



## **FUNDAMENTACIÓN EN ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA A PARTIR DEL MERCADO DE CAPITALES**

*Lozada Cuervo, Gustavo Adolfo*  
gustavoadolfo.lozada@pi.edu.co  
Politécnico Internacional (Colombia)

### **RESUMEN**

*La Estadística Descriptiva es fundamental para analizar los diversos activos del Mercado de Capitales, ejemplo de ello es el análisis del comportamiento de las acciones, el cual se determina a partir de conceptos como promedio o desviación estándar. Sin embargo, estos conceptos, los más complejos en Estadística y del Mercado de Capitales, son usualmente abordados en cursos avanzados de finanzas. Es por ello que, como docente de Estadística y con formación en finanzas, surge la idea de conectar el Mercado de Capitales (análisis del comportamiento de las acciones) y la Estadística Descriptiva para trabajar con un grupo de estudiantes de la carrera de Contabilidad y Finanzas del Politécnico Internacional a nivel de la Educación Técnica. Encontrando que esta propuesta permitió la conexión entre conceptos tanto estadísticos como del mercado, acercarse a la comprensión del mercado mismo y finalmente a la fundamentación en Estadística a partir de situaciones problemas relacionadas con su futuro contexto profesional.*

### **PALABRAS CLAVE**

Estadística Descriptiva, Resolución de problemas, Mercado de Capitales.

### **INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas el Mercado de Capitales en Colombia ha evolucionado gracias a la consolidación de su Bolsa de Valores (la unión entre las bolsas: Cali, Medellín y Bogotá) y a la negociación de nuevos activos financieros. Dicha evolución ha traído consigo la aparición, en el contexto local, de metodologías que permiten cuantificar el rendimiento, el riesgo (como por ejemplo el modelo de *Black-Scholes* para el riesgo de derivados) o la relación ideal entre éstos (teoría de portafolio de Markowitz) a partir de un sin número de conceptos matemáticos y estadísticos que las dotan de validez, tales como valor esperado, desviación estándar, covarianza, correlación, distribuciones de probabilidad, entre otros. Dichos conceptos y en general los referidos al Mercado de Capitales, dada su complejidad, son abordados en cursos avanzados de finanzas a nivel de posgrado.

Ahora bien, por la reflexión constante por parte del autor de este ponencia y dada su condición como licenciado en matemáticas y docente de finanzas a nivel de pregrado y formación técnica, resultó interesante plantear un entorno en el que se puedan discutir las bases de dichas teorías en un ámbito no tan complejo, en el que se pueda desarrollar de



manera conjunta una fundamentación de Estadística Descriptiva y conceptos puntuales del Mercado de Capitales. Suponiendo además, que la interacción de estos conceptos podría dotar de sentido su aplicación en el contexto laboral de los estudiantes. Esto último se menciona ya que la idea de plantear la relación entre el Mercado de Capitales y la Estadística Descriptiva surgió en el marco de la Educación Técnica y teniendo como base la ruta de aprendizaje orientada por el Politécnico Internacional para la asignatura de Estadística General de la carrera de Contabilidad y Finanzas.

Para tal efecto, en el primer apartado se muestra el marco de referencia que orienta todas las acciones dentro del aula, acciones que se planearon tomando como referencia el enfoque constructivista de la institución y puntualmente la resolución de problemas. En este mismo apartado se enuncian los aspectos más relevantes del Mercado de Capitales tal como: activo financiero, mercado de capitales, rendimiento, volatilidad, entre otros. Seguidamente, se enuncia la metodología que se siguió para concretar esta experiencia.

En el siguiente apartado se encuentra el desarrollo de la propuesta, donde se mencionan y analizan los momentos más relevantes durante el proceso de resolución del problema a partir de los comentarios particulares de cada estudiante y trabajos realizados de manera colectiva, para terminar con el análisis de los momentos y las conclusiones de la propuesta.

### MARCO DE REFERENCIA

En este apartado se tratan los aspectos que permitieron plantear la propuesta de relacionar el Mercado de Capitales y la fundamentación en Estadística Descriptiva. En primer instancia se tratan los aspectos metodológicos de la clase, luego los aspectos conceptuales estadísticos y del mercado. A partir de lo mencionado por Mason, Burton y Stacey (1989) la resolución de problemas es una metodología de enseñanza y aprendizaje que permite a los estudiantes (o resolutores) mejorar el razonamiento matemático a partir del abordaje consciente de problemas y puntualmente por la reflexión constante sobre cada una de las experiencias durante el proceso. Por tanto, es pertinente aclarar la idea de problema “una tarea o situación de conflicto en la que hay una motivación para dar solución, pero ésta no se da directamente” (Lozada, Santos & Díaz, 2013). Esta definición orientó los problemas planteados, asumiendo que la motivación se da por relacionar la conceptualización del mercado y la Estadística con su futuro contexto profesional.

En cuanto a esto último, la conceptualización estadística, la institución sugiere la organización de los contenidos como se muestra en la Tabla 1, con base en Portus (1998) donde se propone una alternativa para la introducción a la Estadística Descriptiva.

Semana	Contenido
1	Presentación del curso, Introducción a la estadística descriptiva. Definición de un problema. Población, muestra y métodos de muestreo
2	Variables: Discretas y continuas. Instrumentos de recolección de datos
3	Resumen tabular de datos agrupados y no agrupados. Resumen gráfico de datos
4	Examen y entrega avances del informe



5	Tablas de contingencia
6	Medidas de tendencia central (agrupados y no agrupados)
7	Medidas de posición (agrupados y no agrupados)
8	Examen y entrega avances del informe
9	Medidas de dispersión (agrupados y no agrupados)
10	Presentación y sustentación del informe

**Tabla 1. Contenidos sugeridos por la institución**  
Fuente: Politécnico Internacional (2013)

Ahora bien, determinados los conceptos y la resolución de problemas como eje principal de la propuesta, se considera pertinente dar una introducción a los conceptos más importantes del argot financiero en el Mercado de Capitales y que tienen cierto grado de relación con conceptos estadísticos. En primera instancia, el Mercado de Capitales es aquel en el que “se negocian activos financieros cuyo vencimiento supera el año, y su propósito esencial consiste en la financiación de los proyectos de largo plazo llevados a cabo por las empresas [...], los títulos más representativos son los bonos y las acciones” (Agudelo, 2014 p. 36). Por esta definición se decidió trabajar con acciones, las cuales son un título que otorga a su tenedor derechos individuales o colectivos frente a los resultados económicos de las empresas que las emiten (emisión se refiere al proceso de listar las acciones en la bolsa).

En cuanto al comportamiento de una acción, se deben tener en cuenta dos características fundamentales, el rendimiento y la volatilidad. Según Martín (2007) el rendimiento se define como el beneficio que genera la tenencia de un título, es decir, la ganancia que una persona o empresa obtiene de su inversión, y de otra parte, este mismo autor menciona que la volatilidad es una medida de variabilidad de los precios, esto es, el cambio del precio de una acción ante cambios en el mercado en que transa y por tanto se podría decir que una acción se denomina volátil cuando su precio varía con gran amplitud en relación con la variación del mercado. Así, se destacan estas dos características porque además de ser importantes para el análisis del comportamiento de una acción se relacionan con conceptos estadísticos de gran relevancia. Por un lado el rendimiento en un periodo de tiempo se calcula como el promedio aritmético de los retornos de los periodos que lo componen, por ejemplo, el retorno anual de una acción es el promedio de los retornos diarios de dicha acción, el cual se calcula como se ve en la ecuación 1.

### ECUACIÓN 1

Rendimiento diario de una acción

$$R = \ln \left( \frac{\text{precio hoy}}{\text{precio de ayer}} \right)$$

Por tanto, por la definición de promedio aritmético como la sumatoria de todos los valores observados dividido entre el número de observaciones, el rendimiento anual de una acción se calcula como se aprecia en la ecuación 2.

### **ECUACIÓN 2**

Rendimiento promedio anual de una acción

$$\bar{r}(\text{anual}) = \left( \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \right) * t$$

Donde,

$r_i$ : Rendimiento diario de la acción

n: Número de observaciones

t: Días de negociación al año, para Colombia la bolsa cotiza durante aproximadamente 252 días hábiles

De otra parte, la volatilidad es un nombre que se usa en el lenguaje financiero para el cálculo de la desviación estándar de la variación de los precios, recordando que la desviación estándar se define como la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones de las observaciones respecto de su media aritmética, y que para el caso de la volatilidad se calcularía con base en la ecuación 3.

### **ECUACIÓN 3**

Volatilidad muestral anual de los retornos de una acción

$$\sigma = \sqrt{\left( \frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n - 1} \right) * t}$$

Es importante destacar que en este marco de referencia no se tiene en cuenta algunos de los conceptos desarrollados durante las clases, debido principalmente al tiempo para abordarlos, su no inclusión dentro de los contenidos planteados por la institución o porque en este escrito solo se sintetizan las experiencias más relevantes. Algunos de ellos son: medidas de forma (asimetría), tablas de contingencia o medidas de posición.

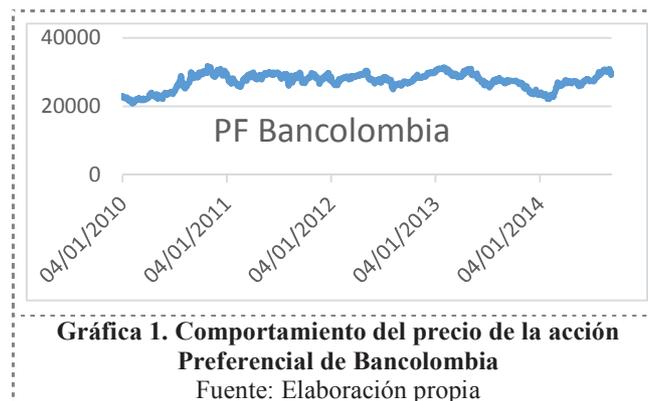
### **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

La propuesta se enmarca en una investigación cualitativa por cuanto que describe el comportamiento de los estudiantes participantes en la propuesta, específicamente sus palabras, notas de clase y conductas que en general se perciben a partir de la resolución del problema. Para ello se pidió a los estudiantes que llevaran de manera paralela el cuaderno de Estadística y un libro de Excel con cada una de las acciones necesarias para la solución del problema. No obstante, dado que el docente es el mismo investigador, la metodología es Investigación Acción Participativa puesto que como lo menciona Colmenares, Mercedes, Piñero y Lourdes, (2008), además de ser un método de investigación, se ha constituido en un herramienta orientada hacia el cambio educativo y es precisamente esto último el objetivo de este escrito. De otra parte, para el análisis, el docente toma evidencias de los procedimientos realizados por los estudiantes y recopila los trabajos generados en Excel, ya que con esta herramienta se concretó la resolución de los problemas.

## DESARROLLO

Se comienza con el planteamiento del problema: ¿Cuál ha sido el comportamiento del precio de la acción de la empresa x en los últimos años? Los estudiantes se involucraron en la situación y asociaron que para resolver el problema lo primero que se necesitaba era el precio de la acción. El docente en primera instancia dejó que buscaran algunas páginas y luego de unos momentos los estudiantes encontraron algunas que son bastante utilizadas, como el portal del Grupo Aval e Investigaciones Económicas de Bancolombia, donde se puede apreciar, además del histórico de precios de las acciones, indicadores financieros y otros activos. Consecutivamente, se dio paso a seleccionar como muestra el precio histórico de las acciones, que se seleccionó con base al concepto de ciclo económico, debido principalmente a que el precio de las acciones está ligado a la fluctuación normal de la economía y se llegó a la conclusión que sería una muestra de 5 años.

Luego de tener los datos los estudiantes se sintieron atascados frente a qué hacer para determinar el comportamiento de las acciones. El docente preguntó de qué manera se podría analizar por ejemplo el comportamiento de la TRM, a lo que respondieron cosas como: “mirando cuánto ha cambiado por día o haciendo una gráfica”. Los estudiantes en su mayoría usaron una gráfica de líneas, como se ve en la Gráfica 1.

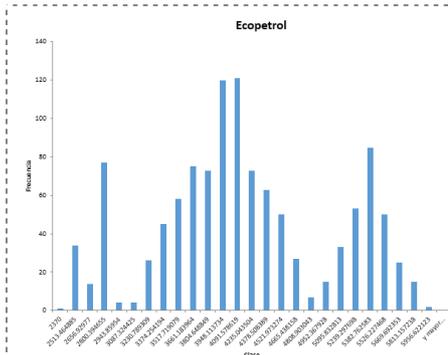


La gráfica dio una primera idea del comportamiento de la acción, pero se mantenía la incertidumbre en relación con qué hacer a continuación, por lo que el docente pidió a los estudiantes que para la siguiente sesión consultaran qué aspectos debe tener la presentación de un informe de gerencia.

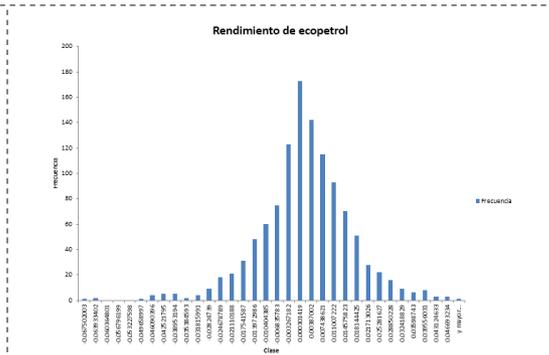
La siguiente sesión comenzó por la socialización de las consultas y se destacó una en la que un grupo dijo “para la presentación de un informe de gerencia son importantes los datos y observaciones organizados en tablas. Además, debe contener un resumen de los análisis cuantitativos a partir de gráficos”. Gracias a esta intervención el docente realizó la explicación de la construcción de tablas de distribución de frecuencias con algunos datos (50 aproximadamente) con el objetivo que los estudiantes lo replicaran para la muestra de cada una de sus empresas.



Luego de la contextualización del proceso para realizar tablas de frecuencia para datos agrupados, se dio paso a la construcción del histograma de frecuencias, haciendo uso de en Excel. En este momento los estudiantes se sintieron muy motivados porque comentaban que es una herramienta que se ve comúnmente en los análisis pero que no sabían utilizar.



**Gráfica 2. Comportamiento del precio de Ecopetrol**  
Fuente: Elaboración propia



**Gráfica 3. Comportamiento del rendimiento de Ecopetrol**  
Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 2 se muestra el comportamiento del precio de Ecopetrol, y los estudiantes manifestaban cosas como “parece tener tres curvas, como oscilaciones”. Sin embargo, el análisis se debe hacer con respecto al rendimiento y por tanto el docente emprendió acciones para contextualizarlo, preguntando a los estudiantes “si el precio de una acción el día de ayer era de 100 pesos y el día de hoy es de 110 pesos, ¿cuál fue su rentabilidad diaria?”. De inmediato se escucharon respuestas como “pues de 10” a lo que el docente preguntó “y si hablamos de la utilidad de la acción”. Para ello los estudiantes se sentían confundidos, algunos manifestaban que “la utilidad es la misma rentabilidad, ¿no?”, pero otros dijeron que “la rentabilidad es como un interés”. En este instante se logró encontrar la diferencia principal entre utilidad y rentabilidad, en tanto que la utilidad es un valor que siempre se da en pesos y la rentabilidad es un valor que se da en porcentaje. Producto de esta intervención se dio el espacio para calcular la rentabilidad de la acción con precio inicial de 100 y posterior de 110, llegando a que era del 10%. Con esto terminó la contextualización del rendimiento y se explicó a los estudiantes que dado que el rendimiento es continuo y por cuestiones de conversión de tasa (tema que verán en la siguiente asignatura: matemáticas financieras), se debía usar la ecuación 1 descrita en el marco de referencia de este escrito. Es de rescatar que se introdujo la ecuación porque la contextualización de esta requiere del dominio de conceptos que hasta el momento los estudiantes no manejaban y podrían desbordar los objetivos de la asignatura.

Retornando al análisis, los estudiantes continuaban preguntando por cuál era la interpretación, a lo que una estudiante respondió “el comportamiento en la primera se ve más variable ya que sube y baja, en cambio la segunda es como más estable a través del tiempo ya que primero sube y luego baja, y tiene una forma de montaña o como una fuente con un chorrillo principal”. Por lo que indirectamente la estudiante se estaba aproximando a



las medidas de forma, la asimetría y curtosis, lo que conduce a pensar que la clase con mayor frecuencia se podría aproximar a la idea de distribución leptocúrtica. Frente a ello el docente relacionó lo dicho por la estudiante con las medidas de forma, puntualmente con imágenes como la mostrada en la Gráfica 3 y se utilizó Excel para cuantificar la curtosis.

Retomando la ruta de aprendizaje y luego de construir la idea de distribución de frecuencias a partir de gráficas se propuso a los estudiantes el siguiente problema “tomar los 5 últimos datos de la serie de rendimientos de su acción y decir qué se podría esperar del rendimiento de la misma”. Ante este, algunos estudiantes dijeron “el rendimiento podría estar cerca a lo que estaba en el último rendimiento o se puede hacer un redondeo de los datos”. Los estudiantes relacionaron la idea de promedio pero no conocían el algoritmo correcto, por lo que se les dificultó progresar en la resolución del problema. Para ello el docente introdujo el concepto de medidas de tendencia central, enfatizando en el promedio.

De manera semejante, para abordar las medidas de dispersión se planteó la pregunta, ¿qué tan volátil es la acción?, para ello gran parte de los estudiantes tuvo en cuenta nuevamente la gráfica que se había realizado momentos anteriores (Gráfica 3) y mencionaron “la volatilidad es como lo que sube y baja, o sea cuánto cambia”. Por lo que los estudiantes asociaron el concepto de volatilidad con la variabilidad, es decir, con la cantidad de oscilaciones que presentaba la línea que describe el comportamiento de los precios.

Dado el preconcepto de desviación como variación, el docente planteó el siguiente problema “el rendimiento de dos acciones durante cinco días fue Acción 1: (1%, 1%, 1%, 1%, 1%) y Acción 2: (1%, 2%, 0.5%, 0.5%, 1%), ¿cuál es el promedio de cada acción y qué comportamiento es el más volátil?”. Frente a la situación los estudiantes manifestaron que “el rendimiento de las acciones es el mismo, es del 5%, y la más variable es la #2 porque en la #1 el rendimiento no cambia”. Por estos argumentos se podría decir que los estudiantes concretaron sus preconceptos frente a la desviación, ya que a pesar de no dar un número exacto para cuantificar la variación, si plantearon relaciones de orden frente a la misma, es decir, que intuían que la volatilidad o desviación de la acción #1 era menor que la volatilidad de la acción #2.

Continuando con el análisis de las acciones de cada grupo, los estudiantes encontraron la rentabilidad promedio y la volatilidad, como por ejemplo para el caso de grupo Nutresa, el rendimiento durante los 5 años fue del 0.026% y tuvo una volatilidad del 1.16%. Para este momento los estudiantes ya sabían cuantificar la volatilidad ya que decían cosas como “1.16% parece poco pero sería mejor si fuera de cercana a cero” o “la acción de Nutresa presenta una volatilidad anual que pasada (desde 1.16%) a términos anuales es de 18.1% y por tanto es alta”. Sin embargo, el análisis resultó un tanto difícil por el desconocimiento del Mercado de Capitales debido a que los estudiantes decían que la acción presentaba alta volatilidad y que la desviación lo confirmaba, pero no tenían un punto de referencia. Para lograr claridad frente a esto el docente planteó una socialización de los resultados de todos los grupos y se encontró que gran parte de las acciones estaban en un rango de volatilidad del 16% y 28%, por lo que las acciones menos volátiles se encontraban cercanas al 16% y



las más volátiles al 28%. Con esta socialización concluyó la resolución del problema en tanto los estudiantes lograron determinar a partir de las gráficas, el promedio y la desviación estándar, cuál había sido el comportamiento de las acciones escogidas.

### CONCLUSIONES

Al finalizar el proceso se cree que la situación problema permitió alcanzar el objetivo de la propuesta, es decir, relacionar conceptos del Mercado de Capitales y los conceptos de Estadística Descriptiva a fin de que los estudiantes desarrollaran una fundamentación de los mismos en un contexto relativo a su futuro como Técnicos Profesionales en Contabilidad y Finanzas. Además, es importante resaltar que los estudiantes se sintieron motivados al trabajar los conceptos estadísticos, ya que en muchas ocasiones manifestaron que la metodología era diferente a lo visto hasta el momento e inclusive que se les dio la oportunidad de pensar en enfocarse en las finanzas, puesto que a pesar de ser una carrera con perfil en contabilidad y finanzas, al inicio del curso todos se veían ejerciendo como contadores en una empresa o llevando las cuentas de su propia empresa.

Por otra parte, se puede pensar que los estudiantes partícipes de esta propuesta, además de reconocer los procedimientos y ecuaciones relativas a la estadísticas descriptiva, tienen bases que les permitirán abordar situaciones reales que se relacionan con su contexto laboral, lo que constituye acciones que van en busca de alcanzar la competencia. En este mismo sentido, la experiencia aquí descrita, puede ser una buena base en caso de que los estudiantes deseen profundizar en la carrera de finanzas, ya que cuentan con herramientas para hacer un primer análisis del comportamiento de una acción y esto podría ser complementado con análisis técnico, fundamental, mercado de renta fija, entre otros conceptos relevantes en finanzas.

### REFERENCIAS

- Agudelo, D. (2014). *Inversiones en Renta Variable*. Medellín: Universidad EAFIT.
- Colmenares, E., Mercedes, A., Piñero, M., & Lourdes, M. (2008). *La investigación acción*. Recuperado a partir de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/551075/2014-2/Unidad\\_2/02\\_InvestigacionAccion\\_MetodologiaHeuristica.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/551075/2014-2/Unidad_2/02_InvestigacionAccion_MetodologiaHeuristica.pdf)
- Lozada, G., Santos, D., & Díaz, Y. (2013). *Análisis Metacognitivo de la resolución de un problema en torno a las transformaciones geométricas por estudiantes para profesor de Matemáticas*. Bogotá: Universidad Distrital.
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1989). *Pensar Matemáticamente*. España: Labor S.A..
- Martín, M (2007). *Inversiones*. México D. F.: Pearson Educación.
- Politécnico Internacional. (2013). *Syllabus para Técnico Profesional en Contabilidad y Finanzas*. Bogotá: Politécnico Internacional.
- Portus, L. (1998). *Introducción a la estadística*. Colombia: Mc Graw-Hill.