para aquellas hechas contra el grupo 10, ocurriendo lo mismo para los grupos 7 y 8.

Para los grupos 3 y 9, los porcentajes de transacciones con pérdidas disminuyeron contra los grupos 1 y 10 respecto a aquellos realizados en la primera mitad, sobre todo contra el grupo 10 debido a su ya poca participación en el mercado.

Los grupos 4, 5 y 6 siguen la misma tendencia que el arreglo de transacciones con ganancias, teniendo los mayores porcentajes de transacciones con pérdidas contra el grupo 1 y el resto de porcentajes se distribuye de manera homogénea entre el resto de los grupos.

**Cuadro 5.7: Porcentaje de transacciones con pérdidas que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.**

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	14.36	5.42	7.86	7.59	11.65	13.55	5.15	12.20	6.23	15.99
2	32.43	2.70	2.70	2.70	2.70	16.22	5.41	13.51	0.00	21.62
3	16.29	2.81	11.80	7.30	8.43	11.80	9.55	14.04	8.99	8.99
4	26.67	2.22	9.63	8.15	8.15	12.59	8.89	6.67	6.67	10.37
5	32.00	1.71	10.86	7.43	5.71	14.86	2.86	9.14	1.14	14.29
6	26.83	3.41	8.29	4.88	12.68	15.61	5.85	8.29	2.93	11.22
7	28.57	3.33	9.05	11.90	5.71	8.10	2.38	14.29	3.81	12.86
8	26.58	2.70	13.96	4.50	12.61	11.26	9.46	4.95	0.00	13.96
9	35.94	3.13	7.81	7.81	3.13	7.81	6.25	9.38	3.13	15.63
10	25.16	2.83	9.75	6.92	8.81	11.32	9.43	12.26	4.40	9.12

Finalmente, para el arreglo de porcentaje de transacciones nulas mostradas en el Cuadro 5.8, las distribuciones siguen las mismas tendencias que en los arreglos anteriores. El grupo 1 por ejemplo, tiene el mayor porcentaje de transacciones nulas consigo mismo y representa un incremento respecto al porcentaje obtenido en la primera mitad. Contra el grupo 10 el porcentaje ha disminuido considerablemente, una vez más esto debido a la poca participación del grupo 10.

Los grupos 2, 7 y 9 obtuvieron su mayor porcentaje de transacciones nulas contra el grupo 1, y comparados contra aquellos obtenidos en la primera mitad hubo un aumento. No obstante, contra el grupo 10, los porcentajes para la segunda mitad disminuyeron con respecto a los obtenidos en la primera mitad. Para los grupo 3, 8 y 10, sucede casi lo mismo, excepto que los porcentajes contra el grupo 1 disminuyeron respecto a los obtenidos en la primera mitad.

Para el grupo 4, su mayor porcentaje de transacciones nulas las obtuvo contra el grupo 10 seguido por el porcentaje obtenido contra el grupo 1. Para los grupos 5 y 6 sucede lo contrario, en donde el mayor porcentaje lo tienen contra el grupo 1 y el resto se distribuye de manera homogénea con los grupos restantes.

Vemos entonces como en los tres arreglos anteriores de transacciones la homogeneidad de distribución de porcentajes se presenta en cada uno, y vemos en la mayoría

**Cuadro 5.8: Porcentaje de transacciones nulas que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo columna  $j$ , en el modo 1 de representación. La suma de las entradas de cada grupo renglón suman 100 %.**

<b>Grupo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	24.83	3.20	12.02	3.20	9.88	6.94	12.55	6.94	6.28	14.15
<b>2</b>	33.80	0.00	18.31	1.41	7.04	5.63	8.45	4.23	2.82	18.31
<b>3</b>	25.86	3.74	17.82	2.30	12.07	6.90	7.18	6.61	2.87	14.66
<b>4</b>	19.51	0.81	6.50	6.50	6.50	8.13	12.20	8.94	8.13	22.76
<b>5</b>	30.33	2.05	17.21	3.28	6.56	10.66	5.33	11.07	2.87	10.66
<b>6</b>	23.21	1.79	10.71	4.46	11.61	10.71	13.84	6.70	4.46	12.50
<b>7</b>	34.43	2.20	9.16	5.49	4.76	11.36	3.66	12.82	3.30	12.82
<b>8</b>	22.81	1.32	10.09	4.82	11.84	6.58	15.35	6.14	4.82	16.23
<b>9</b>	39.17	1.67	8.33	8.33	5.83	8.33	7.50	9.17	3.33	8.33
<b>10</b>	28.65	3.51	13.78	7.57	7.03	7.57	9.46	10.00	2.70	9.73

de los casos que el grupo 10 ha dejado de ser fuente de la mayoría de transacciones que generan ganancias, pérdidas o nulas, y se ha transferido con mayor énfasis respecto a los resultados de la primera mitad, hacia el grupo 1. Sin embargo, es necesario profundizar en el comportamiento interno de las transacciones totales que cada uno de los grupos han ejecutado entre sí, para observar nuevamente si la dinámica del mercado indica que las ganancias y pérdidas de los grupos han sido productos de una mínima cantidad de transacciones del total que cada uno de ellos ha ejecutado.

### 5.3.3 Arreglos de Transacciones con Ganancias, Transacciones con Pérdidas y Transacciones Nulas en el Modo 2 de Representación

El Cuadro 5.9 corresponde a las transacciones con ganancias, mientras que el Cuadro 5.10 corresponde transacciones con pérdidas y el Cuadro 5.11 a transacciones nulas; cada uno de ellos representados en el modo 2.

Para el grupo 1, las transacciones hechas contra el grupo 10 muestran que de las 939, en términos porcentuales se conservó la cantidad de transacciones con ganancias relativo al total de ejecutadas en la segunda mitad. No obstante, los porcentajes de transacciones con pérdidas del grupo 1 contra el grupo 10 aumentó también en relación al total de transacciones ejecutadas en la segunda mitad; mientras que la cantidad de transacciones nulas disminuyó. En cambio, desde el punto de vista del grupo 10, las transacciones con ganancias contra el grupo 1 aumentó en relación al total de transacciones ejecutadas también en esta segunda mitad, mientras que

Cuadro 5.9: Porcentaje de transacciones con ganancias en el modo 2 de representación. El valor representa el porcentaje de transacciones con ganancias que el grupo renglón  $i$  ejecutó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18.15	21.43	19.59	40.91	32.37	35.03	34.68	37.82	24.73	32.65
2	35.71	50.00	26.32	60.00	33.33	41.18	46.67	42.86	50.00	30.00
3	19.59	5.26	20.19	38.24	25.00	27.42	31.15	39.24	15.63	31.63
4	31.82	20.00	38.24	36.67	40.63	27.03	48.08	33.33	20.83	34.38
5	24.86	11.11	19.74	34.38	27.78	33.33	40.00	39.44	18.18	35.44
6	31.85	35.29	33.87	45.95	33.33	36.36	28.33	43.86	23.81	41.38
7	10.98	13.33	27.87	23.08	16.67	20.00	25.00	24.42	19.05	32.61
8	28.85	35.71	31.65	30.00	22.54	29.82	34.88	30.56	35.29	36.45
9	24.73	0.00	50.00	37.50	18.18	28.57	38.10	0.00	25.00	41.18
10	24.08	26.67	16.33	21.88	31.65	26.44	29.35	28.97	29.41	30.85

Cuadro 5.10: Porcentaje de transacciones con pérdidas en el modo 2 de representación. El valor representa el porcentaje de transacciones con pérdidas que el grupo renglón  $i$  ejecutó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18.15	35.71	19.59	31.82	24.86	31.85	10.98	28.85	24.73	24.08
2	21.43	50.00	5.26	20.00	11.11	35.29	13.33	35.71	0.00	26.67
3	19.59	26.32	20.19	38.24	19.74	33.87	27.87	31.65	50.00	16.33
4	40.91	60.00	38.24	36.67	34.38	45.95	23.08	30.00	37.50	21.88
5	32.37	33.33	25.00	40.63	27.78	33.33	16.67	22.54	18.18	31.65
6	35.03	41.18	27.42	27.03	33.33	36.36	20.00	29.82	28.57	26.44
7	34.68	46.67	31.15	48.08	40.00	28.33	25.00	34.88	38.10	29.35
8	37.82	42.86	39.24	33.33	39.44	43.86	24.42	30.56	0.00	28.97
9	24.73	50.00	15.63	20.83	18.18	23.81	19.05	35.29	25.00	29.41
10	32.65	30.00	31.63	34.38	35.44	41.38	32.61	36.45	41.18	30.85

el porcentaje de transacciones con pérdidas se mantuvo en el mismo nivel porcentual.

En este sentido, los agentes del grupo 10 simplemente decidieron ya no operar demasiado porque su aprendizaje consistió en darse cuenta de que entre más transacciones ejecuten, mayores serán sus pérdidas; dando lugar precisamente a una

Cuadro 5.11: Porcentaje de transacciones nulas en el modo 2 de representación. El valor representa el porcentaje de transacciones nulas que el grupo renglón  $i$  ejecutó contra el grupo renglón  $j$  del total de transacciones que ejecutó el grupo renglón  $i$  contra el grupo renglón  $j$ .

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	63.70	42.86	60.81	27.27	42.77	33.12	54.34	33.33	50.54	43.27
2	42.86	0.00	68.42	20.00	55.56	23.53	40.00	21.43	50.00	43.33
3	60.81	68.42	59.62	23.53	55.26	38.71	40.98	29.11	31.25	52.04
4	27.27	20.00	23.53	26.67	25.00	27.03	28.85	36.67	41.67	43.75
5	42.77	55.56	55.26	25.00	44.44	33.33	43.33	38.03	63.64	32.91
6	33.12	23.53	38.71	27.03	33.33	27.27	51.67	26.32	47.62	32.18
7	54.34	40.00	40.98	28.85	43.33	51.67	50.00	40.70	42.86	38.04
8	33.33	21.43	29.11	36.67	38.03	26.32	40.70	38.89	64.71	34.58
9	50.54	50.00	31.25	41.67	63.64	47.62	42.86	64.71	50.00	29.41
10	43.27	43.33	52.04	43.75	32.91	32.18	38.04	34.58	29.41	38.30

adaptación de este grupo en el mercado. En este mismo contexto cabe el grupo 9, en donde lo único que hizo para reducir sus pérdidas, fue dejar de operar continuamente.

Por otra parte, si bien el grupo 1 tuvo en la primera mitad la estrategia más óptima en el sentido de que le generó las mayores ganancias, para la segunda mitad, la adaptación del grupo 10 afectó a los agentes del grupo 1, arriesgándose -aunque anónimamente- a ejecutar mayores transacciones con el resto de los grupos apostándole en gran medida a los movimientos del mercado.

El otro caso que pudiera representar adaptación es el del grupo 8, puesto que pasó a convertirse en un grupo ganador, sobre todo por ganancias generadas en contra del grupo 1. No obstante, esta adaptación no es completamente verdadera puesto que una transacción que ejecutó el agente *andrew* del grupo 8 en contra del agente *hanni1982* del grupo 1, fue la que generó 88.81% de la ganancia registrada para el grupo 8 en contra del grupo 1. De este modo, esto puede ser visto como una oportunidad que aprovechó *andrew* o simplemente, también como un error por parte de *hanni1982*.

En general, para todos los grupos pareciera existir una distribución de estos tres tipos de transacciones (ganadoras, perdedoras y nulas) más homogénea, aunque hay casos en los que las transacciones nulas aun persisten como el tipo que más se presenta. Esto muestra que las ganancias y pérdidas de los grupos ya se distribuyen de manera más uniforme entre las transacciones, aunque los arreglos en sí no muestran

que en cada transacción se obtiene la misma ganancia o pérdida. Veamos entonces la Figura 5.4 en donde se presenta la heterogeneidad de distribución de ganancias y pérdidas de los grupos.

Si bien los porcentajes se distribuyen en algunos casos de forma similar, las distribuciones reales de ganancias y pérdidas siguen mostrando al igual que en la primera mitad, que son pocas las transacciones que generan la mayor cantidad de ganancias y pérdidas. En las gráficas para este período se observa que ahora ya no hay una correspondencia directa entre las ganancias y pérdidas de los grupos 1 y 10 (Figuras 5.4a y 5.4j), debido en gran parte a la poca participación del grupo 10; sin embargo, ahora las ganancias del grupo 1 se reflejan en gran medida con las pérdidas del grupo 4 (Figura 5.4d).

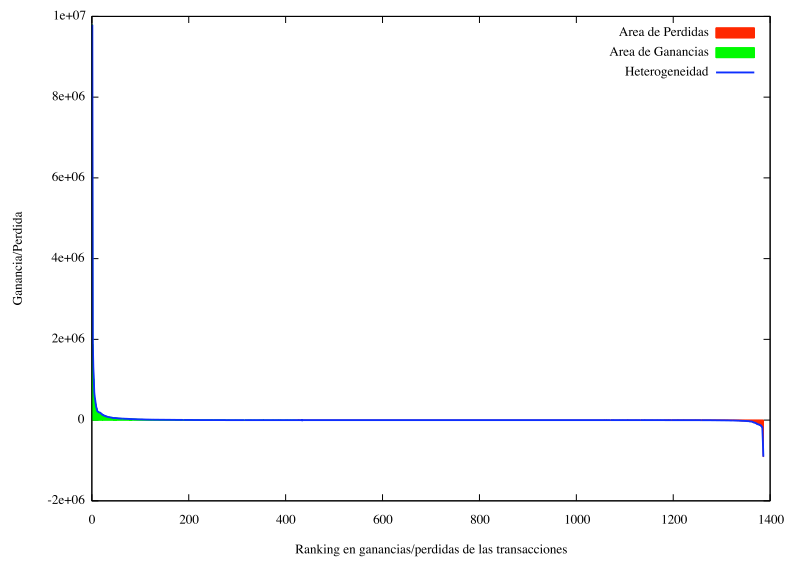
Para el grupo 1 es claro que sus pérdidas son producto de unas cuantas transacciones en las que posiblemente la estrategia *Market Timing* no resultó favorable en el sentido de que no hubo quien colocara la postura que este grupo esperaba (quizá no en volumen, pero al menos en precio). Del mismo modo, se observa que a diferencia de la gráfica de heterogeneidad para este grupo en la primera mitad, en la segunda mitad las áreas de ganancia y pérdida han disminuido, lo cual conduce a pensar que esto es reflejo inmediato de la poca disposición de operar del grupo 10.

A diferencia de la primera mitad en donde fue más fácil identificar grupos que empleaban estrategia tipo *Market Maker*, para esta segunda mitad ya no resulta ser así. Aunque para el grupo 3 se pudiera afirmar lo contrario debido a que la heterogeneidad toma ya el sentido de homogeneidad, pues las áreas de ganancias y pérdidas corresponden al mismo sesgo de transacciones, el sesgo de transacciones nulas es el que se mantiene como dominante. En apariencia, esto se repite para el resto de los grupos, pero para tener un perfil que confirme o desmienta estas hipótesis, los resultados de  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$  para la segunda mitad mostrarán si en realidad hubo grupos que emplearon este tipo de estrategia.

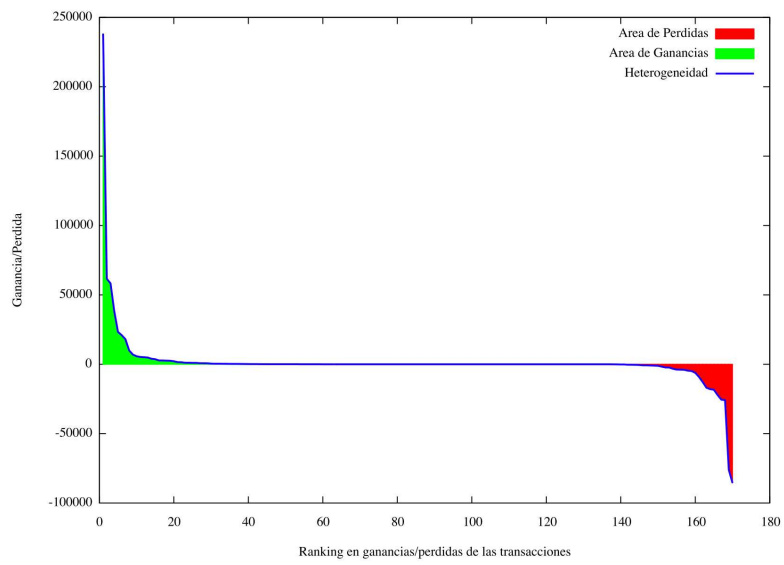
#### 5.3.4 Perfiles de los Comportamientos de los Grupos de Agentes

De los resultados del Cuadro 5.12, se observa que las variables Número de Transacciones, Número de Compras, Número de Contrapartes y Volumen Total, aun caracterizan al grupo 1. Por su parte, la variable D caracteriza al grupo 9 como aquel que pudo haber empleado una estrategia tipo *Market Maker*, mientras que la variable Volatilidad del Volumen también caracteriza al grupo 9 como el que opera con volúmenes muy diferenciados.



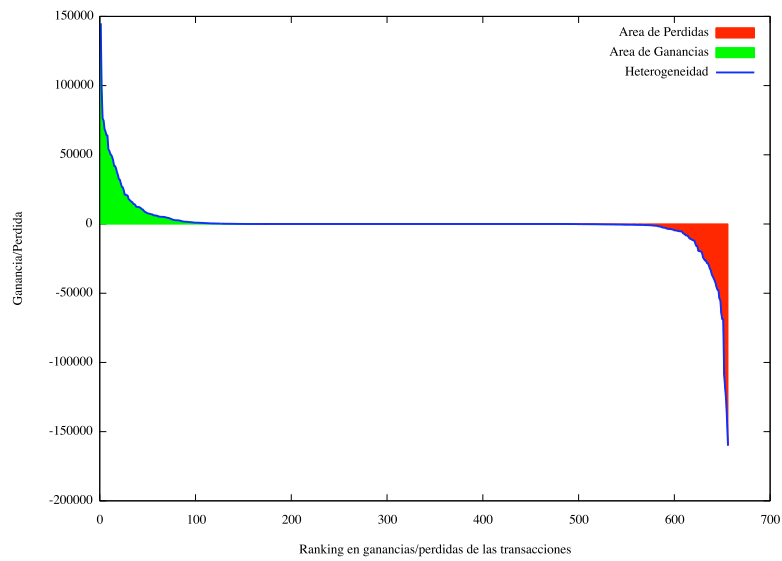


(a) Heterogeneidad de transacciones del grupo 1.

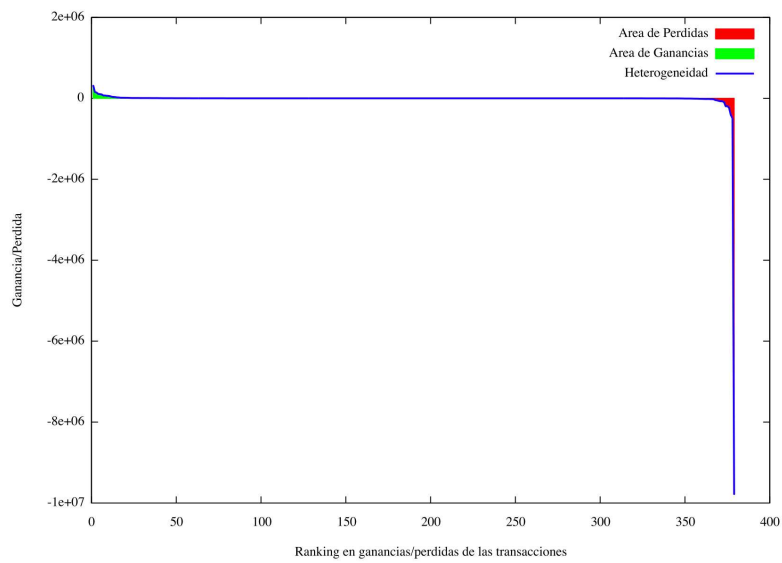


(b) Heterogeneidad de transacciones del grupo 2.

Figura 5.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

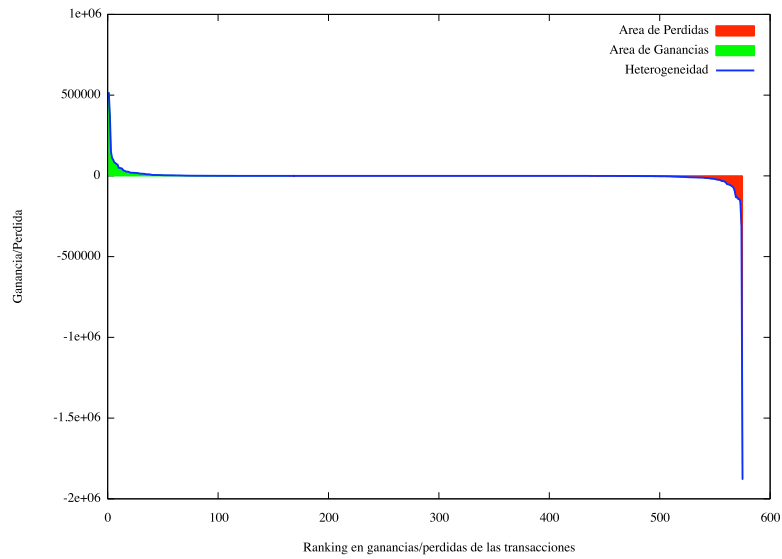


(c) Heterogeneidad de transacciones del grupo 3.

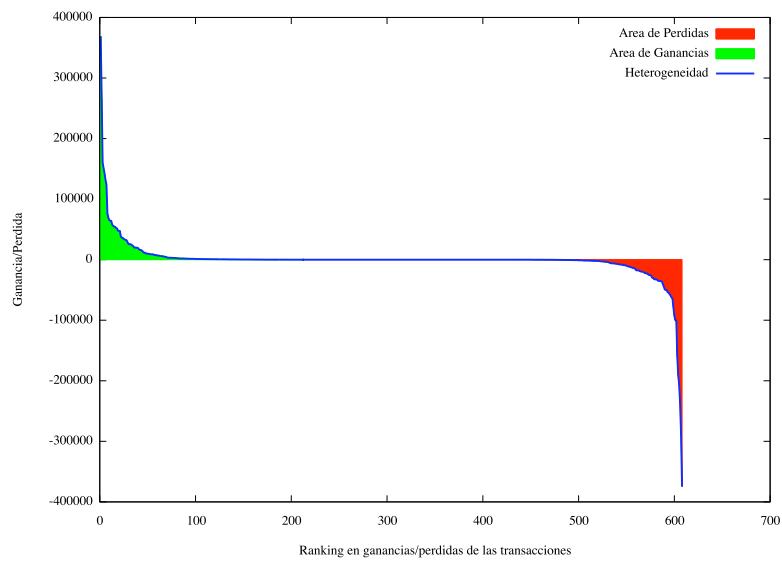


(d) Heterogeneidad de transacciones del grupo 4.

Figura 5.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

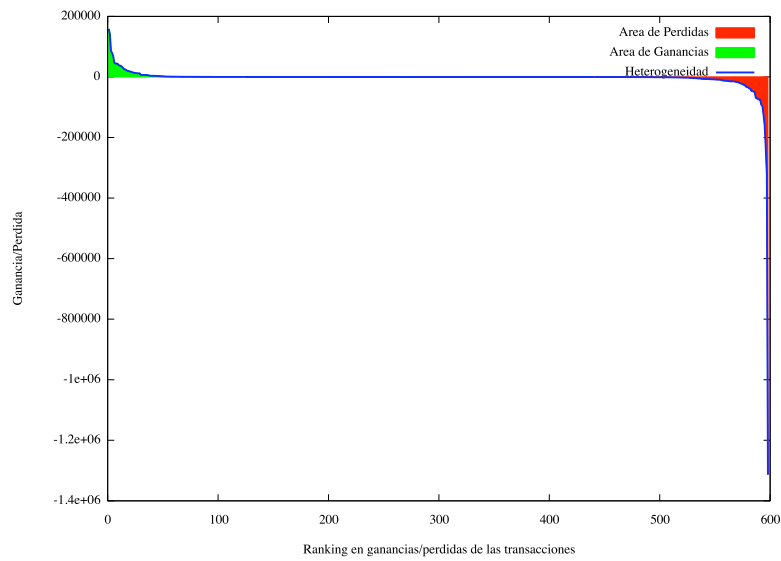


(e) Heterogeneidad de transacciones del grupo 5.

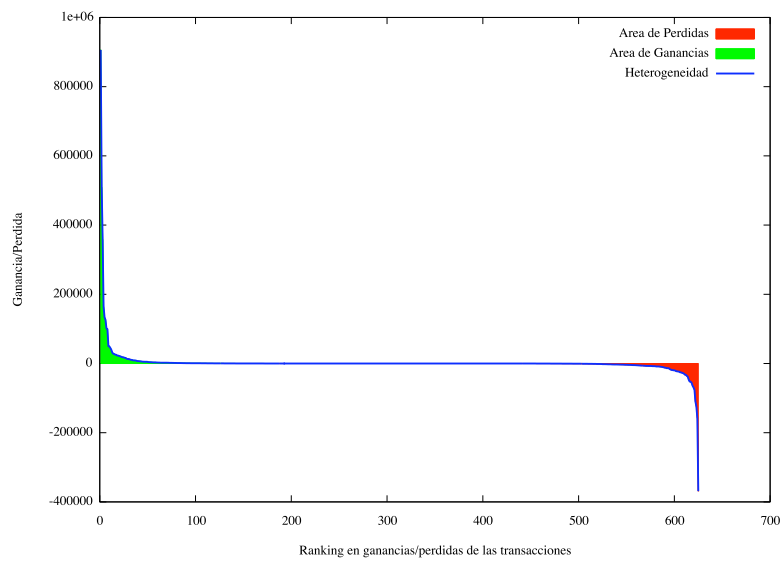


(f) Heterogeneidad de transacciones del grupo 6.

Figura 5.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

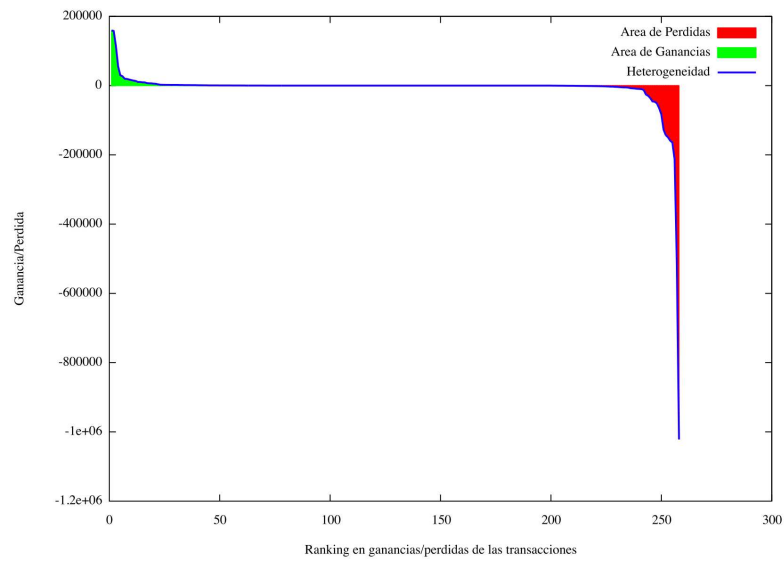


(g) Heterogeneidad de transacciones del grupo 7.

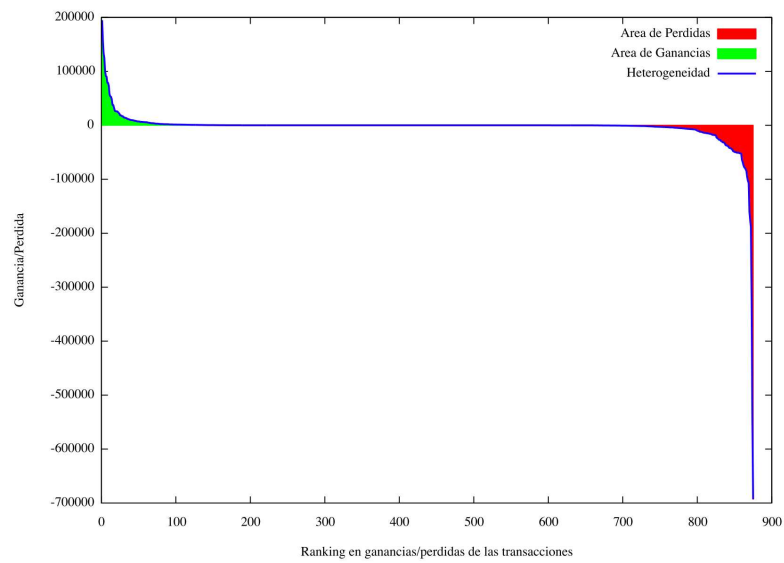


(h) Heterogeneidad de transacciones del grupo 8.

Figura 5.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.



(i) Heterogeneidad de transacciones del grupo 9.



(j) Heterogeneidad de transacciones del grupo 10.

Figura 5.4: Heterogeneidad de las transacciones con ganancias/pérdidas.

Cuadro 5.12: Valores de  $\varepsilon(C|X)$  por grupo en la segunda mitad.

Grupo	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Transacción
1	1.8738	1.8738	0.8769	-1.1169	2.8707	1.8738	0.8769	0.8769
2	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-1.1169	-1.1169
3	-0.1200	-0.1200	0.8769	-1.1169	-0.1200	-0.1200	-1.1169	-1.1169
4	0.0808	0.0808	0.0808	1.1718	0.0808	0.0808	1.1718	1.1718
5	0.0808	0.0808	0.0808	-1.0102	0.0808	0.0808	1.1718	1.1718
6	0.0808	-1.0102	1.1718	1.1718	0.0808	1.1718	-1.0102	-1.0102
7	-0.1200	0.8769	-1.1169	-1.1169	-0.1200	-0.1200	-1.1169	-1.1169
8	-0.1200	-0.1200	0.8769	0.8769	-0.1200	-0.1200	-1.1169	-1.1169
9	-1.1169	-1.1169	-1.1169	1.8738	-1.1169	-1.1169	2.8707	1.8738
10	0.6124	0.6124	-0.3062	0.6124	-0.3062	-0.3062	-0.3062	0.6124

Si bien en las cuatro características el grupo 1 aun conserva los máximos valores, es ya evidente el efecto que el grupo 10 tuvo sobre el grupo 1. No se puede argumentar directamente que es un cambio de estrategia del grupo 1, pues éste puede continuar con la misma estrategia en el segundo período; sino que las condiciones que se encuentran en el mercado ya no son las mismas que en la primera mitad, debido fuertemente a la poca disponibilidad del grupo 10 para operar.

Para los resultados del Cuadro 5.13, se muestra que ya no hay señal como en la primera mitad que denote una diferenciación entre el grupo 1 y cada uno de los restantes grupos; en algunas variables y con algunos grupos aun existe señal, pero por lo general no es lo suficientemente alta para diferenciarlo en su totalidad.

Cuadro 5.13: Valores de  $\varepsilon'$  por grupo en la segunda mitad.

Grupo	No. de Transacciones	No. de Compras	No. de Ventas	D	No. de Contrapartes	Volumen Total	Volatilidad del Volumen	Volumen Promedio por Transacción
2	2.3598	2.3006	1.8054	2.9142	3.1190	2.8353	3.0410	2.1307
3	1.1738	1.0900	1.0240	2.8720	1.6187	1.4887	2.3968	1.6027
4	1.7330	1.6736	1.4544	-0.0993	2.0262	2.0355	0.2815	0.1614
5	1.2281	1.7062	0.4363	0.9803	1.7628	1.3836	-0.3580	-0.0427
6	1.3343	1.6741	0.4535	-0.2165	1.0385	1.4364	1.5333	0.9972
7	1.4908	1.3279	1.3949	1.8298	1.8635	1.8318	2.2283	1.7057
8	1.4251	1.7232	0.5360	0.8466	1.5703	1.7187	2.3557	1.6181
9	2.2132	2.1765	1.6619	-1.0052	2.5534	2.2931	0.3023	0.1146
10	1.1048	0.9888	0.9390	-0.3888	1.0758	1.5296	1.3512	0.6885

Con estos resultados se observa en gran magnitud el efecto que el grupo 10 ha tenido sobre el mercado y en particular contra el grupo 1. El efecto secundario de

la liquidez que se presentó en la primera mitad ha dejado de existir: el grupo 10 ya no opera con la misma frecuencia lo cual reduce también el número de transacciones del grupo 1 y por tanto, sus compras y ventas. Asimismo, con una reducción de transacciones también hay una reducción de volumen (aunque no necesariamente esto debe ocurrir) y a la vez, una menor cantidad de contrapartes con las cuales se pueda intercambiar acciones.

Sin embargo, aun con la poca señal que hay para caracterizar al grupo 1 aun como el más ganador, se dieron los casos fundamentales en las que se siguió empleando la estrategia *Market Timing* tal y como se ha comentado a lo largo de este capítulo. Ejemplos como estos son los que se muestran en el Cuadro 5.14.

**Cuadro 5.14: Transacciones de algunos agentes del grupo 1 con estrategia tipo *Market Timing* en la segunda mitad.**

Agente	Fecha de la Transacción (día-mes-hora)	Volumen (acciones)	Ganancia (\$)	Postura	Contraparte - Grupo	Emisora
mammutfam	08-09-11:43	6,599	1,313,201	compra	REBELL - 7	DVU
hanni1982	11-09-11:41	6,551	1,880,137	venta	Makler1 - 5	ROF
saladin	12-09-15:28	5,459	9,793,446	compra	gudrun1 - 4	DVU
zigzag	16-09-23:00	765	489,600	venta	Antosu - 4	FP
Wahlaal	16-09-17:03	4,888	1,021,592	compra	Peter - 9	ROF

Una vez más, el efecto de la poca disposición de operar del grupo 10 se hace presente, porque a diferencia de este mismo cuadro en la primera mitad (Cuadro 4.14), la mayoría de las contrapartes fueron elementos del grupo 10 y en este nuevo cuadro ya no es así. Ahora el grupo en donde se obtiene el mayor porcentaje es contra el grupo 4, pero por la transacción del agente *saladin*, que en gran medida lo benefició y en general al grupo 1.

Acompañado a esto, la emisora DVU es la que más beneficia al grupo, pero si no fuera por esta transacción, lo sería la emisora ROF. El Cuadro 5.15 muestra las propiedades generales que tuvo cada una de las emisoras en la segunda mitad.

Para esta segunda mitad, la emisora DVU ha resultado ser la más volátil en términos absolutos, pero no da muestras suficientes que haya sido esta emisora en la que el grupo 1 obtuvo el resto de sus ganancias, bien pudieron haber sido estas transacciones en las que la acumulación de transacciones con pocas ganancias hayan generado gran parte de la fortuna. Las siguientes emisoras que resultaron altamente volátiles fueron FP y PDS, en las que el grupo 1 sólo figura con una transacción en

Cuadro 5.15: **Propiedades de las emisoras en la segunda mitad.**

Emisora	Precio Promedio	Volatilidad del Precio	Precio Máximo	Precio Mínimo	Precio Inicial	Precio Final
CDU	2,155.38	71.062	2,240	2,001	2,208	2,199
DVU	733.72	275.975	2,222	400	988	703
FDP	501.13	51.343	595	380	470	440
FP	558.78	115.192	1,244	454	698	500
GRUEN	529.57	32.455	600	450	595	510
PDS	2,532.22	111.474	2,700	2,222	2,593	2,510
ROF	457.69	99.465	733	113	529	430
SPD	2,284.26	72.340	2,697	2,160	2,299	2,697

FP que generó una minuciosa ganancia.

La Figura 5.5 muestra la distribución de ganancias netas, ganancias y pérdidas que el grupo 1 obtuvo en la segunda mitad. A diferencia de la primera mitad, la gráfica para el grupo 10 ya no se muestra puesto que ahora ya no es directa la comparación entre ganancias y pérdidas entre los grupos 1 y 10.

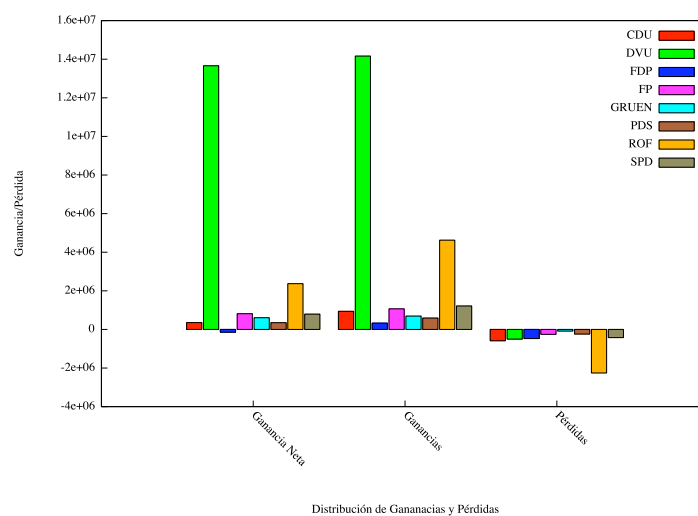


Figura 5.5: Distribución de ganancia neta (suma de ganancias y pérdidas), ganancias y pérdidas en cada emisora del grupo 1 en la segunda mitad.

En la figura ya es evidente de que por la transacción de *saladin* se beneficio por completo el grupo 1, pero de igual forma, como se mencionó en párrafos anteriores,



en la emisora ROF se generan también un gran porcentaje de ganancias respecto al resto de emisoras, a pesar de no ser tan volátil como lo fueron DVU, FP y PDS. En este sentido, resulta de gran interés analizar el comportamiento general del grupo 1 ante la evolución del precio de la emisora, nuevamente con ayuda de las funciones  $\Delta P(t)$  y  $\Delta T(t)$ .

### 5.3.5 Comportamiento del Grupo 1 en la Emisora ROF

La Figura 5.6 muestra la evolución del precio de la emisora ROF en la segunda mitad. Al inicio de este período, la emisora comienza a tener una tendencia a la baja en la que incluso se en varias transacciones el precio de la emisora sufre una gran caída que posteriormente se vuelve a estabilizar con algunas alzas, en las que nuevamente comienza la tendencia a la baja.

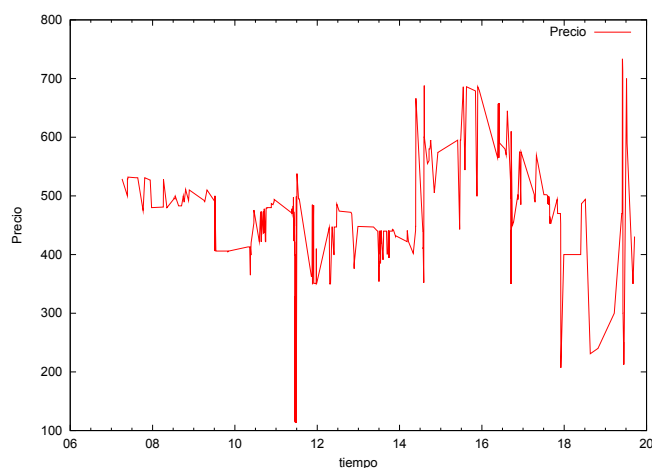


Figura 5.6: Evolución del precio de la emisora ROF en la segunda mitad.

Los resultados de  $\Delta P_1$  y  $\Delta T_1$  del Cuadro 5.16 muestran que en promedio, para el grupo 1 los precios en esta emisora aumentaban ligeramente después de haber ejecutado transacciones, y tales movimientos se hacían en promedio cada 30 minutos. Una vez más no hay una señal que defina más en concreto al grupo 1.

Sin embargo, los resultados de  $\Delta P_2$  en compras muestran que los precios iban a la baja, esto es, para esta emisora los agentes del grupo 1 compraban en promedio

Cuadro 5.16: Valores promedio por grupo de  $\Delta P_1$ ,  $\Delta T_1$ ,  $\Delta P_2$  y  $\Delta T_2$  en la emisora ROF.

Grupo	$\overline{\Delta P_1}$	$\overline{\Delta T_1}$	Compras		Ventas	
			$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$	$\overline{\Delta P_2}$	$\overline{\Delta T_2}$
1	1.51	0:30	-3.38	9:00	24.00	40:25

cada vez más barato y a su vez, vendían cada vez que el precio subía. En resumen: compraban cada vez que se abarataba el precio y vendían cuando se incrementaba, aunque con mayor frecuencia en las compras que en las ventas.

# Capítulo 6

---

---

## Resumen de Resultados

---

En este momento, ya se han expuesto los principales resultados obtenidos en ambos períodos, así como una comparación y análisis sobre las posibles causas que provocaron cambios en los estilos de operar en los grupos de agentes. Sin embargo, es importante tener una perspectiva generalizada sobre el análisis realizado, para así crear una base sobre las posibles implicaciones que este trabajo pueda tener en otros proyectos de investigación.

Para esto, veamos en detalle cada uno de los pasos seguidos durante el análisis de resultados, desde la preparación de los grupos de agentes, hasta la definición de estilos de operación mediante los perfiles que caracterizaron a cada uno de los grupos y las predicciones que se esperaban dados los comportamientos promedio en cada uno de los grupos.

### 6.1 Clasificación de los Agentes Para Formar los Grupos

En el análisis mostrado se ha empleado al *Sharpe Ratio* como Clase para dividir o clasificar a los agentes en grupos. Por supuesto, cualquier otra Clase pudo haber sido empleada, tal como la ganancia relativa que acumuló cada uno de los agentes durante la primera mitad, pero relativo a éstas, *Sharpe Ratio* muestra a la ganancia relativa como “señal” medida a partir de su volatilidad que representa “ruido”. En otras palabras, *Sharpe Ratio* ha mostrado hasta qué punto las ganancias relativas obtenidas por cada agente, compensan a éstos por asumir riesgo en su estilo de operar dentro del mercado.

El punto a discutir es que en esencia la ganancia relativa pudo haber sido tomada como Clase, y de esta derivar todo el análisis realizado. No obstante, dada la naturaleza del mercado experimental en la que los agentes no “padecían de preocupación directa” sobre su inversión debido a que no operaban con dinero real, el juego en el mercado era muy simple y como se ha observado, los agentes podían obtener ganancias excesivas si el mercado les favorecía o pérdidas si el mercado iba en contra. En este contexto, para inferir aun más en el comportamiento de los agentes sin la necesidad de caer en esta idea de “despreocupación”, *Sharpe Ratio* puede aproximarse más a un modelo en el que los agentes se fijan en la evolución de su portafolio como si se tratase de un mercado experimental en el que si hubiera dinero real, ya que la volatilidad de las ganancias relativas indican precisamente esta aversión al riesgo que toman los agentes.

Lo anterior se resume como sigue: las ganancias producidas por los agentes están siempre sujetas a riesgos que en muchos casos se puede convertir a una estrategia “ganadora” en una estrategia “perdedora”. Esto quiere decir que agentes que sean sumamente arriesgados pueden obtener una gran cantidad de ganancias, pero a la vez una gran cantidad de pérdidas, que en la vida real esto es lo que se trata de minimizar. A esto se le deben agregar factores como la volatilidad del precio de los activos, o la información con la que cuentan los agentes sobre el futuro de los precios y la evolución misma del mercado, entre otros.

En este sentido, hay quienes prefieren este camino pero hay quienes también prefieren manejar los instrumentos con mayor eficacia y el menor riesgo posible. Para ello, *Sharpe Ratio* es una buena opción pues identifica aquellos agentes que son menos arriesgados. Así, si la volatilidad es alta entonces los agentes son muy riesgosos y viceversa, y asegura una forma más confiable sobre cómo ejecutar transacciones en momentos donde la volatilidad del precio puede afectar a las ganancias producidas. En resumen, aquellos agentes que obtengan un mayor *Sharpe Ratio* son los que generarán mayores ganancias para el mismo nivel de riesgo que tomen los demás agentes, que estarán medidos también por su ganancia.

De este modo, aunque el mercado particular en el que se trabajó la volatilidad de las emisoras fue alta, algunas mucho más que otras, *Sharpe Ratio* ha sido una herramienta eficaz con la cual se ha podido caracterizar apropiadamente el estilo con que operó en promedio cada uno de los grupos de agentes. Así, el grupo 1 definido desde la primera mitad, marcó la pauta en ambos períodos debido a la caracterización de variables que definió de algún modo su estilo; aunque si bien el ranking en *Sharpe Ratio* cambió para la segunda mitad y asociado a esto el resto de su estrategia, las ganancias generadas continuaron como las más fuertes de entre todos los grupos participantes.

## 6.2 La Ineficiencia Como Medida de Ganancias

Los resultados de Ineficiencia son consecuencia directa de la Clase *Sharpe Ratio*, en donde para la primera mitad fue inmediata la apreciación del éxito que tenía el grupo 1 sobre el resto de agentes, dando paso así al sesgo que en todo momento se vio influyente sobre los resultados.

Esto muestra entonces que la Ineficiencia proporciona un “sesgo” entre grupos ganadores y grupos perdedores. Esto es, al final del período en cuestión, se observa si en efecto puede ser posible distinguir entre los “comportamientos” que puede seguir uno y otro grupo de acuerdo al valor de la Ineficiencia en este punto. De este modo es posible hacer las primeras inferencias sobre los estilos que los grupos emplean y para comprobar estas hipótesis, se comienza a analizar desde el principio el comportamiento de los grupos a través de los datos que van arrojando.

Así, para la gráfica de Ineficiencia en la primera mitad, el comportamiento general del mercado muestra la habilidad del grupo 1 de colocar posturas en el libro de corros en momentos en que agentes del grupo 10 colocaban las suyas a precios sumamente fuera de lo común (es decir, compras a precios altos y ventas a precios bajos), lo cual resultó para el grupo 1 en un gran beneficio de tal modo que su estilo de operar hizo que se identificaran como el grupo más ganador. De este modo, la Ineficiencia para esta primera mitad indicaba que la estrategia del grupo 1 era la más apropiada para generar ganancias excesivas, de aquí que el siguiente paso era hallar su particular modo de operar, pero debido a la falta de información sobre este ámbito, se tuvo que recurrir a la herramienta de Minería de Datos para identificar las estrategias.

De igual modo, aunque no con los mismos resultados, la gráfica de Ineficiencia para la segunda mitad aun mostraba indicios de que el grupo 1 continuaba con la mejor estrategia pero en menor escala. Por supuesto, como ya se ha visto, esto se debió en gran parte a que los agentes del grupo 10 dejaron de participar continuamente en la segunda mitad, con lo cual no sólo se redujo la posibilidad de generar grandes ganancias por parte de agentes del grupo 1, sino también hubo una baja liquidez en general en el mercado. Con esto, las oportunidades del grupo 1 se limitaron a aquellas en las que agentes pertenecientes a grupos distintos al 9 y 10, colocaban posturas ahora ya no a precios exageradamente bajos o altos cualquiera que fuese el caso del lado de la postura, con lo cual la ganancia generada resultó en menor grado que en la primera mitad.

En este contexto, todos los grupos participantes tenían la misma oportunidad de generar ganancias tras la poca participación de los grupos 9 y 10; hecho por el cual,

la gráfica muestra un menor crecimiento en comparación con aquella que se obtuvo en la primera mitad, dejando así paso a la especulación del cambio de estrategia por parte de agentes del grupo 1.

### 6.3 La Minería de Datos Como Método de Extracción y Análisis de Información

La Minería de Datos ha resultado ser una herramienta sumamente útil en este trabajo y gracias a ésta se extrajo gran parte de la información “oculta” con la cual se pudo describir el comportamiento de los grupos de agentes. Una vez establecida la división de grupos y el análisis primario a través de la Ineficiencia, las matrices de porcentajes tanto de transacciones (ganadoras, perdedoras y nulas) y volumen en ambos modos de representación, mostraron en la primera mitad la clara tendencia del grupo 1 de operar contra el grupo 10, en el sentido de que ambos grupos fueron los que mayor cantidad de transacciones ejecutaron de entre los diez grupos participantes.

Además de esto, se observaron las formas de operar de los grupos, que en general un alto porcentaje de transacciones ejecutadas resultaron ser nulas, lo cual estimuló la búsqueda de aquellas transacciones que resultaron ser las más ganadoras para unos y perdedoras para otros. Con esto, se conjeturó finalmente el uso de una estrategia tipo *Market Timing* por parte de agentes de grupo 1, en donde por supuesto, fueron ejecutadas contra agentes pertenecientes a grupos como el 9 y 10.

Sin embargo, aunque un gran porcentaje de ganancias generadas en la primera mitad por parte del grupo 1, fueron resultado de transacciones de este tipo, el resto de ganancias se obtuvo precisamente por la estrategia que fue identificada con las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , en donde se destacaron varias caracterizaciones de este grupo. En este sentido, en este momento se puede concluir que para la primera mitad, el estilo básico del grupo 1 estuvo compuesta por transacciones en las que el uso de *Market Timing* fue el apropiado y también, por aquel caracterizado por lo siguiente:

1. Una alta cantidad de transacciones y en consecuencia, una alta cantidad de compras y ventas.
2. Una gran cantidad de contrapartes posibles, de tal modo que si se corre el riesgo de perder ante unos, se corre también el riesgo a favor de ganar en contra de otros, con lo cual se pueden contrarrestar las pérdidas generadas por transacciones no favorables.
3. La mayor cantidad de volumen posible que se pueda intercambiar.

Si bien en las transacciones se pueden operar bajos volúmenes, en conjunto entre todas las transacciones representarán un mayor índice de volumen y en adición, la incorporación apropiada de la estrategia tipo *Market Timing* en momentos en los que el precio de las emisoras esta a favor, o en su caso, la liquidación inmediata de la posición (si se es poco arriesgado) cuando este no sea el caso.

4. Como consecuencia del punto anterior, ser “conservadores” en el sentido de permanecer constantes en una postura aun cuando se vayan registrando pérdidas, pero el cambio de postura en el momento apropiado las contrarrestará y generará mayores ganancias.

Irónicamente, estas son las mismas características que identifican al grupo 10, pero fueron contra este grupo las transacciones ejecutadas por parte del grupo 1 con el uso de la estrategia *Market Timing*. Por desgracia, no se contó con la base de datos que formó el libro de corros, con la cual hubiera sido posible hacer un análisis extra sobre el uso de la estrategia *Market Timing*.

Aunque para la segunda mitad este fue en esencia el mismo estilo de operar que siguió implementando el grupo 1, las ganancias registradas ya no fueron las mismas debido al aprendizaje de agentes de grupos como el 9 y 10, con lo cual, tal y como lo mostraron los arreglos de transacciones y volumen en los dos modos de representación, se tuvo que distribuir de una forma más homogénea los porcentajes con el resto de grupos participantes. A pesar de ello, la continua constancia del uso de este estilo por parte de agentes del grupo 1 fue la que les produjo sus ganancias, que en efecto ya no de la misma magnitud pero si lo suficiente como para generar la mayor cantidad de ganancias superiores al resto de los grupos.

Asimismo, la ventaja en la segunda mitad fue que esta lista de características que aun estaba perfilando al grupo 1, discriminaba por completo con el uso de estrategias empleadas por los otros grupos, pues los valores de  $\varepsilon'$  fueron lo suficientemente confiables para decir que en efecto, el grupo 10 ya no está a disposición para obtener ventaja de él, pero el uso adecuado de las mismas reglas empleadas en la primera mitad permitirá continuar con éxito.

## 6.4 Funciones Para la Predicción de Comportamientos

Finalmente, ya con las variables identificadas que influyen y caracterizan el modo de operar del grupo 1 descritas por las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , el cálculo del *score* permitió hacer la predicción final para lo que posiblemente se podía esperar para la segunda mitad. Si bien el *score* en la primera mitad mostraba que para el grupo 1, sólo 6 de

sus agentes continuarían con la misma tendencia ganadora, para la segunda mitad no se satisfizo por completo esta regla.

Esto no indica de ningún modo que los cálculos o interpretaciones sobre el *score* sean incorrectos, sino que el hecho de que para la segunda mitad el valor del *score* haya cambiado para el grupo 1 y en particular para los seis agentes representantes fue producto del cambio mismo de la dinámica del mercado, influenciado en gran medida por el aprendizaje de los grupos 9 y 10. En este sentido, el *score* debe ser interpretado no sólo como una función con la cual se pueden hacer predicciones sobre el comportamiento de los agentes, sino también como una función que engloba toda una estrategia tras de sí caracterizada por funciones como  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ ; en otras palabras, el *score* juega un doble papel: como función o medida de predicción y como caracterizador de estrategias, es decir, si la estrategia cambia también el *score* lo hará.

Esto es inmediatamente justificable con los resultados de *score* que obtuvieron los grupos 9 y 10 para la segunda mitad, en donde mejoraron sus valores debido a que también hicieron de forma global un cambio de estrategia gracias al aprendizaje de los agentes de estos grupos. Y el aprendizaje mismo consistió básicamente en que entre menos transacciones se ejecuten, menores serán las pérdidas y consecuentemente, las caracterizaciones de estos grupos, sobre todo el grupo 10, el dejar de ejecutar una alta cantidad de transacciones (entre compras y ventas), fue la que afectó directamente el cálculo del *score*, que culmina como se mencionó anteriormente, en un cambio de estrategia.



# Capítulo 7

---

---

## Conclusiones

---

En los capítulos 4 y 5 hemos visto cómo se ha empleado la Minería de Datos como herramienta de descripción y análisis de datos de un mercado experimental. A lo largo del desarrollo, se observó cómo resulta ser sumamente poderosa pues muestra a detalle comportamientos de los grupos de agentes que no hubieran podido ser explicados a través de observaciones simples o incluso con la aplicación de métodos puramente analíticos.

El análisis parte de la idea de dar el enfoque de sistemas complejos a los Mercados Financieros, siendo como propósito básico el de descubrir estilos de operación que permitan identificar características con las cuales se puedan definir estilos de operación para generar mayores ganancias. Esto ha sido una tarea no imposible de realizar, pero sí complicada de interpretar debido en gran parte a que en ningún momento se tuvo acceso a la información con que los agentes operaron cuando el mercado experimental fue creado, siendo precisamente esto en lo que se tuvo que inferir con el análisis hecho en la Minería de Datos.

Esto se acompaña con la ya compleja estructura del mercado, pero a pesar de estos inconvenientes se ha podido conocer la estructura y definir estilos de operación, o al menos, identificar caracterizaciones que identifican a grupos de agentes ganadores.

Veamos más a detalle todo este proceso. En la primera mitad del análisis, se agruparon a los agentes del mercado por dos características básicas que fueron su ganancia total relativa y la volatilidad de ésta, con lo cual se pudo emplear el clasificador *Sharpe Ratio* para agrupar a los agentes. Posteriormente se construyó la gráfica

de Ineficiencia así como la matriz de Ineficiencia, las cuales mostraban el sesgo de selección de los agentes, con lo cual se dieron los primeros argumentos del por qué el grupo 1 podría ser considerado como el grupo más exitoso.

De igual manera, se construyeron las matrices de ganancias y pérdidas entre grupos, así como de transacciones, volumen, transacciones con ganancias, transacciones con pérdidas y transacciones nulas; siendo estas últimas tres representadas en dos modos distintos. Con ellas se pudo profundizar en los estilos que particularmente los grupos 1 (el más ganador) y 10 (el más perdedor) empleaban, y se dieron los argumentos suficientes para definir estilos de *Market Maker* y *Market Timing*.

Lo anterior condujo a ver cómo eran las distribuciones de ganancias y pérdidas en las transacciones, con lo que se observó que las mayor cantidad de ganancias y pérdidas se obtuvieron en una cantidad pequeña de transacciones con lo cual el estilo *Market Timing* se reforzó para argumentar que era fuertemente empleado por el grupo 1.

Para completar los argumentos, se emplearon las funciones  $\varepsilon$  y  $\varepsilon'$ , con las cuales se pudo caracterizar al grupo 1 con 5 variables que lo definían perfectamente, pero que con estas mismas, no era posible diferenciar el estilo empleado por el grupo 10, por lo que fue necesario buscar las transacciones en las que el grupo 1 posiblemente pudo haber empleado el estilo *Market Timing*.

Se argumentó entonces que el proceso de ganancias no fue por cuestión de suerte, sino que tuvieron un proceso de aprendizaje que tomó la forma de identificar malas posturas colocadas en el libro, con lo cual, la posibilidad de obtener ganancias aumentaba.

Así entonces, se pasó a analizar el comportamiento de estos dos grupos particulares en algunas emisoras sobre las cuales se habían ejecutado este tipo de transacciones. En este análisis de encontraron señales que indicaban en qué momentos los agentes de ambos grupos compraban y vendían acciones, con lo cual se pudo constituir por completo el estilo.

Para complementar, se observaron los porcentajes de buenas y malas decisiones, así como el porcentaje de decisiones nulas, en donde se mostraron en esencia los mismos comportamientos que se habían presentado en las matrices con ganancias, pérdidas y nulas.

Finalmente, en la primera mitad se presentó la parte fundamental de todo el trabajo, que fue el resultado de *score* de cada uno de los agentes, en donde se ob-

servó que agentes de los grupos 1 y 10 obtenían los mayores valores, con lo cual se argumentó para los agentes del grupo 1 que su estrategia en efecto fue la más apropiada, no sólo porque intrínsecamente así lo fuera, sino porque las condiciones del mercado fueron las apropiadas para que se ejecutase.

Con estos resultados se pasó a la segunda mitad presentada en el capítulo 5 y lo primero que se observó fueron la gráfica de Ineficiencia y la matriz de Ineficiencia, en donde se apreció que aun permaneciendo el sesgo de selección de los agentes, algo había ocurrido en el mercado porque la Ineficiencia había disminuido notablemente.

Esto se pudo confirmar con los resultados de *score* para la segunda mitad, en donde los valores para el grupo 1 ya no eran los más altos, al menos para la mayoría de sus agentes representativos; mientras que los resultados para el grupo 10 mostraban que su *score* también había cambiado, con lo que se infirió en primera instancia un proceso de aprendizaje por parte de agentes del grupo 10.

Este proceso de aprendizaje se descubrió al hacer el mismo análisis que en la primera mitad y se concluyó que el aprendizaje de los agentes del grupo 10 consistió básicamente en dejar de ejecutar transacciones, con lo cual, disminuían también las compras y ventas, las contrapartes y el volumen, con lo que el efecto de liquidez mostrado en la primera mitad se descontinuó para la segunda mitad.

Así, el grupo 1 tuvo que buscar otras alternativas para continuar con ganancias en la segunda mitad; quizá no fue un cambio de estrategia porque pudieron seguir con la misma empleada en la primera mitad, pero el efecto del grupo 10 los obligó a tratar de aprovecharse de otros agentes. En otras palabras, el grupo 1 tuvo un proceso adicional que fue el proceso de adaptación.

En resumen, el trabajo ha mostrado la esencia de la Minería de Datos, pero también ha dado una metodología para desarrollar procesos de investigación con el propósito de descubrir e interpretar señales que permitan inferir en procesos de formación de adaptación y aprendizaje, al menos, en los Mercados Financieros Experimentales.

---

---

## Bibliografía

---

- [Anderson] ANDERSON, R. *Market Timing Models: constructing, implementing and optimazing a market timing-based investment strategy* (Irwin Professional, United States Of America, 1997).
- [Aragones y Mascareñas] ARAGONÉS, J. R. y MASCAREÑAS J., *La eficiencia y el equilibrio en los mercados de capital* (Análisis Financiero, No. 64, 1994).
- [Axelrod y Cohen] AXELROD, R. y COHEN, M., *Harnessing Complexity* (The Free Press, NY, 2001).
- [Baaquie] BAAQUIE, B.E., *Quantum Finance: Path Integrals and Hamiltonians for Options and Interest Rates* (Cambridge University Press, United States Of America, 2004).
- [Benink et. al.] BENINK, H. A., GORDILLO, J. L., PARDO, J. P. y STEPHENS, C. R., *A Study of Neo-Austrian Economics using an Artificial Stock Market* (Documento de Trabajo, Erasmus University, UNAM).
- [Brian Arthur et. al.] BRIAN ARTHUR, W. , DURLAUF, S. y LANE, D., *Introduction to the volume: The Economy as an Evolving Complex System II* (Addyson-Wesley, 1997).
- [Chan et. al.] CHAN, N. T., LEBARON, B., LO, A. y POGGIO, T., *Agent-based models of financial markets: A com-*

- 
- parision with experimental markets.* (MIT Artificial Markets Projects, Paper No. 124, Septiembre de 1999, <http://citeseer.ist.psu.edu/chan99agentbased.html>).
- [Cont] CONT, R., *Modeling economic randomness: statistical mechanics of market phenomena* (Statistical Physics in the eve of the 21 century: the James B. McGuire Festschrift, World Scientific, Singapore, 1999).
- [Fama] FAMA, E. F., *Efficient Capital Markets: II* (The Journal of Finance, Vol. 46, No. 5, 1991).
- [Ilinski] ILINSKI, K., *Physics of Finance: Gauge modelling in non equilibrium pricing* (Wiley & sons., NY).
- [Ingber] INGBER, L., *Statistical mechanical aids to calculating term structure models* (J Phys. Rev. A, V 42, 1990).
- [Johnson et. al.] JOHNSON, N., JEFFERIES, P. y MING HUI, P., *Financial Market Complexity* (Oxford University Press, 2003).
- [Kauffman] KAUFFMAN, S., *At Home in the Universe* (Oxford University Press, Oxford, 1995).
- [Kovalerchuk y Vityaev] KOVALERCHUK, B. y VITYAEV, E., *Data Mining in Finance: Advances in Relational and Hybrid Methods* (Kluwer Academic Publishers, New York, 2002, pp. 12-20.)
- [Mandelbrot] MANDELBROT, B., *The variation of certain speculative prices* (J. Business 36, 1963).
- [Mansilla] MANSILLA, R., *Introducción a la Econofísica* (Equipo Sirius, Madrid, 2003).
- [Mantegna y Stanley] MANTEGNA, R. N. y STANLEY, H. E., *An Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance* (Cambridge University Press, 2000).
- [O'Hara] O'HARA, M., *Market Microstructure Theory* (Blackwell Business, USA, 1998).

- 
- [Pardo Guerra] PARDO GUERRA, J.P., *La física de sistemas complejos aplicada a un mercado financiero artificial* (Tesis de Licenciatura, UNAM).
- [Roji] ROJI FERRARI, S., *La complejidad: un nuevo enfoque de la economía financiera* (Contaduría y Administración, mayo-agosto, Número 216, UNAM, México DF, 2005).
- [Samuelson y Nordhaus] SAMUELSON, P. A. y NORDHAUS, W. D., *Economía* (McGraw Hill, Octava edición, México DF, 2006)
- [Schanden] SCHANDEN, M., *Quantum Finance* (Physica A, Volumen 316, Número 1, 2002).
- [Stephens *et. al.*] STEPHENS, C. R., BENINK, H. A., GORDILLO, J. L. y PARDO, J. P., “A New Measure of Market Inefficiency” (Agosto, 2007). Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1009669>
- [Stephens, Gordillo y Hauser] STEPHENS, C. R., GORDILLO, J. L. y HAUSER, F., “Testing Inefficiency in an Experimental Market using Excess Trading Returns” (WEHIA 2006, Bologna Italia, 2006).
- [Stephens y Sudarsky] STEPHENS, C. R. y SUDARSKY, D., *Agentes Artificiales en los Mercados Financieros* (Simposio Latinoamericano y del Caribe: Las tecnologías de información en la sociedad, Aguascalientes, México, 1999).
- [Stephens y Sukumar] *An Introduction to Data Mining*, Published in The Handbook of Market research, eds. Rajiv Grover and Marco Vriens, (Sage Publications, 2006); (C. R. Stephens and R. Sukumar).
- [Watts] WATTS, D., *Six Degrees* (Vintage, Londres, 2004).